

# POLIQUETOS

(ANNELIDA : POLYCHAETA)

DE MÉXICO Y AMÉRICA TROPICAL

PARTE 3

J.A. de León - González  
J.R. Bastida - Zavala  
L.F. Carrera - Parra  
M.E. García - Garza  
A. Peña - Rivera  
S.I. Salazar - Vallejo  
V. Solís - Weiss

Editores

# POLIQUETOS

(ANNELIDA: POLYCHAETA)

DE MÉXICO Y AMÉRICA TROPICAL

PARTE III



# POLIQUETOS

(ANNELIDA: POLYCHAETA)  
DE MÉXICO Y AMÉRICA TROPICAL

PARTE III

JESÚS ANGEL DE LEÓN GONZÁLEZ  
JOSÉ ROLANDO BASTIDA ZAVALA  
LUIS F. CARRERA PARRA  
MARÍA ELENA GARCÍA GARZA  
ALEJANDRO PEÑA RIVERA  
SERGIO I. SALAZAR VALLEJO  
VIVIANNE SOLÍS WEISS

EDITORES



Dirección de Publicaciones  
Universidad Autónoma de Nuevo León



**José Antonio González Treviño**  
Rector

**Jesús Áncer Rodríguez**  
Secretario General

**Ubaldo Ortiz Méndez**  
Secretaría Académica

**Rogelio Villarreal Elizondo**  
Secretario de Extensión y Cultura

**Celso José Garza Acuña**  
Director de Publicaciones

Biblioteca Universitaria Raúl Rangel Frías  
Alfonso Reyes 4000 norte, Planta principal  
Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64440  
Teléfono (5281) 83294111/ fax (5281) 83294095  
Email: publicaciones@seyc.uanl.mx  
Página web: [www.uanl.mx / publicaciones](http://www.uanl.mx/publicaciones)

## **POLIQUETOS (ANNELIDA: POLYCHAETA) DE MÉXICO Y AMÉRICA TROPICAL**

Portada: Terebélido *Loimia* cortesía de Leslie Harris,  
diseño de portada de Andrea Elías-Troy Cárdenas  
Contraportada: Sabélido *Bispira* sp, cortesía de Jesús Angel  
de León-González, diseño de contraportada de Andrea  
Elías-Troy Cárdenas

Primera Edición, 2009

© Universidad Autónoma de Nuevo León  
© de León-González, J.A., J.R. Bastida-Zavala,  
L.F. Carrera-Parra, M.E. García-Garza, A. Peña-Rivera,  
S.I. Salazar-Vallejo y S. Solís-Weiss

ISBN 978-607-433-235-3  
Impreso en México

# CONTENIDO

## PARTE III

<b>42. Sabellidae Latreille, 1825</b>	
María Ana Tovar-Hernández .....	489
<b>43. Serpulidae Rafinesque, 1815</b>	
José Rolando Bastida-Zavala .....	521
<b>44. Siboglinidae Caullery, 1914</b>	
María Ana Tovar-Hernández y Sergio I. Salazar-Vallejo .....	555
<b>45. Sigalionidae Kinberg, 1856</b>	
Patricia Salazar-Silva y Sergio I. Salazar-Vallejo .....	569
<b>46. Sphaerodoridae Malmgren, 1867</b>	
Alexandra E. Rizzo y Sergio I. Salazar-Vallejo .....	583
<b>47. Spionidae Grube, 1850</b>	
Víctor Hugo Delgado-Blas .....	589
<b>48. Syllidae Grube, 1850</b>	
Gerardo Góngora-Garza .....	615
<b>49. Terebellidae Grube, 1850</b>	
Mario Hernán Londoño-Mesa .....	641
<b>50. Tomopteridae Grube, 1848</b>	
María Ana Fernández-Álamo .....	657
<b>51. Trichobranchidae Malmgren, 1866</b>	
Vivianne Solís-Weiss, Mario H. Londoño-Mesa y Pablo Hernández-Alcántara .....	665
<b>52. Typhloscolecidae Uljanin, 1878</b>	
María Ana Fernández-Álamo .....	671

## ESTUDIOS DE CASO

<b>53. Distribución Espacial y Temporal de Anélidos Poliquetos Asociada a la Calidad Ambiental del Río Pánuco</b>	
Myriam A. Amezcua-Allieri .....	679

<b>54. Comunidades de Anélidos Poliquetos en zonas de granjas de engorda de atún en la costa de Ensenada, Baja California, México</b>	
Victoria Díaz-Castañeda .....	691
<b>55. Los Anélidos Poliquetos Bentónicos en el Contexto de las Perturbaciones Ambientales Marinas</b>	
Alejandro Granados-Barba, Nayeli del C. Domínguez-Castanedo y Vivianne Solís-Weiss .....	705
<b>56. El Estudio Ecológico de los Anélidos Poliquetos de la Bahía de Campeche</b>	
Alejandro Granados-Barba, Nayeli Domínguez-Castanedo, Ricardo Rojas-López y Vivianne Solís-Weiss .. .....	715
<b>57. Caracterización de zonas impactadas por actividades antropogénicas a través del estudio de las comunidades de poliquetos</b>	
Nuria Méndez-Ubach .....	731

## 42. Sabellidae Latreille, 1825

María Ana Tovar-Hernández

El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal  
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán  
maria\_ana\_tovar@yahoo.com

### Introducción

Sabellidae es una familia de gusanos poliquetos tubícolas comúnmente conocidos bajo los epítetos de *flores de mar* o *gusanos plumero*, debido a que su región anterior -llamada corona branquial- tiene a menudo colores muy llamativos, y cuando está completamente extendida asemeja una flor, o bien, un plumero. Esta particularidad los ubica como uno de los poliquetos más llamativos y han sido fotografiados para ser incluidos en postales, calendarios, timbres, guías de buceo para identificación rápida, carátulas de libros e incluso como tatuajes.

Los sabélidos se distribuyen en todos los mares del mundo, se encuentran bien representados en la zona intermareal y algunos en profundidades abisales. La familia tiene varios representantes dulceacuícolas de los géneros *Caobangia* Giard, 1893, *Brandtika* Jones, 1974, *Manayunkia* Leidy, 1859 y *Monroika* Hartman, 1951. *Manayunkia athalassia* Hutchings, de Deckker & Geddes, 1981, que vive en lagos hipersalinos de Australia, donde en los meses de verano la temperatura excede los 40°C y la salinidad aumenta más de tres veces.

Algunos sabélidos son esclerobiontes y se asocian frecuentemente a sustratos artificiales como pilotes de muelles y escolleras, cascos de embarcaciones, boyas o estructuras flotantes; a menudo son grupos dominantes, aunque también se encuentran como endobiontes de esponjas,

moluscos, ascidias, algas y coral. Las especies que usan éstos últimos como sustrato, habitan en recovecos y fracturas del coral, donde suelen ser muy diversos y algunos explotados con fines ornamentales. *Caobangia* es un género cuyos miembros perforan la concha de moluscos gasterópodos y bivalvos de agua dulce (Jones, 1974), mientras que *Terebrasabella heterouncinata* Fitzhugh & Rouse, 1999, infesta las conchas de abulón. Por otro lado, abundan en sustratos blandos y son éstos los que ocupan un lugar importante en las redes tróficas al constituir el alimento básico de numerosas especies de peces, desde larva hasta adulto, destacando, entre ellos, especies de los géneros *Chone* Krøyer, 1856, *Euchone* Malmgren, 1866 y *Jasmineira* Langerhans, 1880. Los gusanos plumero habitan tubos blandos y flexibles, excepto *Calcisabella piloseta* (ahora *Glomerula* de acuerdo con Jäger, 2004), que habita un tubo compuesto por una matriz calcárea con partículas de sedimento similar al de algunas especies de cirratúlidos y serpúlidos, pero en las tres familias el tubo calcáreo es una convergencia (Vinn *et al.*, 2008).

La mayoría de las especies viven permanentemente en sus tubos. En *Anamobaea* Krøyer, 1856, *Hypsicomus* Grube, 1870, y *Notaulax* Tauber, 1879, el tubo proteínico se caracteriza por ser muy rígido; en *Bispira* Krøyer, 1856, está construido con arena fina, es más o menos blando, y la abertura se cierra como espanta suegras si el gusano se retrae; *Megalomma* Johansson, 1925,

utiliza gravas de diferente tamaño y se recluta sobre piedras grandes que funcionan como ancla; en *Sabellastarte* Krøyer, 1856, el tubo es flexible, de consistencia leñosa y cubierto con arena fina, cuya abertura también se cierra como en *Bispira*. En algunos casos, los sabélidos logran un mimetismo en su ambiente; así, *Branchiomma* Kölliker, 1858, incorpora algas a las paredes del tubo; *Sabellastarte* usa restos de algas, pastos y detritos; y muchas especies incorporan hidroides a sus tubos. El tubo de *Myxicola* Meneghini en Renier, 1847, se caracteriza por ser transparente y mucilaginoso. También entre los sabélidos más pequeños hay quienes tienden a abandonar su tubo con frecuencia y construir uno nuevo (Nicol, 1930; Lewis, 1968). Este grupo está representado por los fabricinos y especies de *Amphicorina* Claparède, 1864, *Chone*, *Euchone* y *Jasmineira*, en los que los tubos son más suaves, flexibles y formados por arenas finas. Otros sabélidos únicamente renuevan la boca del tubo cuando ésta ha sufrido un desgaste físico.

Las tallas de los organismos varían en varios órdenes de magnitud; así, el organismo adulto más pequeño descrito hasta la fecha corresponde a *Fabriciola minuta* Rouse, 1996, que mide 0.85 mm de longitud y cuenta con 11 segmentos. En contraste, *Sabella spallanzanii* Gmelin, 1791, alcanza los 45 cm de longitud y cuenta con cientos de segmentos (Giangrande *et al.*, 2000).

### Sistemática

Sabellidae constituye una de las familias más derivadas de la clase Polychaeta. Su gran diversidad se ve reflejada en las ~500 especies de sabélidos que han sido descritas en el mundo (Rouse, 2001). Sabellidae es monofilética y se agrupa con tres sinapomorfias setales: 1) uncinos torácicos neuropodiales con una serie de dientes pequeños sobre el diente principal; 2) uncinos con manubrio; y 3) neurosetas abdominales limbadas (Fitzhugh 1989).

En Sabellidae se reconocen dos subfamilias: Sabellinae y Fabriciinae. Sabellinae agrupa a especies que presentan un esqueleto radiolar compuesto por dos o más hileras de células y Fabriciinae es diagnosticada por varias sinapomorfias que incluyen la presencia de corazones branquiales, la ausencia de labios ventrales, la presencia de uncinos abdominales con un manubrio bastante alargado y la presencia de una espermateca (Fitzhugh, 1989; Rouse & Fitzhugh, 1994, Rouse, 1995).

En su análisis cladístico, Fitzhugh (1989) incluyó a las familias monotípicas Caobangiidae y Sabellongidae en el que *Caobangia* y *Sabellonga* Hartman, 1969, resultaron anidados dentro de Sabellidae; el primero formando un clado basal dentro de la subfamilia Fabriciinae y el segundo, un clado derivado en la subfamilia Sabellinae. El mismo autor sugirió más tarde que con la inclusión de *Caobangia* en Sabellinae, Fabriciinae formaría un grupo morfológicamente uniforme, no solo por la presencia del manubrio en los uncinos abdominales, sino también por la presencia de los corazones branquiales (Fitzhugh, 1991). Después, Rouse & Fitzhugh (1994) incluyeron en un nuevo análisis a *Caobangia*, resultando éste género basal a Fabriciinae. Posteriormente, Fitzhugh & Rouse (1999) brindaron la posibilidad de reconocer a *Caobangia* como una subfamilia dentro de Sabellida pero en un nuevo estudio, *Caobangia* resultó el género más apomórfico de la familia Fitzhugh (2003). En consecuencia, la revisión de *Caobangia* es necesaria para justificar y/o delimitar su ubicación en la familia.

Un análisis basado en datos moleculares de algunos fabricinos, sabélinos y serpúlidos, muestra que Sabellidae no constituye un grupo monofilético por contener a Serpulidae (Kupriyanova & Rouse, 2008). En el mismo trabajo, Fabriciinae es elevado a nivel de familia (Fabriciidae). Dado que dicha contribución es

muy reciente, en este capítulo se mantiene el reconocimiento tradicional de las dos subfamilias.

Respecto al conocimiento de los sabélidos para el Gran Caribe (GC), se puede considerar que su estudio ha tenido un buen progreso, aunque es importante destacar que existe un hueco en el conocimiento de los fabricinos. Así, en el catálogo más reciente de la familia se enlistan 22 géneros y 51 especies (Tovar-Hernández & Salazar-Silva, 2008). Fabriciinae está representada por 10 especies y seis géneros, mientras que Sabellinae, por 41 especies y 16 géneros. Dieciséis especies que fueron descritas originalmente para la región del GC se reconocen hoy en día como no válidas, mientras que 11 registros permanecen cuestionables hasta que alguna revisión sustente su distribución.

Por su parte, el estudio de sabélidos de la región del Pacífico oriental tropical (POT) se encuentra abandonado y requiere atención no sólo en el caso de los fabricinos, ya que existen numerosos registros cuestionables de especies cuyas localidades tipo son muy distantes del área en cuestión (*e.g.* Noruega, Islandia, Rusia), en los que no se proporcionan diagnósis ni ilustraciones de caracteres que permitan confirmar la identidad de las especies, y en los que no se han corroborado las identificaciones con materiales tipo o de otras localidades. Así, en el listado de especies del POT, Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa (2004) enlistan 63 especies, de las cuales 23 son cuestionables, nueve han sido sinonimizadas y 31 especies tienen registros confiables.

Para el sur de California en EUA y la costa occidental de la península de Baja California, que pertenecen a la Provincia Californiana (PC), se han registrado 22 especies de sabélidos, dos de las cuales son registros cuestionables.

## Morfología

Los sabélidos tienen el cuerpo heterómero, reconociéndose dos regiones, el tórax y el abdomen y por la presencia de una corona branquial derivada del prostomio (Fig. 1A). Las regiones posteriores se distinguen por el fenómeno de inversión setal, en el que las notosetas cambian de una posición dorsal en el tórax, a una ventral en el abdomen; mientras que las neurosetas (uncinos) cambian de una posición ventral en el tórax, a una dorsal en el abdomen (Figs. 6A-B). Esta torsión es fácilmente distinguible por la presencia del surco fecal, que es un canal ciliado cuya función es la remoción de las heces hacia fuera del tubo. El canal corre del ano ventral a lo largo del abdomen (Fig. 1A) y después gira hacia el lado dorsal del cuerpo, atravesando el tórax y terminando justo en el peristomio (Fig. 1K). Esta modificación corporal se debe posiblemente a la adaptación de esta familia, cuyos miembros construyen tubos con una sola apertura para el retiro eficaz de las heces fecales sin contaminar el área bucal.

**Corona branquial.** La corona branquial comprende dos lóbulos branquiales, mismos que incluyen los filamentos branquiales o radiolos (Fig. 1B). Los lóbulos branquiales son la parte más proximal de la corona y están unidos al peristomio. Los lóbulos se encuentran situados a cada lado de la boca y regularmente son curvos (Fig. 1C). Los lóbulos pueden estar completamente separados uno de otro, como sucede con los fabricinos, o estar fusionados dorsalmente (Fig. 1C), dando una forma de "U" invertida tal como ocurre en los sabélinos (Fitzhugh, 1989).

La base de la corona branquial o lámina basal (Fig. 1F) puede ser muy corta en algunos géneros (*Amphicorina* y *Fabriciinae*), mientras que en otros resulta ser muy larga (*e.g.* *Anamobaea*, *Hypsicomus* y *Notaulax*). Esta característica pudiera estar relacionada con el tamaño del organismo y con el ambiente en el que viven, ya que una corona larga provee un buen soporte y rigidez para mantener

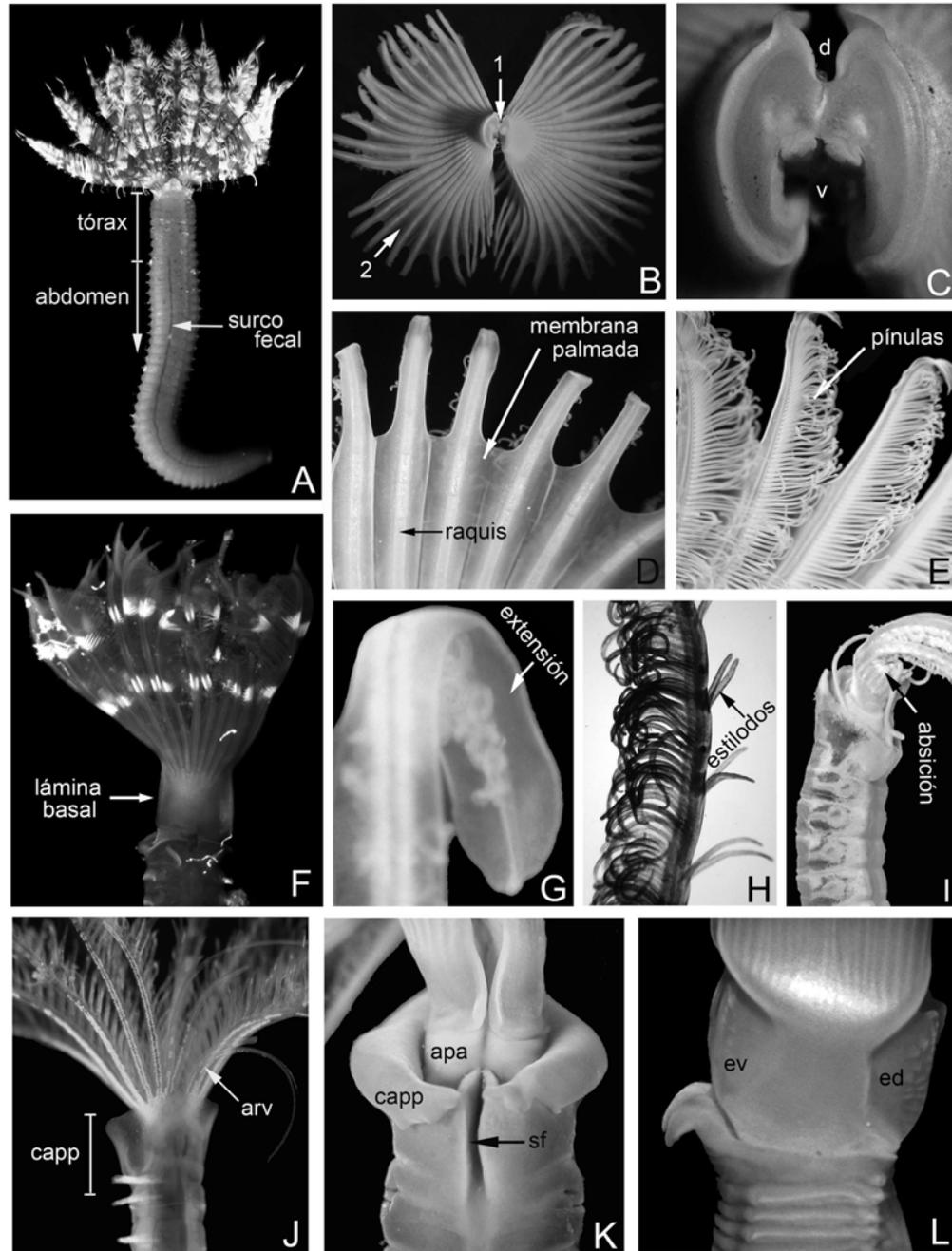


Figura 1. División corporal, peristomio y estructuras de la corona branquial. A) Cuerpo entero, VV, B) corona branquial invertida, vista posterior, C) lóbulos branquiales invertidos, vista posterior, D) membrana palmada y raquis radiolar, E) pínulas, F) corona branquial, G) salientes radiolares, H) estilodos, I) zona de absición radiolar, J) corona y primeros setígeros torácicos, K) peristomio en un sabélino, L) extensiones de la lámina basal. Abreviaturas: *apa*= anillo peristomial anterior; *arv*= apéndice radiolar ventral; *capp*= collar del anillo peristomial posterior; *d*= dorsal; *ed*= extensión dorsal; *sf*= surco fecal; *ev*= extensión ventral; *v*= ventral; 1= lóbulos branquiales; 2= radiolos. A, F: Humberto Bahena, J: Leslie Harris.

su posición vertical y para resistir los ataques de sus depredadores. La base de la corona puede tener extensiones dorsales como en *Pseudopotamilla* Bush, 1904, o extensiones dorsales y ventrales como en *Anamobaea* (Fig. 1L), que se denominan extensiones basales dorsales y ventrales, respectivamente.

A lo largo del margen distal de la base de la corona se proyectan, en forma de "C" o en espiral, unos filamentos llamados radiolos (Fig. 1B), cuyo número es altamente variable (de tres pares en fabricinos, hasta cientos de ellos en *Sabellastarte*). El margen externo o raquis de los radiolos, puede ser plano (Fig. 1D) o curvo (e.g. *Sabella* Linnaeus, 1767, *Schizobranchia* Bush, 1904). En *Megalomma*, el par más dorsal de radiolos es notablemente más largo y grueso que el resto. Cada radiolo contiene pínulas en su margen interior (Fig. 1E). Las pínulas son estructuras ciliadas cuya función es el transporte de partículas de alimento hacia la boca a través de un canal. Las pínulas cubren casi por completo la extensión del radiolo, pueden tener la misma longitud a lo largo del radiolo, o ser más largas en la parte media del radiolo, o en el último tercio del radiolo.

En algunos géneros, los radiolos pueden estar unidos por una membrana palmada que es transparente, delgada y muy frágil (Fig. 1D). En algunos géneros la membrana está bien desarrollada y puede extenderse hasta tres cuartas partes de la corona, lo que le da la apariencia de cono (e.g. *Amphicorina*, *Euchone*, *Notaulax*, *Myxicola*), mientras que en otros es muy corta y suele romperse con facilidad. Los radiolos pueden tener salientes radiolares que pueden ser 1) extensiones laterales del epitelio (Fig. 1G), transparentes y frágiles, anchas o delgadas, continuas como en *Chone*, o discontinuas en algunos *Notaulax* y *Bispira*; o 2) extensiones sostenidas por un esqueleto cartilaginoso (algunas especies de *Bispira*). *Branchiomma*, por su parte, tiene radiolos con estilodos, que son proyecciones del epitelio (Fig. 1H). Los estilodos se distribuyen

en pares, pueden ser cilíndricos o aplanados, simétricos o asimétricos, digitiformes, filiformes (Fig. 1H) o foliosos, en forma de lengua. *Pseudobranchiomma* Jones, 1962, presenta pseudoestilodos que son proyecciones poco conspicuas del epitelio (Fig. 5G), también distribuidos en pares.

Algunos géneros tienen ojos compuestos en los radiolos. Así, en *Megalomma* o en *Stylomma* Knight-Jones, 1997, los ojos son subdistales (Fig. 2E). En *Pseudopotamilla* los ojos no tienen patrón definido en los radiolos dorsales (excepto el par más dorsal). En *Bispira* (Fig. 2A) y *Branchiomma* (Fig. 2D) los ojos son pareados y se distribuyen a lo largo del radiolo. Otros géneros presentan ojos simples distribuidos en hileras irregulares (Fig. 2B) o regulares (Fig. 2C) como en *Notaulax*. Algunas especies pueden presentar manchas oculares en los radiolos (órganos sensitivos), que a menudo tienden a confundirse con la pigmentación radiolar (Fig. 2H).

En la mayoría de los sabélidos la región distal de los radiolos es entera (Fig. 1E), pero en *Schizobranchia* es bifurcada (Fig. 5F). La forma y longitud de las puntas radiolares es muy variable, inclusive entre especies del mismo género (Figs. 1E, 2G, 5G). En *Claviramus* Fitzhugh, 2002, las puntas son foliáceas (Fig. 2F), en otros géneros son filiformes y pueden ser tan largas como la corona, tal como ocurre en algunas especies de *Euchone* y *Amphicorina*. *Jasmineira* tiene puntos de ruptura especializados en los radiolos dorsales, cerca de la base de la corona branquial (Fig. 1I), que se denomina zona de autotomía, zona de absición o zona de autoamputación y funciona para la pérdida deliberada de apéndices en esos puntos de ruptura. Por ello, es común encontrar numerosos especímenes en muestras de sedimentos cuyas coronas tienen un corte perfecto en los radiolos dorsales, cerca de la base de la corona; cuando esto sucede es muy factible que los ejemplares correspondan a *Jasmineira*.

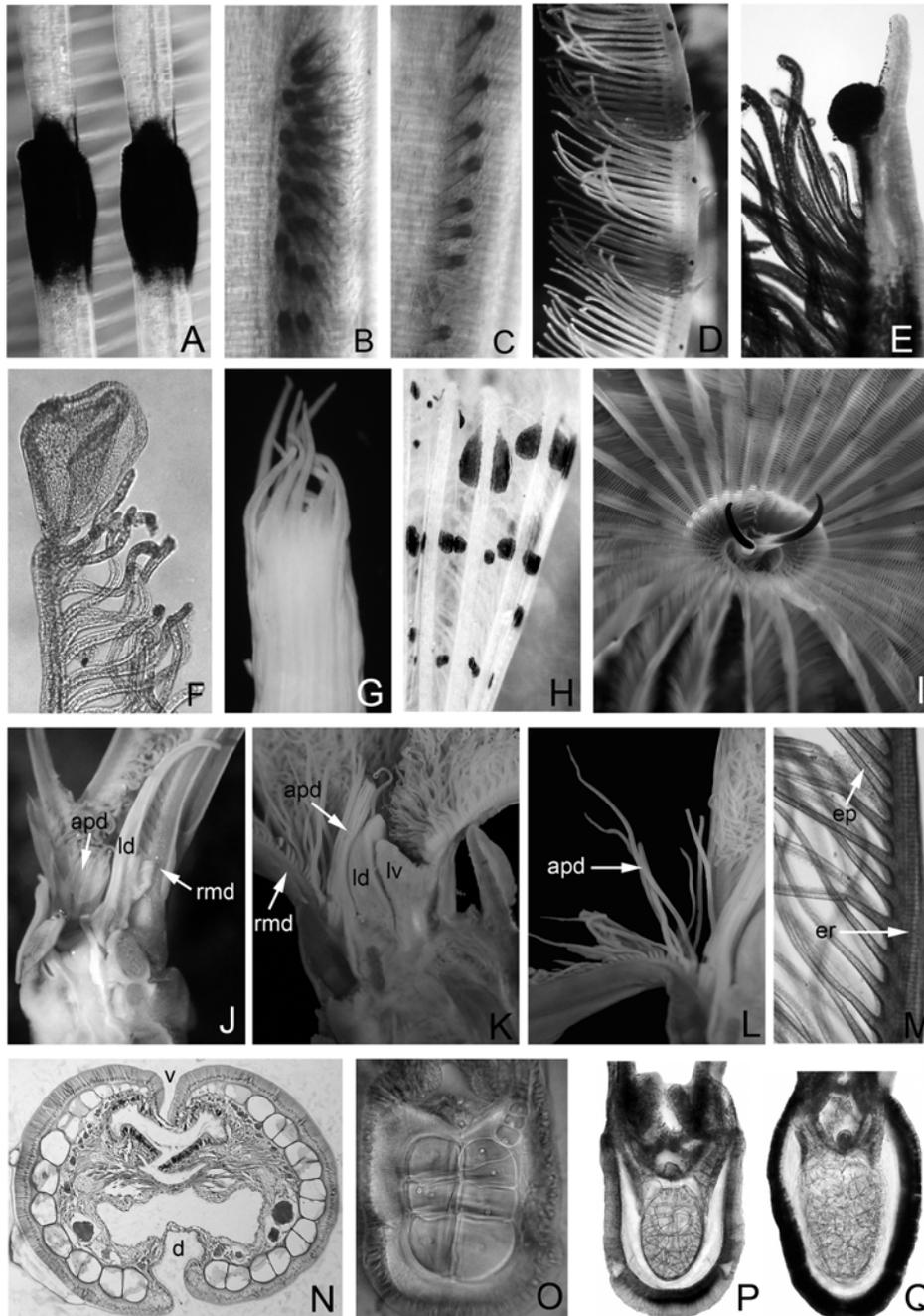


Figura 2. Estructuras externas e internas de la corona branquial. A) Ojos y pigmentación bandeada, B) ojos simples dispuestos en grupo, C) ojos simples en hilera, D) ojos simples pareados (solo se muestra el lado izquierdo), E) ojo subdistal, F) punta radiolar foliácea, G) puntas radiolares digitiformes, H) pigmentación radiolar (no manchas oculares), I-L) apéndices internos de la corona branquial, M) esqueleto en radiolo, N) corte de la base de la corona braquial teñido con hematoxilina-eosina, O-P) corte transversal de la base de los radiolos mostrando las células cartilaginosas. A, I, M) *Bispira*, B-C) *Notaulax*, D) *Branchiomma*, E, P-Q) *Megalomma*, F) *Claviramus*, G, J-L, N) *Chone*, H) *Dialychone*, O) *Anamobaea*. Abreviaciones: *apd*= apéndices pinulares dorsales; *arv*= apéndices radiolares ventrales; *ep*= esqueleto pinular; *er*= esqueleto radiolar; *cvg*= cojinete ventral glandular; *d*= dorsal; *ld*= labio dorsal; *lv*= labio ventral; *rmd*= radiolo más dorsal; *v*= ventral. A, I: Leslie Harris.

Internamente, en la base de la corona se encuentran los labios dorsales y labios ventrales (Figs. 2I-K). Fabriciinae carece de labios ventrales, mientras que Sabellinae presenta ambos apéndices: labios dorsales y ventrales, excepto *Amphiglana* Claparède, 1864, que carece de labios ventrales. La forma y extensión de los labios dorsales varían enormemente, éstos pueden ser redondeados (Fig. 2K) o pequeños, en forma de lóbulo (Figs. 5A-B), o triangulares, largos y erectos (Figs. 2I-J). Los labios dorsales pueden presentar un eje medio, referido frecuentemente como costilla media o apéndice radiolar dorsal, que corre a su largo y su función es de soporte. Cuando el eje está presente, el labio dorsal forma una lamela lateral a cada lado del eje, cuya forma y longitud es variable entre los géneros. Hasta hace pocos años se consideraba que si el labio dorsal tenía un eje o costilla media, entonces también presentaba una extensión del esqueleto radiolar. No obstante, Fitzhugh (2003) demostró que puede haber labios dorsales con costilla media en los que pueden presentar o no una extensión del esqueleto. En consecuencia, el estudio de dicho carácter ha servido para clarificar la filogenia de algunos géneros (Tovar-Hernández, 2008).

Para confirmar la presencia o ausencia de la extensión del esqueleto en los labios dorsales puede utilizarse el protocolo para la técnica histológica con Hematoxilina-Eosina, aunque los cortes rústicos hechos a mano dan también buenos resultados. Para ello, es necesario retirar el apéndice desde su base para después montarlo en un portaobjetos. Después se hacen cortes tan finos como sea posible con una navaja de rasurar, justo en la base del apéndice. Los cortes se colocan en otro portaobjetos con alcohol-glicerol, se cubren y se observan al microscopio. De estar presentes, las células cartilaginosas son hialinas, cuentan con un núcleo fácilmente distinguible y son similares a las células esqueléticas de los radiolos (Fig. 2O) aunque más pequeñas.

Algunas especies pueden contar con apéndices pinulares dorsales que son pínulas modificadas (Figs. 2J-L) y/o apéndices radiolares ventrales, que son radiolos sin pínulas (Fig. 1J). Su número y longitud dependen de la talla del organismo, por lo que no se considera de importancia taxonómica, pero su presencia o ausencia sí. Los Fabriciinae pueden tener apéndices filamentosos ventrales, vascularizados (Figs. 5A-D) o no vascularizados, ramificados (Fig. 5C) o no ramificados (Figs. 5A-B, D) y corazones branquiales ubicados en la base de la corona branquial (Figs. 4C-D, 5E).

Los fabricinos carecen de esqueleto radiolar, excepto *Fabriciola* Friedrich, 1939, que cuenta con una hilera simple de células (Rouse, 1996). En los sabélinos, la construcción interna de la corona branquial está compuesta en su base por una masa central de esqueleto cartilaginoso y dos barras laterales o cuernos de esqueleto, ambas completamente independientes una de otra (Fig. 2N). La masa central de esqueleto se localiza justo por encima del ganglio subesofágico o cerebro (Tovar-Hernández & Sosa-Rodríguez, 2006). Las barras o cuernos laterales de cartílago inician en la base de los lóbulos branquiales y se extienden a través de los radiolos para formar el esqueleto radiolar (Fig. 2M) y después hacia las pínulas, formando el esqueleto pinular (Fig. 2M). El esqueleto radiolar está formando por unas 2-16 células (Figs. 2O-Q).

Para conocer el número de células cartilaginosas en los radiolos basta con hacer cortes rústicos con una navaja de rasurar en la base de los radiolos; montar los cortes en un portaobjetos y observar al microscopio de acuerdo con la técnica antes descrita para los labios dorsales.

**Prostomio y peristomio.** La cabeza de los sabélidos está muy transformada, con el prostomio modificado en una corona branquial (Fig. 1A) y el peristomio modificado en una estructura a la que, en ambas subfamilias, se le ha referido indistintamente como collar. Aunque la forma del collar parece similar entre algunos

fabricinos y sabélinos, esta estructura no es homóloga. Es decir, el collar en fabricinos y sabélinos tiene un origen diferente y, en consecuencia, no comparten la misma historia evolutiva. Las diferencias del peristomio en Fabriciinae y en Sabellinae se esquematizan en las Figs. 4A–B y se describen a continuación:

En Fabriciinae, el peristomio está claramente dividido en dos anillos, uno anterior y otro posterior (Figs. 4A, D, G–H, K). El margen anterior del anillo peristomial anterior es muy variable. Este puede ser: 1) un collar membranoso delgado o, correctamente dicho, collar del anillo peristomial anterior, que es una extensión del anillo anterior del peristomio (e.g. *Fabriciola*, *Manayunkia*, *Pseudofabriciola* Fitzhugh, 1990c) (Figs. 4A, D), 2) un lóbulo ventral ancho y triangular, un lóbulo en forma de labio (e.g. *Augeneriella* Banse, 1957, *Fabricia* de Blainville, 1828, *Novafabricia* Fitzhugh, 1990c) (Fig. 4K), o 3) un lóbulo pequeño (e.g. *Fabricinuda* Fitzhugh, 1990b) (Figs. 4I–J). El anillo peristomial posterior siempre es visible (Figs. 4A, C–E, F–K), pudiendo ser muy corto (Fig. 4G) o tan largo como el anillo peristomial anterior (Figs. 4D, H) (Fitzhugh, 1989, 1991). Sin embargo, la subfamilia no presenta el collar del anillo peristomial posterior como ocurre en Sabellinae.

En Sabellinae, el peristomio no está claramente dividido en dos anillos, debido a que la anulación que divide el anillo peristomial anterior del anillo peristomial posterior, generalmente es interna, por lo que no es visible, o es parcialmente visible. El anillo peristomial anterior casi siempre se encuentra cubierto, ya sea total (Fig. 1J) o parcialmente (Fig. 1K) por una extensión del anillo peristomial posterior que indistintamente se le ha llamado collar, aunque es más adecuado referirse a ella como collar del anillo peristomial posterior (Figs. 1J–K). En algunas especies, el collar del anillo peristomial posterior es semi-transparente en ejemplares vivos, lo que permite visualizar el anillo peristomial anterior a través

del epitelio, como se puede observar en la Fig. 1J; pero en especímenes fijados tal división no es clara. En los sabélinos el margen anterior del anillo peristomial anterior puede ser 1) un lóbulo ventral ancho y triangular (*Desdemona* Banse, 1957), 2) un lóbulo ventral delgado y triangular, entero, bifido o trifido (e.g. *Amphicorina*, *Chone*, *Sabella* Linnaeus, 1767) que puede o no estar expuesto sobre el margen anterior del collar del anillo peristomial posterior, o 3) un borde somero o superficial (*Potamilla* Malmgren, 1866). A diferencia de Fabriciinae, el collar del anillo peristomial posterior está presente en todos los sabélinos, excepto en *Caobangia*, *Desdemona* y *Amphiglena*, en los que el anillo peristomial posterior es semejante al de los fabricinos. En los casos en que el collar del anillo peristomial posterior está presente, su longitud es variable entre los géneros (Figs. 4L–R) y en algunos géneros el margen anterior puede ser más alto en la parte dorsal que en la ventral, o viceversa, o de la misma altura. En algunos géneros que presentan un collar del anillo peristomial posterior bien desarrollado, también es común la presencia de sacos dorsales o bolsillos, que son huecos entre el collar y el dorso y que pueden presentar márgenes enteros o incisos. Su extensión y grado de fusión con el surco fecal es de utilidad taxonómica en especies de *Megalomma*.

Al menos en Sabellinae, el anillo peristomial anterior está cubierto con cilios, cuya función es eliminar las partículas de sedimento que quedan atrapadas en él; algunas partículas son dirigidas hacia la boca mientras que otras son incorporadas a la columna de agua. En *Laonome* Malmgren, 1866, y en algunas especies de *Amphicorina*, las bandas ciliadas del anillo peristomial anterior se extienden ventralmente hasta el collar del anillo peristomial posterior. Ahí su extensión es variable y aunque tal carácter no se ha considerado para fines taxonómicos, su inclusión en estudios filogenéticos podría dar una mejor resolución de los géneros e inclusive podría ayudar a distinguir entre especies del mismo género. Para observar tal

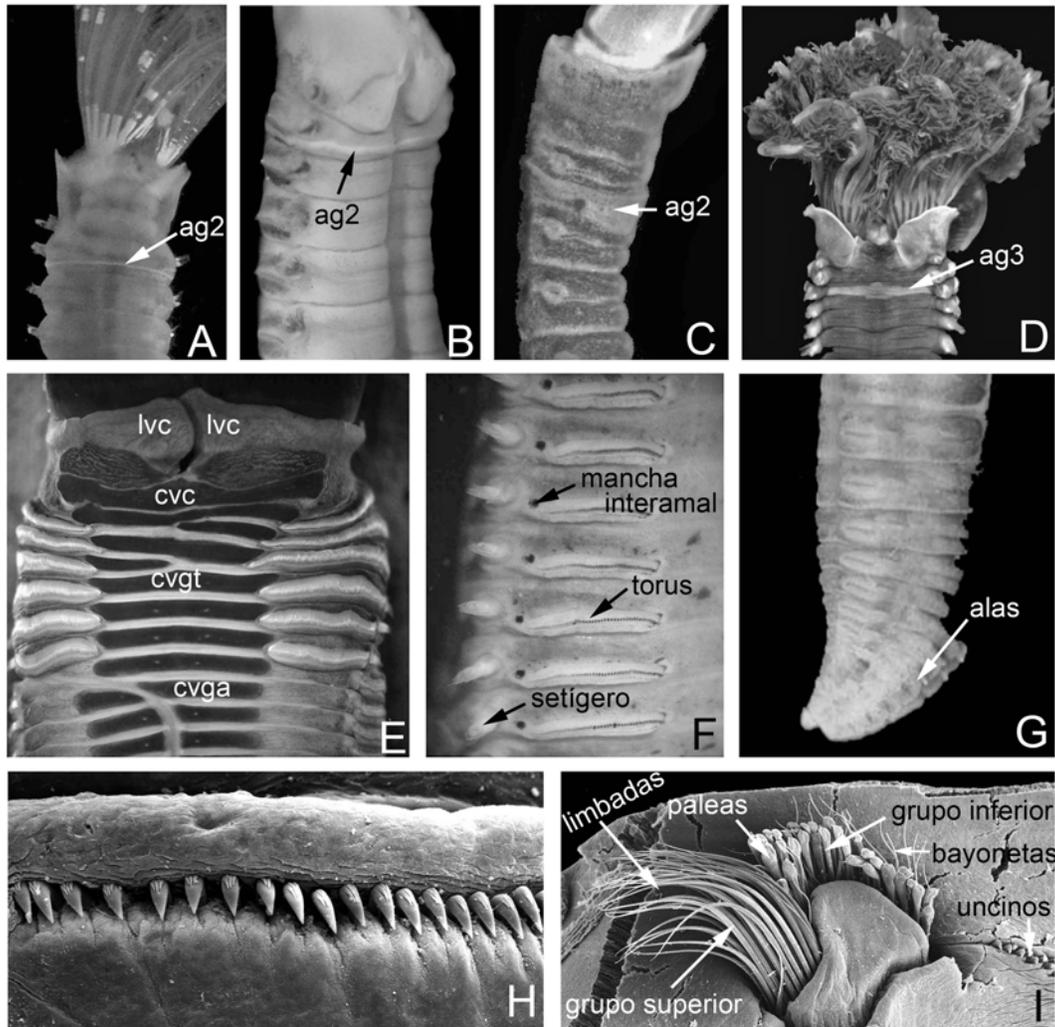


Figura 3. Estructuras del tórax, abdomen y setas. A-C) Anillo glandular en el setigero 2, D) anillo glandular en el setigero 3, E) tórax en vista ventral, F) setígeros abdominales, G) depresión pre-pigial, H) uncinos, I) notópodo torácico. A) *Paradialychone paramollis*, B, G) *Euchone analis*, C) *Dialychone veleronis*, D) *Megalomma coloratum*, E-F) *Sabellastarte magnifica*, H-I) *Chone*. Abreviaciones: ag2= anillo glandular en el setigero 2; ag3= anillo glandular en el setigero 3; cvc= cojinete ventral del collar; cvga= cojinete ventral glandular abdominal; cvgt= cojinete ventral glandular torácico; lvc= lóbulo ventral del collar. A: Leslie Harris.

estructura con microscopía de luz, es necesario teñir los especímenes con verde de metilo. El área que ocupa la banda ciliada se tiñe menos que el resto del epitelio.

Algunos Sabellinae presentan ojos en el anillo peristomial anterior –ojos peristomiales– (Fig. 4M). Todos los Fabriciinae presentan ojos peristomiales que pueden ser negros o rojos, aún en especímenes preservados (Figs. 4C-H, K), y

por tanto han sido empleados en las claves taxonómicas (Fitzhugh, 1998). *Fabrisabella* Hartman, 1969, y *Euchone* presentan espirales vasculares dorsales en el anillo peristomial anterior (Fig. 4L), cuya función es aún desconocida pero podrían ser estatocistos verdaderos. Varios géneros de Sabellinae tienen un cojinete ventral en el collar del anillo peristomial posterior, comúnmente llamado cojinete ventral del collar (Fig. 3E), cuya forma y

grado de desarrollo son de utilidad en sistemática. Algunos sabelinos presentan sacos ventrales o "sacos de arena" como *Anamobaea*, *Bispira*, *Branchiomma*, *Sabella*, *Sabellastarte* y *Stylomma*.

**Tórax.** El tórax tiene un número variable de segmentos, regularmente ocho, pero algunos géneros presentan cuatro como en *Pseudobranchiomma*, 12 en *Amphiglena*, o hasta 74 en *Anamobaea* (Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo 2006). No obstante, el número de segmentos es variable en una sola especie y algunas veces está asociado a fenómenos de regeneración.

En Sabellinae y Fabriciinae el primer setígero sólo presenta notosetas limbadas (Figs. 6C-E). Los segmentos siguientes están equipados con setas y uncinos, mismos que el gusano utiliza para retraerse o contraerse en el interior del tubo, o bien, para fijarse a la pared interior del tubo. Las setas se localizan en el notópodo, mientras que los uncinos en el neurópodo (Fig. 6A).

Las notosetas torácicas forman generalmente dos grupos: superior e inferior (Fig. 3I). En Fabriciinae las inferiores de todos los setígeros son largas, limbadas con el limbo muy delgado (Fig. 6N), o reemplazadas en algunos setígeros por setas espatuladas (Figs. 6I-J) o limbadas con el limbo ancho (Figs. 6K-M). En Sabellinae, las notosetas torácicas inferiores pueden formar un grupo anterior, uno posterior o ambos (Fig. 3I). Las setas contenidas en dichos grupos pueden ser de diferente forma: limbadas, con el limbo delgado (Figs. 3I, 6C-E) o ancho (Figs. 6K-M); tipo espina (Fig. 6N); paleadas (Figs. 6F-G); tipo bayoneta (Fig. 6H); y setas acompañantes que se ubican justo delante de la hilera de uncinos (Fig. 6A). Las setas acompañantes presentan una membrana en forma de gota de agua, ya sea simétrica o asimétrica (Figs. 6O-R). En especímenes de gran talla, la presencia de setas acompañantes es fácilmente detectable en cada torus torácico, ya que forman una hilera de puntos anterior y paralela a la hilera de uncinos. Por el contrario, la

membrana de las setas acompañantes es difícil de observar debido a la posición en que son montadas en el portaobjetos y también porque se rompen con facilidad. En algunos sabelidos las setas emergen de unos lóbulos cónicos que asemejan mucho a los parápodos de los poliquetos errantes, inclusive presentan lóbulos pre-setales y post-setales bien desarrollados, mientras que en la gran mayoría, las setas parecen emerger directamente del tegumento.

En Fabriciinae los uncinos torácicos son aciculares (forma de acícula), con un pecho delgado y manubrios largos, con capucha (Figs. 6U). En Sabellinae los uncinos del tórax pueden ser aciculares o aviculares (en forma de pato) (Figs. 6V, Z) o presentar ambos (*Terebrasabella* Fitzhugh y Rouse, 1999). En ambas subfamilias, los uncinos están equipados con varias hileras de dientes sobre el diente principal (Figs. 6S-Z); sin embargo, su número, tamaño, distribución y extensión sobre el diente principal es muy variable.

Algunos géneros presentan anillos glandulares en el setígero 2, como *Chone* y géneros cercanos (Figs. 3A-C), *Myxicola* y *Potamethus* Chamberlin, 1919. Algunas especies de *Megalomma* presentan un anillo en el segundo (*M. cinctum* Fitzhugh, 2003) y tercer segmento, como *M. coloratum* (Chamberlin, 1919) (Fig. 3D). En *Bispira klautae* Costa-Paiva & Paiva, 2007, *B. porifera* (Grube, 1878) y *B. paraporifera* Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2006, el tórax presenta un epitelio esponjoso prominente en la parte dorsal, quizá con función glandular. Algunos géneros tienen cojinetes ventrales glandulares bien desarrollados (Fig. 3E), mientras que en otros, el epitelio puede ser completa o parcialmente glandular. En géneros cuyos cojinetes ventrales glandulares están presentes, el grado de desarrollo puede ser de utilidad sistemática, así como percibir si están divididos o no en cada segmento. Los géneros *Bispira*, *Branchiomma*, *Pseudobranchiomma*, *Sabellastarte* y *Stylomma*, y algunas especies de *Megalomma*, presentan ojos simples entre el

notópodo y el neurópodo, referidos como manchas inter-ramales (Figs. 3F, 6B).

**Abdomen.** El abdomen, al igual que el tórax, está formado por un número variable de segmentos: desde 2–4 en Fabriciinae, hasta más de 100 en Sabellinae. En el abdomen la posición de setas y uncinos se invierte con respecto al tórax, los notópodos tienen uncinos y los neurópodos setas (Figs. 3F, 6B). En Fabriciinae las setas son limbadas, con el limbo delgado y muy alargadas (Fig. 6N), mientras que los uncinos son generalmente en forma de raspadores de hielo (Fig. 6W). En Sabellinae los fascículos neurosetales se presentan en un grupo anterior, en uno posterior, o ambos: los uncinos abdominales pueden ser como raspadores de hielo con pechos poco desarrollados (*Desdemona*, *Amphicorina*) (Fig. 6X) o con manubrios bien desarrollados (*Caobangia*), o aviculares con pechos expandidos (Fig. 6V) o reducidos (Fig. 6Z) y manubrios ausentes (*Laonome*) o presentes (Fitzhugh, 1991).

Los géneros *Bispira*, *Branchiomma*, *Pseudobranchiomma*, *Sabellastarte* y *Stylomma*, y algunas especies de *Megalomma* presentan ojos simples entre el notópodo y el neurópodo en todos los segmentos del abdomen (Fig. 3F), cuyo tamaño decrece paulatinamente hacia la región posterior. Algunos miembros de *Dialychone* Claparède, 1870 y *Euchone* tienen anillos glandulares en los segmentos del abdomen anterior, similares a los presentes en el segundo segmento torácico.

La región posterior en algunos sabélidos (e.g. *Euchone*, *Dialychone*, *Laonome* y *Paradialychone* Tovar-Hernández, 2008) sufre una depresión prepigidal dorsoventral, tradicionalmente referida como depresión anal, misma que puede tener alas laterales (Figs. 3G, 5I) o ser simple (Fig. 5H). Algunas especies presentan una banda glandular longitudinal en la región posterior del abdomen.

En especímenes preservados la banda es desapercibida, con tinción con verde de metilo, la banda es blancuzca. En la gran mayoría de los sabélidos, las setas de la región posterior son hasta dos veces más largas que las del abdomen anterior y se encuentran dirigidas anteriormente. El pigidio en la mayoría de los sabélidos es un lóbulo semi-esférico (Fig. 5J–K) aunque en algunas especies éste puede ser bilobulado, tetralobulado (Fig. 5M), presentar papilas anales (Fig. 5L), un cirro anal (Fig. 5N) y ojos (Figs. 5J–K).

### Consideraciones

En esta clave se incluyen las especies de las áreas geográficas del Gran Caribe (GC), Pacífico oriental tropical (POT) y la costa occidental de la península de Baja California que pertenece a la Provincia Californiana (PC). La información para el GC proviene de las listas disponibles en Salazar-Vallejo (1996), Tovar-Hernández y Salazar-Vallejo (2006) y Tovar-Hernández y Salazar-Silva (2008). Para el POT la información proviene de Salazar-Vallejo y Londoño Mesa (2004), Gómez y Tovar-Hernández (2008), Tovar-Hernández *et al.* (2009) y de información no publicada, derivada de estudios propios sobre la revisión del género *Megalomma*. Para la PC se incluyen especies registradas por Hartman (1969) para el sur de California, Tovar-Hernández (2007a) e información no publicada derivada de estudios propios. Los registros cuestionables se marcan con “C”. En aquéllos casos en los que algún género esté representado por una sola especie, ésta es incorporada en la clave a los géneros, mientras que la clave para las especies en los géneros con más de una especie, se presenta en orden alfabético. Los superíndices indican notas que se detallan al final de la clave.

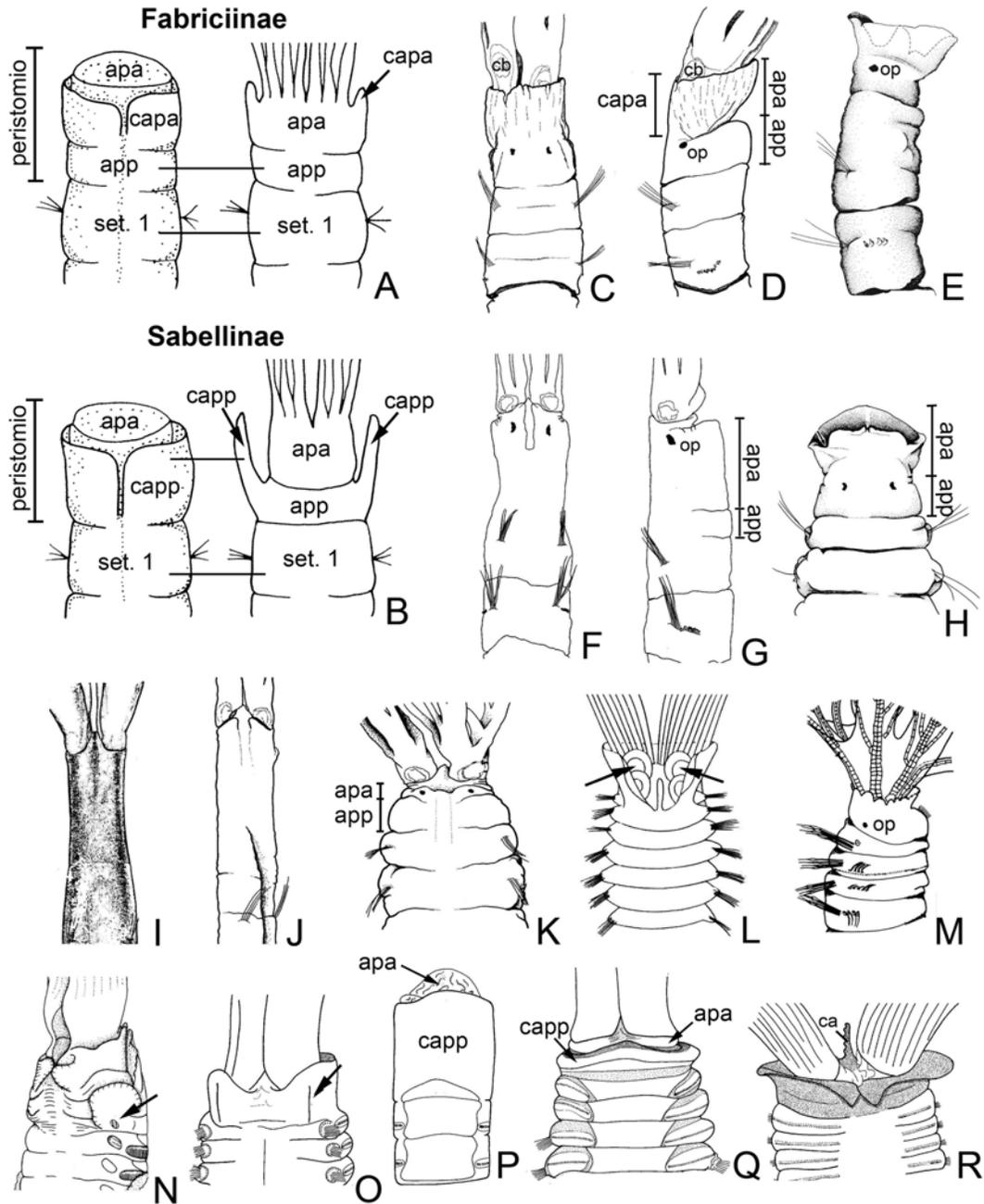


Figura 4. Variaciones del peristomio. A) División del peristomio en Fabriciinae, B) división del peristomio en Sabellinae, C-K) peristomios en fabricínicos, L-R) peristomios en sabélinos, N-O) las flechas indican el setígero 1, L) las flechas indican las espirales peristomiales vasculares. A-B) esquematizados, C-D) *Pseudofabriciola longa*, E) *P. softa*, F-G) *Fabricinuda trilobata*, H) *Pseudofabriciola quassicinsura*, I) *Fabricinuda limnicola*, J) *F. pseudocollaris*, K) *Augeneriella hummelincki*, L) *Fabrisabella vasculosa*, M) *Amphicorina annae*, N) *Hypsicomus* sp., O) *Notaulax midoculi*, P) *N. bahamensis*, Q) *N. nudicollis*, R) *Megalomma lobiferum*. Abreviaciones: *apa*= anillo peristomial anterior; *app*= anillo peristomial posterior; *ca*= carúncula; *capa*= collar del anillo peristomial anterior; *capp*= collar del anillo peristomial posterior; *cb*= corazón branquial; *op*= ojo peristomial; *set. 1*= setígero 1. A-B: Cochrane, 2002; C-D: Fitzhugh, 1990c; E: Fitzhugh, 1996, F-G: Fitzhugh, 1983, H: Fitzhugh, 1996; I, L: Hartman, 1969; J: Fitzhugh 1990b; K: Fitzhugh, 1990a; M: Rouse, 1994; N: Perkins, 1984; O-R: Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2006.

## Clave para géneros

- 1 Abdomen con 2–4 segmentos; radiolos sin esqueleto cartilaginoso; con corazones branquiales (Figs. 4C–D, 5E); lóbulos branquiales separados; ejemplares pequeños (generalmente 1 mm, rara vez mayores a 1 cm) ..... Fabriciinae ..... 2
- Abdomen con numerosos segmentos; radiolos con esqueleto cartilaginoso formado por dos o más hileras de células (Figs. 2M–Q); sin corazones branquiales; lóbulos branquiales fusionados dorsalmente (Fig. 1C); ejemplares medianos a grandes (~1 cm hasta 45 cm) ..... Sabellinae ..... 8
- 2(1) Sin ojos pigidiales; dos pares de radiolos ..... *Manayunkia* Leidy, 1859
- Con ojos pigidiales (Figs. 5J–K); tres pares de radiolos ..... 3
- 3(2) Anillo peristomial anterior con collar bien desarrollado (Fig. 4C), completo medio-dorsalmente, sin un surco distintivo que lo separe ..... *Pseudofabriciola* Fitzhugh, 1990c
- Anillo peristomial anterior sin collar (Fig. 4F) ..... 4
- 4(3) Anillo peristomial anterior sin lóbulo ventral; notosetas torácicas inferiores pseudoespatuladas en los setígeros 3–8 (Figs. 6I–J) ..... *Fabricinuda* Fitzhugh, 1990b
- Anillo peristomial anterior con un lóbulo ventral (Fig. 4K); notosetas torácicas inferiores pseudoespatuladas en los setígeros 3–5, 3–6 o 3–7 ..... 5
- 5(4) Con apéndice filamentoso ventral, vascularizado (Fig. 5C) ..... 6
- Sin apéndice filamentoso ventral ..... 7
- 6(5) Apéndice filamentoso ventral no ramificado ..... *Pseudoaugeneriella* Fitzhugh, 1998 ..... puntas radiolares tan largas como las pínulas; tres setígeros abdominales ..... *P. spongicola* Giangrande, Licciano & Gambi, 2007 GC
- Apéndice filamentoso ventral ramificado (Fig. 5C) ..... *Augeneriella* Banse, 1957 ..... uncinos abdominales con manubrio dos veces más largo que la región dentada; notosetas torácicas inferiores pseudoespatuladas en los setígeros 3–6 ..... *A. hummelincki* Banse, 1957 GC
- 7(5) Labios dorsales fusionados con la pínula más proximal (Fig. 5E) ..... *Novafabricia* Fitzhugh, 1990c ..... manubrio de los uncinos abdominales dos veces más largo que la región dentada; collar indistinto dorsalmente, separado por el surco fecal ..... *N. infratorquata* (Fitzhugh, 1983) GC
- Labios dorsales no fusionados con la pínula más proximal ..... *Fabricia* de Blainville, 1828<sup>1</sup>
- 8(1) Tori del abdomen formando cinturones completos alrededor del cuerpo ..... *Myxicola* Meneghini *in* Renier, 1847 ..... membrana palmada cubre casi toda la extensión radiolar; lóbulo ventral del collar triangular ..... *M. infundibulum* (Renier, 1804) POT C y PC C<sup>2</sup>
- Tori del abdomen no forman cinturones ..... 9

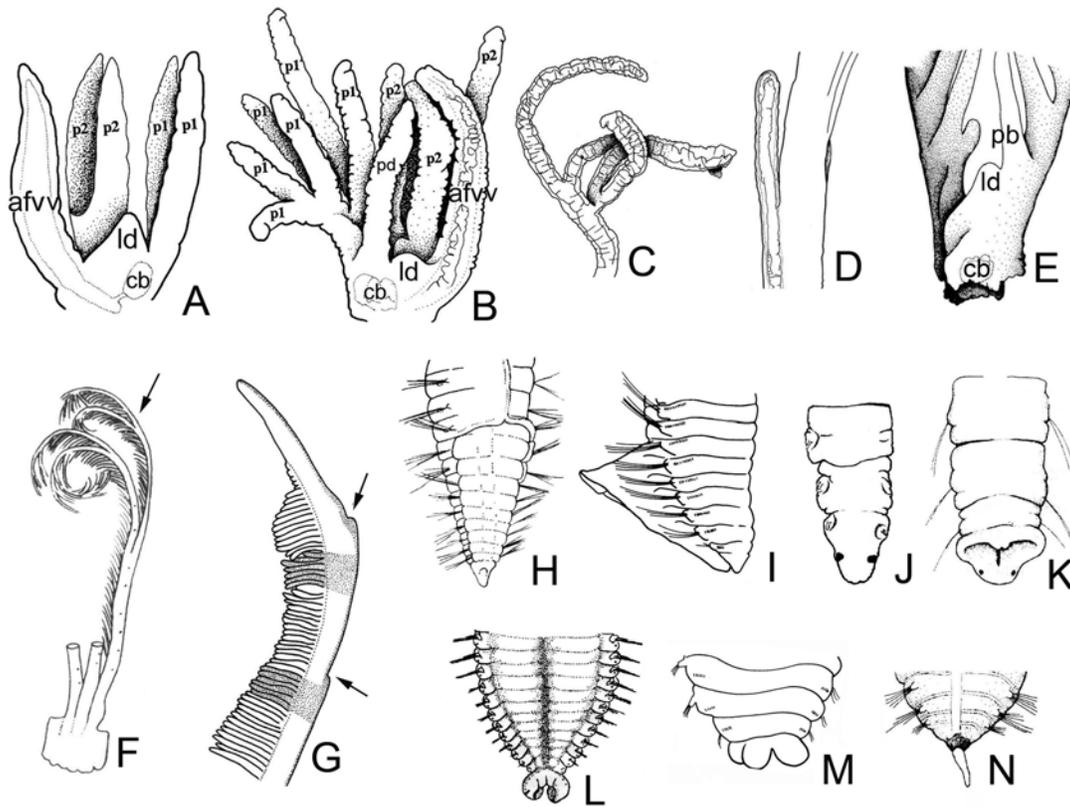


Figura 5. Apéndices de la corona branquial, segmentos posteriores del abdomen y apéndices pigidiales. A-B) Apéndices branquiales de *Manayunkia*, C) apéndice filamentoso ventral ramificado, D) apéndice filamentoso ventral no ramificado, E) labio dorsal fusionado con la pínula basal del radiolo dorsal, F) radiolo con bifurcación indicado con una flecha, G) pseudoestilodos indicados con flechas, H) depresión pre-pigidial simple, I) depresión pre-pigidial con alas laterales, J-K) ojos pigidiales, L) papilas anales, M) pigidio, N) cirro anal. A) *Manayunkia aestuarina*, B) *Manayunkia speciosa*, C) *Augeneriella*, D-E) *Novafabricia*, F) *Squizobranchia*, G) *Pseudobranchiomma emersoni*, H) *Euchone limnicola*, I) *E. analis*, J) *Fabricia*, K) *Pseudofabriciola*, L) *Sabella*, M) *Bispira brunnea*, N) *Chone*. Abreviaciones: *afvv*= apéndice filamentoso ventral vascularizado; *cb*= corazón branquial; *ld*= labio dorsal; *pb*= pínula basal; *p1*= pínula del radiolo más dorsal; *p2*= pínula del radiolo más ventral; *pd*= pínula desplazada. A-B: Fitzhugh, 1992; C: Fitzhugh, 1990a; D-E: Fitzhugh, 1990c; F, H: Hartman, 1969; G: Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2006; I: Banse, 1972, J: Fitzhugh, 1989, K: Fitzhugh *et al.*, 1994, L: Nicol, 1931, M: Tovar-Hernández & Pineda-Vera, 2008, N: Southern, 1914.

- 9(8) Uncinos torácicos aciculares y aviculares ... *Terebrasabella* Fitzhugh & Rouse, 1999 ...  
 uncinos torácicos aciculares heterodontos; uncinos abdominales aciculares heterodontos y  
 con manubrio largo ..... *T. heterouncinata* Fitzhugh & Rouse, 1999 PC<sup>3</sup>  
 - Uncinos torácicos aciculares (Fig. 6U) ..... 10  
 - Uncinos torácicos aviculares (Figs. 6S, V, Y-Z) ..... 16
- 10(9) Uncinos abdominales con manubrio alargado, pecho reducido, ligeramente curvo (Fig.  
 6Z) ..... 11  
 - Uncinos abdominales sin manubrio o manubrio reducido (Fig. 6T); pecho bien definido,  
 cuadrangular (Fig. 6Y) ..... 12

- 11(10) Sin membrana palmada; sin espirales vasculares peristomiales; con apéndice radiolar dorsal; con setas bayonetas ... *Jasmineira* Langerhans, 1880 ... lóbulos ventrales del collar redondeados ..... *J. bilobata* Day, 1973 GC  
 - Con membrana palmada; con espirales vasculares peristomiales (Fig. 4L); sin apéndice radiolar dorsal; sin setas bayonetas ..... *Fabrisabella* Hartman, 1969
- 12(10) Región posterior del cuerpo sin depresión pre-pigidial ..... 13  
 - Región posterior del cuerpo con depresión pre-pigidial (Figs. 3G, 5H-I) ..... 14
- 13(12) Uncinos abdominales con numerosas (+8) hileras de dientes homodontos sobre el diente principal; diente principal reducido (Fig. 6X) ..... *Amphicorina* Claparède, 1864  
 - Uncinos abdominales con pocas (4-5) hileras de dientes homodontos sobre el diente principal; diente principal bien desarrollado (Fig. 6Y) ..... *Chone* Krøyer, 1856<sup>4</sup>
- 14(12) Setas torácicas limbadas (con limbo ancho) (Fig. 6E) ..... *Euchone* Malmgren, 1866<sup>5</sup>  
 - Setas torácicas paleadas (Fig. 3I, 6G) ..... 15
- 15(14) Uncinos de segmentos abdominales anteriores con dientes homodontos sobre el diente principal; uncinos torácicos con dientes que decrecen gradualmente sobre el diente principal *Dialychone* Claparède, 1870<sup>6</sup>  
 - Uncinos de segmentos abdominales anteriores con un diente muy grande encima del diente principal, seguido de una serie de dientes pequeños; uncinos torácicos con un diente grande principal seguido de una serie de dientes pequeños .....  
 ..... *Paradialychone* Tovar-Hernández, 2008
- 16(9) Uncinos torácicos con manubrio muy largo (tres veces la distancia entre la cresta y el pecho) .....*Potamethus* Chamberlin, 1919 ..... lóbulos ventrales del collar muy prolongados ...  
 ..... *P. spathiferus* (Ehlers, 1887) GC  
 - Uncinos torácicos con manubrio corto (más corto que la distancia entre la cresta y el pecho (Fig. 6S), mediano (tan largo o 1.5 veces la distancia entre la cresta y el pecho (Fig. 6V)) o ausente ..... 17
- 17(16) Abdomen con tori formando lóbulos cónicos erectos ..... 18  
 - Abdomen con tori formando crestas transversales someras ..... 22
- 18(17) Con setas acompañantes (Figs. 6P-R) ..... 19  
 - Sin setas acompañantes ..... 20
- 19(18) Neurosetas abdominales dispuestas en un espiral incompleto o en forma de "C" .....  
 ..... *Bispira* Krøyer, 1856  
 - Neurosetas abdominales dispuestas en una espiral apretada ..... *Sabella* Linnaeus, 1767<sup>7</sup>
- 20(18) Radiolos sin estilodos ..... *Sabellastarte* Krøyer, 1856  
 - Radiolos con estilodos (Fig. 1H) ..... 21

- 21(20) Estilodos poco desarrollados (pseudostilodos) (Fig. 5G); con o sin ojos radiolares compuestos ..... *Pseudobranchiomma* Jones, 1962  
 - Estilodos bien desarrollados (Fig. 1H); con ojos radiolares compuestos y pareados .....  
 ..... *Branchiomma* Kölliker, 1858
- 22(17) Abdomen con neurosetas paleadas (Figs. 6F-G) ..... 23  
 - Abdomen sin neurosetas paleadas ..... 25
- 23(22) Base de la corona con extensiones basales dorsales y ventrales (Fig. 1L) .....  
 ..... *Anamobaea* Krøyer, 1856  
 - Base de la corona sin extensiones basales ..... 24
- 24(23) Setígero 1 con setas arregladas en hilera transversa (Fig. 4O) ..... *Notaulax* Tauber, 1879  
 - Setígero 1 con setas arregladas en grupo fascículo (Fig. 4N) ..... *Hypsicomus* Grube, 1870<sup>8</sup>
- 25(22) Notosetas torácicas inferiores alargadas con cubierta ancha y o fusiforme, puntas largas (Fig. 6E) ..... 26  
 - Notosetas torácicas inferiores cortas con cubierta ancha y puntas cortas (en forma de palea) (Fig. 6F) ..... 27
- 26(25) Radiolos con ojos compuestos subdistales (Fig. 2E) ..... *Megalomma* Johansson, 1925  
 - Radiolos sin ojos compuestos subdistales ..... *Demonax* Kinberg, 1867
- 27(25) Radiolos con ojos compuestos proximales ..... 28  
 - Radiolos sin ojos compuestos proximales ..... 29
- 28(27) Par de radiolos más dorsal con ojos; radiolos en espiral, más de 20 pares, en ocasiones ramificados dicotómicamente (Fig. 5F) . . . *Eudistylia* Bush, 1904 . . . ojos negros en una hilera; base de la corona branquial con muescas laterales ..... *E. polymorpha* (Johnson, 1901) POT, PC  
 - Par de radiolos más dorsal sin ojos; radiolos en forma de "C", menos de 20 pares, no ramificados dicotómicamente ..... *Pseudopotamilla* Bush, 1904
- 29(27) Radiolos unidos por una membrana ..... *Potamilla* Malmgren, 1866  
 - Radiolos libres desde la base ..... 30
- 30(29) Uncinos torácicos reemplazados por espinas en los setígeros 5-7 ... *Potaspina* Hartman, 1969 ... radiolos sin membrana; sin ojos; lóbulos ventrales del collar triangulares .....  
 ..... *P. pacifica* Hartman, 1969 PC<sup>9</sup>  
 - Uncinos torácicos no reemplazados por espinas en los setígeros 5-7 ..... 31
- 31(30) Uncinos de los últimos cinco setígeros abdominales reemplazados por espinas falcadas, largas y delgadas ... *Sabellonga* Hartman, 1969 ... 13 segmentos torácicos; notosetas torácicas paleadas; con setas acompañantes ..... *S. disjuncta* Hartman, 1969 PC<sup>10</sup>  
 - Uncinos de los últimos cinco setígeros abdominales no reemplazados por espinas ..... 32

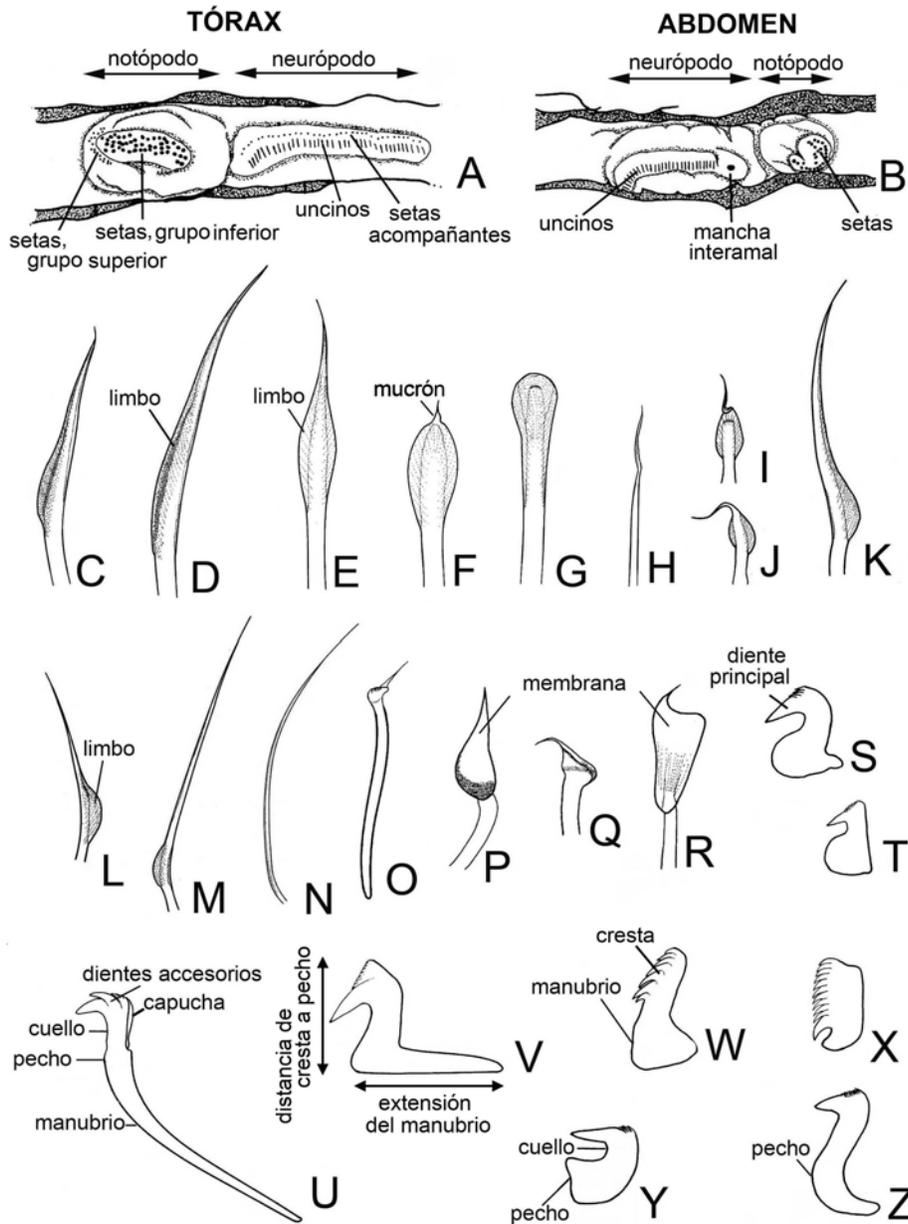


Figura 6. Distribución y diversidad de setas y uncinos en tórax y abdomen. A) Distribución de las setas en el tórax, B) distribución de setas en el abdomen, C-E) setas limbadas, F-G) setas paleadas, H) seta bayoneta, I-J) setas pseudoespatuladas, K-M) setas limbadas con limbo ancho, N) seta limbada delgada y larga, O-R) setas acompañantes, S-Z) uncinos. A-Z): Fitzhugh (1989).

32(31) Sin collar del anillo peristomial posterior ... *Amphiglena* Claparède, 1864 ... anillo peristomial posterior delgado, de la misma altura, no proyectado ventralmente .....  
 ..... *A. jimenezi* Capa & López, 2004 POT  
 - Con collar ..... 33

- 33(32) Uncinos torácicos y abdominales sin manubrio ... *Laonome* Malmgren, 1866 . . . labios ventrales fusionados ..... *L. salmacidis* Claparède, 1870 POT C<sup>11</sup>  
 - Uncinos torácicos y abdominales con manubrio ..... *Perkinsiana* Knight-Jones, 1983

#### Comentarios

- 1) *Fabricia sabella* fue descrita para Helgoland en el Mar del Norte y Hartman (1969) la registró para California central. Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa (2004) la incluyeron en el listado del POT pero las referencias citadas por dichos autores no registran la especie para el POT.
- 2) *Myxicola infundibulum* fue descrita para el Mar Mediterráneo y aunque ha sido registrada para California y el Golfo de California, su distribución en el Pacífico mexicano es cuestionable.
- 3) *Terebrasabella heterouncinata*, especie descrita para el sur de África, es un sabélido parásito que utiliza como sustrato las conchas del abulón *Haliotis midae*, que se sabe fue introducido en California en EUA para fines de cultivo (Culver & Kuris, 2004). Se ha registrado su presencia en los cultivos de abulón en Chile (Moreno *et al.* 2006). No se descarta que el sabélido se encuentre en la costa occidental de la Península de Baja California.
- 4) *Chone* fue enmendado por Tovar-Hernández & Sosa-Rodríguez (2006) y su monofilia confirmada en Tovar-Hernández (2008). Como resultado, gran parte de las especies descritas en *Chone* fueron transferidas a *Dialychone* y *Paradialychone*. Por otro lado, la distribución de *Chone infundibuliformis* y *C. i. fauveli* (especies registradas previamente para el POT) fue restringida para el Océano Ártico en el caso de la primera (Tovar-Hernández & Sosa-Rodríguez 2006) y el Mar del Norte en el caso de la segunda (Tovar-Hernández, 2007b).
- 5) *Euchone* fue delimitado por la presencia de una depresión anal con alas laterales. No obstante, con base en los estudios de Cochrane (2003) y Giangrande & Licciano (2006), hoy en día el género se considera parafilético al presentar diferentes caracteres y varias formas de depresión anal, que van de una depresión simple, a una compuesta por un borde anterior, o con alas laterales. Tal variación sugiere que el género podría ser dividido en una serie de géneros monofiléticos.
- 6) *Dialychone* fue considerado sinónimo menor de *Chone* por Fitzhugh (1989) pero recientemente fue considerado distinto (Tovar-Hernández, 2008).
- 7) Varias especies incluidas en el género *Sabella* han sido registradas para México; sin embargo, todas ellas son ahora reconocidas dentro de *Bispira* (Knight-Jones & Perkins, 1998).
- 8) El género *Hypsicomus* no ha sido registrado en México.
- 9) *Potaspina pacifica* Hartman, 1969, fue incluida en el listado del POT, aunque solo se ha registrado para la PC.
- 10) Hartman (1969) estableció la familia Sabellongidae con *Sabellonga disjuncta* como especie tipo. La descripción de dicha especie fue hecha con base en un espécimen sin corona branquial. En el análisis cladístico de Fitzhugh (1989), Sabellongidae se anida dentro de Sabellidae, en consecuencia *Sabellonga* se reconoce como un género dentro de Sabellidae. La especie no se ha vuelto a encontrar pero fue descrita para la Isla Cedros, que corresponde a la PC, no al POT, como fue incluida en el listado de Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa (2004).
- 11) *Laonome salmacidis* fue descrita para el Golfo de Nápoles y el único registro de ella para el POT es como epibionte de ostiones espinosos sublitorales del Golfo de California (de León-González *et al.*, 1993). De ser correcto el registro, sería la única especie del género en el país.

#### Claves para especies

##### *Amphicorina* Claparède, 1864

- 1 Margen lateral del collar crenulado (Fig. 4M) ..... *A. anneae* (Rouse, 1994) GC  
 - Margen del collar liso ..... 2

- 2(1) Lóbulo ventral del anillo peristomial anterior entero ..... 3  
 – Lóbulo ventral del anillo peristomial anterior bilobulado ..... 4
- 3(2) Seis a ocho setígeros abdominales ..... *A. perkinsi* Capa & López, 2004 POT  
 – Once setígeros abdominales ..... *A. armandi* Claparède, 1864 POT C<sup>1</sup>
- 4(2) Cinco setígeros abdominales ..... *A. androgyne* Rouse, 1994 GC  
 – Siete a 12 setígeros abdominales ..... *A. bichaeta* Capa & López, 2004 POT

### ***Anamobaea* Krøyer, 1856**

- 1 Base de la corona branquial con extensiones dorsales en forma de riñón, lisas (sin papilas)  
 ..... *A. phyllisae* Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2006 GC  
 – Base de la corona branquial con extensiones dorsales rectas, rugosas (con papilas) (Fig. 1L)  
 ..... *A. orstedii* Krøyer, 1856 GC

### ***Bispira* Krøyer, 1856**

- 1 Radiolos con ojos dispuestos en pares ..... 2  
 – Radiolos sin ojos ..... 4
- 2(1) Tórax más ancho que largo ..... *B. melanostigma* (Schmarda, 1861) GC, POT C  
 – Tórax más largo que ancho ..... 3
- 3(2) Manchas interramales vestigiales o ausentes; radiolos sin extensiones; radiolos  
 espiralados ..... *B. monroi* (Hartman, 1961) POT, PC  
 – Manchas interramales bien marcadas; radiolos con extensiones; radiolos no espiralados .....  
 ..... *B. crassicornis* (Sars, 1851) POT C, PC C<sup>2</sup>
- 4(1) Tórax con cojinete esponjoso dorsal; collar con lóbulos ventrales cortos, redondeados .....  
 ..... *B. paraporifera* Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2006 GC  
 – Tórax sin cojinete esponjoso dorsal; collar con lóbulos ventrales largos, triangulares .....  
 ..... *B. brunnea* (Treadwell, 1917) GC<sup>3</sup>

### ***Branchiomma* Kölliker, 1858<sup>4</sup>**

- 1 Estilodos en forma de lengua o con la parte distal más ancha que la basal ..... 2  
 – Estilodos sin forma de lengua ..... 3

- 2(1) Todos los estilodos con la parte distal más ancha que la base y de apariencia foliosa; a la mitad del radiolo un estilodo de cada par es más corto que el otro; lóbulos ventrales triangulares ..... *B. coheni* Tovar-Hernández & Knight-Jones, 2006 POT  
 – Dos o tres pares de estilodos en forma de lengua a la mitad distal del radiolo, con los pares vecinos pequeños y digitiformes; lóbulos ventrales circulares .....  
 ..... *B. conspersum* (Ehlers, 1887) GC
- 3(1) Estilodos digitiformes ..... 4  
 – Estilodos filiformes ..... 5
- 4(3) Estilodos pequeños, excepto por dos pares en la región media del radiolo que son dos veces más largos que el resto; lóbulos ventrales del collar redondeados; uncinos torácicos con un diente sobre el diente principal ..... *B. nigromaculatum* (Baird, 1865) GC, POT C  
 – Estilodos pequeños, del mismo tamaño a lo largo del radiolo; lóbulos ventrales del collar triangulares; uncinos torácicos con tres dientes sobre el diente principal .....  
 ..... *B. curtum* (Ehlers, 1901) GC<sup>5</sup>
- 5(3) Dos o tres pares de estilodos filiformes a la mitad del radiolo, 3–4 veces más largos que los proximales, resto de macroestilodos digitiformes; ojos radiolares pequeños, lóbulos ventrales del collar pequeños y separados ..... *B. bairdi* (McIntosh, 1885) GC, POT<sup>6</sup>  
 – Estilodos filiformes a lo largo del radiolo ..... 6
- 6(5) Ojos radiolares grandes (más grandes que el ancho del esqueleto radiolar); lóbulos ventrales del collar triangulares, largos .. *B. illifei* Tovar-Hernández & Knight-Jones, 2006 GC  
 – Ojos radiolares pequeños (la mitad del ancho del esqueleto radiolar); lóbulos ventrales del collar redondeados, cortos..... *B. cingulatum* (Grube, 1870) POT

### *Chone* Krøyer, 1856

- 1 Setas paleadas sin mucrón (Fig. 6G); lóbulo ventral del anillo peristomial anterior expuesto sobre el collar ..... *C. mollis* (Bush en Moore, 1904) POT, PC  
 – Setas paleadas con mucrón largo; lóbulo ventral del anillo peristomial anterior no expuesto sobre el collar ..... *C. gracilis* Moore, 1906 POT, PC

### *Demonax* Kinberg, 1867

- 1 Cojinete ventral del collar tan ancho como largo ..... *D. lacunosus* Perkins, 1984 GC  
 – Cojinete ventral del collar más ancho que largo ..... 2
- 2(1) Margen anterior del cojinete ventral del collar entero ..... *D. flecatus* (Hoagland, 1919) GC  
 – Margen anterior del cojinete del collar inciso en la región media ..... 3
- 3(2) Cojinete ventral del collar dos veces más ancho que largo ..... 4  
 – Cojinete ventral del collar más de tres veces más ancho que largo ..... 6

- 4(3) Radiolos con numerosos pares de ocelos diminutos; corona branquial tan larga como un cuarto la longitud del cuerpo; radiolos con 4–6 bandas transversales oscuras ..... *D. microphthalmus* (Verrill, 1873) GC  
 – Radiolos sin ocelos; corona branquial tan larga como la mitad del cuerpo ..... 5
- 5(4) Setas acompañantes con manubrios robustos; radiolos con cinco bandas pigmentadas ....  
 ..... *D. jamaicensis* (Augener, 1922) GC  
 – Setas acompañantes con manubrios delgados ..... 7
- 6(3) Cojinete ventral del collar tres veces más ancho que largo; dorso del abdomen rugoso; radiolos en dos hileras ..... *D. rugosus* (Moore, 1904) POT C, PC  
 – Cojinete ventral del collar cinco veces más ancho que largo; dorso del abdomen liso; radiolos en una hilera ..... *D. leucaspis* Kinberg, 1867 POT
- 7(5) Setas torácicas inferiores con limbos delgados; radiolos con menos de 10 células cartilagosas en corte transversal ..... *D. pallidus* (Moore, 1923) PC  
 – Setas torácicas inferiores con limbos anchos; radiolos con 20–60 células cartilagosas en corte transversal ..... *D. medius* (Bush, 1904) POT, PC

#### *Dialychone* Claparède, 1870

- 1 Con anillos glandulares en el abdomen ..... 2  
 – Sin anillos glandulares en el abdomen ..... 3
- 2(1) Anillo glandular en el setígero 2 delgado; base de la corona branquial corta .....  
 ..... *D. albocincta* (Banse, 1972) PC  
 – Anillo glandular en el setígero 2 hipertrofiado (Fig. 3C), ventralmente en forma de lentes; base de la corona branquial larga ..... *D. veleronis* (Banse, 1972) PC
- 3(1) Anillo glandular en el setígero 2 con una línea perpendicular ventral y dos en la parte dorsal; anillo peristomial anterior expuesto sobre el collar .....  
 ..... *D. trilineata* (Tovar-Hernández, 2007a) PC  
 – Anillo glandular en el setígero 2 engrosado dorsalmente; anillo peristomial anterior no expuesto sobre el collar ..... *D. perkinsi* (Tovar-Hernández, 2005) GC

#### *Euchone* Malmgren, 1866

- 1 Con anillo glandular en el tercer setígero abdominal; depresión pre-pigidial formada por tres setígeros; tórax sin cojinetes ventrales ..... *E. incolor* Hartman, 1965 POT, PC  
 – Sin anillo glandular en el tercer setígero abdominal ..... 2

- 2(1) Lóbulos ventrales del collar poco desarrollados; incisión medio-ventral del collar somera; tórax con cojinetes ventrales ..... *E. arenae* Hartman, 1966 POT, PC  
 - Lóbulos ventrales del collar bien desarrollados, rebasan la base de los radiolos, incisión medio-ventral del collar profunda; tórax sin cojinetes ventrales .....  
 ..... *E. magna* (Fauchald, 1972) POT<sup>7</sup>

***Fabricinuda* Fitzhugh, 1990b**

- 1 Corona branquial desplazada dorsalmente (Fig. 4G) ..... *F. trilobata* (Fitzhugh, 1983) GC  
 - Corona branquial no desplazada dorsalmente ..... 2
- 2(1) Anillo peristomial anterior sin lóbulos digitados en la región medio-dorsal (Fig. 4I) .....  
 ..... *F. limnicola* (Hartman, 1951) POT, PC  
 - Anillo peristomial anterior con dos lóbulos digitados en la región medio-dorsal (Fig. 4J) .....  
 ..... *F. pseudocollaris* Fitzhugh, 1990b GC

***Fabrisabella* Hartman, 1969**

- 1 Espiral vascular peristomial únicamente en un saco dorsal; márgenes medio-dorsales del collar elevados, triangulares, extendiéndose hasta la base de los radiolos .....  
 ..... *F. similis* Fauchald, 1972 POT  
 - Espiral vascular peristomial en cada saco dorsal (Fig. 4L); márgenes medio-dorsales del collar bajos, no se extienden hasta la base de los radiolos .... *F. vasculosa* Hartman, 1969 POT<sup>8</sup>

***Manayunkia* Leidy, 1859**

- 1 Labio dorsal pequeño, redondeado; apéndice filamentososo ventral arrugado; radiolo más dorsal con una pínula no pareada (la pínula desplazada) y tres grupos de pínulas pareadas (Fig. 5B) ..... *M. speciosa* Leidy, 1859 GC  
 - Labio dorsal mediano, triangular; apéndice filamentososo ventral liso; radiolo más dorsal con un par de pínulas (Fig. 5A) ..... *M. aestuarina* (Bourne, 1883) GC

***Megalomma* Johansson, 1925**

- 1 Márgenes dorsales del collar fusionados al surco fecal; sacos dorsales presentes ..... 2  
 - Márgenes dorsales del collar no fusionados al surco fecal; sacos dorsales presentes o ausentes ..... 12
- 2(1) Ojos subdistales en la mayoría de los radiolos (Fig. 2E) ..... 3  
 - Ojos subdistales en el par más dorsal, algunas veces en el segundo y tercer par ..... 8

3(2) Con carúncula (Fig. 4R) .....	4
- Sin carúncula .....	5
4(3) Sin manchas inter-ramales .....	<i>M. lobiferum</i> (Ehlers, 1887) GC
- Con manchas inter-ramales ..	<i>M. carunculata</i> Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2008 POT
5(3) Sacos dorsales del collar se extienden hasta el setígero 2 .....	<i>M. fauchaldi</i> Giangrande, Licciano & Gambi, 2007 GC
- Sacos dorsales del collar no se extienden hasta el setígero 2 .....	6
6(5) Sacos dorsales del collar ocupan toda la longitud del segmento del collar .....	<i>M. circumspectum</i> (Moore, 1923) POT, PC
- Sacos dorsales del collar limitados a la mitad de la longitud del segmento del collar .....	7
7(6) Lóbulos ventrales del collar redondeados, cortos .....	<i>M. vesiculosum</i> (Montagu, 1815) POT C <sup>9</sup>
- Lóbulos ventrales del collar triangulares, medianos .....	<i>M. pacifici</i> (Grube, 1859) POT
8(2) Con un anillo glandular en el setígero 3 (Fig. 3D) .....	<i>M. coloratum</i> (Chamberlin, 1919) POT, PC <sup>10</sup>
- Sin un anillo glandular en el setígero 3 .....	9
9(8) Con carúncula .....	<i>M. quadrioculatum</i> (Willey, 1905) POT C <sup>11</sup>
- Sin carúncula .....	10
10(9) Ojos espiralados .....	<i>M. splendidum</i> (Moore, 1905) POT, PC
- Ojos esféricos .....	11
11(10) Puntas del par de radiolos más dorsal largas .....	<i>M. roulei</i> (Gravier, 1908a) POT
- Puntas del par de radiolos más dorsal corta .....	<i>M. modestum</i> (de Quatrefages, 1866) POT
12(1) Ojos solo en el par más dorsal .....	13
- Ojos en la mayoría de los radiolos .....	15
13(12) Con carúncula; lóbulos ventrales del collar triangulares, empalmados; puntas radiolares largas .....	<i>M. pigmentum</i> Reish, 1968 POT, PC
- Sin carúncula; lóbulos ventrales del collar redondeados, no empalmados; puntas radiolares cortas o medianas .....	14
14(13) Lóbulos ventrales del collar triangulares, largos; anillo peristomial anterior expuesto dorsalmente .....	<i>M. gesae</i> Knight-Jones, 1997 POT <sup>12</sup>
Lóbulos ventrales del collar redondeados, cortos; anillo peristomial anterior no expuesto dorsalmente .....	<i>M. bioculatum</i> (Ehlers, 1887) GC
15(12) Sin sacos dorsales .....	<i>M. mushaense</i> (Gravier, 1908b) POT C <sup>13</sup>
- Con sacos dorsales .....	16

- 16(15) Margen dorsal del collar alto, cubre la base de los radiolos; sacos dorsales enteros .....  
 ..... *M. heterops* Perkins, 1984 GC  
 - Margen dorsal del collar bajo, no cubre la base de los radiolos; sacos dorsales incisivos  
 medio-dorsalmente ..... *M. perkinsi* Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2006 GC

### *Notaulax* Tauber, 1879

- 1 Margen ventral del collar entero (Figs. 4P-Q) ..... 2  
 - Margen ventral del collar inciso ..... 3
- 2(1) Collar más largo que los siguientes tres segmentos (Fig. 4P); radiolos con extensiones,  
 excepto en una pequeña área en la zona ocular; ca. 30 ocelos por grupo .....  
 ..... *N. bahamensis* Perkins, 1984 GC  
 - Collar tan largo como el siguiente segmento (Fig. 4Q); radiolos sin extensiones entre la  
 membrana palmada y la parte distal de la zona ocular; 30-70 ocelos por grupo (Fig. 2B) .....  
 ..... *N. nudicollis* (Krøyer, 1856) GC, POT C<sup>14</sup>  
 - Collar tan largo como los siguientes dos segmentos; sin ocelos .....  
 ..... *N. phaeotenia* (Schmarda, 1861) GC C, POT C<sup>15</sup>
- 3(1) Margen dorsal del collar con incisión profunda; margen ventral del collar con incisión  
 corta; radiolos con 4-5 ocelos en grupos pequeños ..... *N. paucoculata* Perkins, 1984 GC  
 - Margen dorsal del collar sin incisión profunda; margen ventral del collar con una incisión  
 larga ..... 4
- 4(3) Tórax con 13 setígeros; radiolos con más de 50 ocelos por hilera .....  
 ..... *N. circumspiciens* (Ehlers, 1887) GC  
 - Tórax con 8 setígeros; radiolos con hasta 30 ocelos por hilera ..... 5
- 5(4) Con numerosos ocelos (30 por hilera) (Fig. 2C) *N. occidentalis* (Baird, 1865) GC, POT C<sup>16</sup>  
 - Con pocos ocelos (7 por hilera) ..... 6
- 6(7) Margen dorsal y ventral del collar se extienden hasta la base de la corona (Fig. 4O); setas  
 acompañantes con cubiertas largas y delgadas ..... *N. midoculi* (Hoagland, 1919) GC  
 - Margen dorsal y ventral del collar no se extiende hasta la base de la corona; setas  
 acompañantes con cubiertas cortas y anchas ..... *N. californica* (Treadwell, 1906) PC

### *Paradialychone* Tovar-Hernández, 2008

- 1 Con anillos glandulares en el abdomen anterior; cojinete ventral del collar con forma de la  
 torre Eiffel ..... *P. eiffelturris* (Tovar-Hernández, 2007a) POT, PC  
 - Sin anillos glandulares en el abdomen anterior; cojinete ventral del collar en forma de  
 medio círculo ..... 2

- 2(1) Lóbulo del anillo peristomial anterior expuesto ventralmente sobre el collar ..... 3  
 – Lóbulo del anillo peristomial anterior no expuesto ventralmente sobre el collar ..... 4
- 3(2) Lóbulo del anillo peristomial anterior triangular, completamente expuesto sobre el collar ..... *P. diazi* (Tovar-Hernández, 2005) GC  
 – Lóbulo del anillo peristomial anterior digitiforme, solo la punta está expuesta sobre el collar ..... *P. ecaudata* (Moore, 1923) POT, PC
- 4(2) Anillo glandular del setígero 2 delgado en la región ventral, ensanchado lateral y dorsalmente ..... *P. paracincta* (Hartmann-Schröder, 1962) POT  
 – Anillo glandular del setígero 2 delgado por todos lados ..... 5
- 5(4) Con cirro anal (Fig. 5N); extensiones radiolares delgadas, membrana palmada se extiende hasta la mitad de la corona ..... *P. americana* (Day, 1973) GC  
 – Sin cirro anal ..... 6
- 6(5) Setas paleadas sin mucrón ..... *P. paramollis* (Tovar-Hernández, 2007a) POT, PC  
 – Setas paleadas con mucrón ..... 7
- 7(6) Cojinete ventral del collar en forma de “U” invertida, tres veces más largo que ancho; puntas radiolares muy largas ..... *P. farringtonae* (Tovar-Hernández, 2005) GC  
 – Cojinete ventral del collar en forma de “U” invertida, tan larga como ancha ..... 8
- 8(7) Extensiones radiolares anchas; puntas radiolares largas (espacio de 14 pínulas) ..... *P. uebelackerae* (Tovar-Hernández, 2005) GC  
 – Extensiones radiolares delgadas; puntas radiolares de tamaño medio (espacio de ocho pínulas) ..... *P. johnstonae* (Tovar-Hernández, 2005) GC

### *Perkinsiana* Knight-Jones, 1983

- 1 Seis a ocho setígeros torácicos; lóbulos ventrales triangulares medianos ..... *P. socialis* (Hartman, 1944) PC  
 – Más de 20 setígeros torácicos; lóbulos ventrales triangulares muy largos ..... *P. fonticula* (Hoagland, 1919) GC<sup>17</sup>

### *Potamilla* Malmgren, 1866

- 1 Radiolos sin ojos; 17–25 segmentos torácicos ..... *P. floridana* Augener, 1922 GC<sup>17</sup>  
 Radiolos con ojos ..... 2
- 2(1) Radiolos con ojos bien definidos, dispersos en hileras simples a lo largo de los radiolos; radiolos largos ..... *P. neglecta* (Sars, 1851) POT C<sup>18</sup>

- Radiolos con ojos poco definidos; radiolos cortos (no en regeneración) .....  
 ..... *P. brevibranchiata* (Moore, 1905) POT, PC

***Pseudobranchiomma* Jones, 1962**

- 1 Radiolos con extensiones serradas en toda su longitud (Fig. 5G); radiolos sin ojos .....  
 ..... *P. emersoni* Jones, 1962 GC  
 - Radiolos con extensiones serradas en su parte distal; radiolos con ojos pareados .....  
 ..... *P. perkinsi* Knight-Jones & Giangrande, 2003 GC

***Pseudofabriciola* Fitzhugh, 1990c**

- 1 Con apéndice filamentosos ventral vascularizado; labios dorsales distintivos (lóbulo pronunciado entre el apéndice filamentosos ventral y la pínula basal del radiolo dorsal); margen anterior del anillo peristomial anterior ligeramente más alto ventralmente (Fig. 4H) .  
 ..... *P. quasiincisura* Fitzhugh, 1996 GC  
 - Sin apéndice filamentosos ventral; labios dorsales indistintos (lóbulo poco pronunciado debajo de la pínula basal del radiolo dorsal) ..... 2
- 2(1) Anillo peristomial anterior con una estructura cónica grande, dorsal a la boca (Fig. 4E); uncinos abdominales con manubrio 2.5 veces más largo que la región dentada .....  
 ..... *P. sofla* Fitzhugh, 1996 GC  
 - Anillo peristomial anterior sin estructura cónica (Figs. 4C-D); uncinos abdominales con manubrio tan largo como la región dentada ..... *P. longa* Fitzhugh, 1990c GC

***Pseudopotamilla* Bush, 1904**

- 1 Margen dorso-lateral del collar entero, sin muescas en forma de "V"; sacos dorsales del collar poco desarrollados; 3 o 4 ojos compuestos por radiolo .....  
 ..... *P. fitzhughii* Tovar-Hernández y Salazar-Vallejo, 2006 GC  
 - Margen dorso-lateral del collar con muescas en forma de "V" ..... 2
- 2(1) Margen dorsal del collar cuadrangular; lóbulos ventrales indistintos .....  
 ..... *P. reniformis* (Bruguière, 1789) POT C<sup>19</sup>  
 - Margen dorsal del collar redondeado; lóbulos ventrales triangulares ..... 3
- 3(2) Sacos dorsales del collar cortos; hasta tres ojos compuestos por radiolo .....  
 ..... *P. debilis* Bush, 1904 POT, PC  
 - Sacos dorsales del collar largos; dos ojos compuestos por radiolo .....  
 ..... *P. intermedia* Moore, 1905 POT, PC

**Sabellastarte Krøyer, 1856**

- 1 Grupo inferior de setas abdominales con mango grueso; fascículos torácicos muy densos con más de 100 setas ..... *S. magnifica* (Shaw, 1800) GC, POT C<sup>20</sup>  
 – Grupo inferior de setas abdominales con mangos delgados; fascículos torácicos delgados con más de 60 setas ..... *S. spectabilis* (Grube, 1878) POT C<sup>21</sup>

## Comentarios

- 1) *Amphicorina armandi* fue descrita para el Mediterráneo. Los registros de dicha especie para el GC son erróneos, pertenecen a *A. annea* y *A. androgynae* (Tovar-Hernández & Salazar-Vallejo, 2006). Como en el caso del GC, es posible que los registros de la especie para el POT sean incorrectos.
- 2) *Bispira crassicornis* fue descrita para Noruega, sus registros para el POT y PC son cuestionables.
- 3) *Bispira brunnea* es una especie polimórfica que presenta tres patrones de coloración (variedades blanca, bandeada y violeta). De acuerdo a Tovar-Hernández & Pineda-Vera (2008) las variedades blanca y bandeada, procedentes de diversas localidades del Caribe mexicano, no presentan diferencias en su morfología interna y externa que permitan reconocer tales variedades como especies independientes.
- 4) Berkeley & Berkeley (1939) registraron *Branchiomma picta* para el Pacífico mexicano; sin embargo, la especie fue descrita para Kobe (Japón) y Knight-Jones (1994:197) mencionó que la especie corresponde al género *Pseudobranchiomma* por presentar pseudoestilodos. También agregó que entre *B. picta* y seis especies más existen varias sinonímias, aunque el estudio de dichas especies está aún en progreso, por lo que el registro de *B. picta* en el país es cuestionable y no se incluye en la clave.
- 5) *Branchiomma curtum* descrita para Masatierra, Chile, fue reportada en elevadas abundancias en el Mar Caribe mexicano por Tovar-Hernández & Knight-Jones (2006). El material de México se comparó material tipo y topotipo de *B. curtum*; no se encontraron diferencias morfológicas entre ambos materiales, aunque para corroborar lo anterior serían necesarios estudios moleculares.
- 6) *Branchiomma bairdi* con una distribución original en el Caribe, fue encontrada en elevadas abundancias como fouling del puerto de Mazatlán (Tovar-Hernández *et al.*, 2009).
- 7) Fauchald (1972) estableció *Euchonella* con la especie tipo *E. magna*; sin embargo, Fitzhugh (1989:18) sinonimizó *Euchonella* con *Euchone*.
- 8) *Fabrisabella vasculosa* fue descrita por Hartman (1969:669). En el mismo trabajo, en la página 700 ella establece el género *Fabrisabella* con la especie tipo *F. vesiculosa*, nombre que también aparece en la leyenda de la figura de dicho taxón.
- 9) *Megalomma vesiculosum*, especie descrita para Devonshire, Inglaterra, fue incluida en el listado del POT, aunque las referencias citadas por dichos autores no registran la especie para el POT. Ejemplares del Museo de Historia Natural de Los Ángeles etiquetados como *M. vesiculosum* para California corresponden a *M. circumspectum* (Tovar-Hernández, en prep.).
- 10) *Megalomma coloratum* ha sido encontrada en varias localidades del POT y de la PC, desde Nayarit, hasta Ensenada (Tovar-Hernández *et al.*, 2009, Tovar-Hernández, en prep.). Es posible que los registros de *M. mushaense* para el país correspondan a *M. coloratum*.
- 11) *Megalomma quadrioculatum* (Willey, 1905) fue descrita para Ceylán y su registro para el POT es cuestionable.
- 12) Knight-Jones (1997) asignó un nuevo nombre (*Megalomma gesae*) para *Potamilla bioculata* Harmann-Schröder, 1959, ya que al transferir esta especie a *Megalomma*, había homonimia con *M. bioculatum* (Ehlers, 1887) y este último tiene prioridad.
- 13) *Megalomma mushaense* (Gravier, 1908b) del Mar Rojo ha sido frecuentemente reportada para el POT, pero su registro es cuestionable. Ver nota 9.

- 14) La distribución de *N. nudicollis* en el POT es cuestionable. La localidad tipo corresponde a Saint-Thomas y aunque Perkins (1984) dibujó ejemplares del Pacífico y del Caribe bajo el nombre de *nudicollis*, hay diferencias notorias en la forma del collar y caracteres de la corona branquial.
- 15) La distribución de *Notaulax phaeotenia* para el GC y POT es cuestionable. Perkins (1984) mencionó que muchas especies han sido referidas como *N. phaeotenia*, pero con base en la comparación de las diagnosis y dibujos de cada una de ellas, es evidente que se trata de un complejo de especies. *Notaulax phaeotenia* ha sido registrada sin ocelos en los radiolos, lo cual es raro en el género, pero no debe descartarse la posibilidad de que éstos se hayan descompuesto para cuando Augener, (1914) estudió el material tipo.
- 16) La localidad tipo de *N. occidentalis* es Saint-Vincent, los registros para el POT son cuestionables.
- 17) Fauchald (1977:62) mencionó que los especímenes de Panamá identificados como *P. fonticula* se ajustan a la descripción de Augener (1922) para *Potamilla floridana*, aunque no la sinonimizó. En la clave se incluyen ambas especies en sus respectivos géneros porque la descripción original de *P. floridana* es breve y carece de ilustraciones, y tampoco se han revisado los materiales tipo para confirmar la sinonimia.
- 18) Los especímenes que Hartman (1959) registró como *Potamilla neglecta* se diferencian de aquéllos provenientes de la localidad tipo (Noruega), en que estos últimos no tienen ojos, por lo que el registro de California podría tratarse de una especie indescrita.
- 19) *Pseudopotamilla reniformis* es una especie que tiene numerosos registros en áreas alejadas de su localidad tipo (Islandia). Con el avance en el estudio de los sabélidos se ha demostrado gradualmente que la identificación de la especie ha sido errónea. Así, los registros de la especie para el GC corresponden a *P. fitzhughii* mientras que los del POT aún no han sido revisados.
- 20) Los registros de *Sabellastarte magnifica* (localidad tipo Jamaica) son cuestionables para el POT.
- 21) *Sabellastarte indica*, descrita para el Indo Pacífico, ha sido registrada para el POT pero la especie fue sinonimizada con *S. spectabilis* por Knight-Jones & Mackie (2003). El registro para el POT es cuestionable.

### Agradecimientos

Las valiosas sugerencias de los revisores mejoraron notablemente el contenido de esta contribución. Este capítulo se realizó con respaldo del proyecto "Taxonomía de poliquetos del Gran Caribe y evaluación molecular de especies anfiamericanas (Annelida: Polychaeta)," financiado por CONACYT (61609).

### Referencias

- Augener H 1914 Polychaeta 2. Sedentaria. Die Fauna Südwest-Australiens. Ergebnisse der Hamburger südwest-australischen Forschungsreise 1905, herausgegeben von Prof. Dr. W. Michaelsen und Dr. K. Hartmeyer, Band V, Lieferung 5(1):1-170.
- Augener H 1922 Über Litorale Polychaeten von Westindien. Gesell Natur Freun Berlin 38-63.
- Baird W 1865 On new tubicolous annelids, in the collection of the British Museum. J Linn Soc 8:157-160.
- Banse K 1957 Die Gattungen *Oriopsis*, *Desdemona* und *Augeneriella* (Sabellidae, Polychaeta). Vidensk Meddr Dansk Naturh Foren 119:67-105.
- Banse K 1972 Redescription of some species of *Chone* Kröyer and *Euchone* Malmgren, and three new species (Sabellidae, Polychaeta). Fish Bull Wildlife Serv USA Dep Int 70:459-495.
- Berkeley E & C Berkeley 1939 On a collection of Polychaeta, chiefly from the West Coast of Mexico. Ann Mag Nat Hist Ser 2, 3(38):321-46.
- Bourne AG 1883 On *Haplobranchus*, a new genus of capitobranchiate annelid. Q J Micro Sci 23:168-176.
- Bruguière LG 1789 Encyclopedie methodique. Histoire naturelle des Vers. Panckouche & Plomteux. A. Bul Paris & Liege 1:1-344.
- Bush KJ 1904 Tubicolous annelids of the tribes Sabellides and Serpulides from the Pacific Ocean. Harriman Alaska Exped 12:169-346.

- Bush KJ 1904 On *Spirorbis* from Japan. En: Moore JP (Ed.) Report on Sabellidae and Serpulidae. Proc Acad Nat Sci Phil 56:175.
- Capa M & E López 2004 Sabellidae (Annelida: Polychaeta) living in blocks of dead coral in the Coiba National Park, Panama. J Mar Biol Assoc UK 84:63–72.
- Chamberlin RV 1919 The annelida polychaeta of the Albatross tropical Pacific expedition, 1891–1905. Mem Mus Comp Zool Harv 48:1–514.
- Claparède E 1864 Glanures zootomiques parmi les annélides de Port-Vendres (Pyrénées Orientales). Mém Soc Phys Hist Nat Genève 17(2):463–600.
- Claparède E 1870 Les Annélides Chétopodes du Golfe de Naples. Seconde partie. Annélides sédentaires. Mém Soc Phys Hist Nat Genève 20(1):1–225.
- Cochrane SJ 2003 Snowflakes and feather-dusters, some challenges for soft-bottom fanworm systematics. Hydrobiol 496:49–62.
- Costa-Paiva EM & PC Paiva 2007 Sabellidae Latreille, 1815 (Annelida: Polychaeta) from Rocas Atoll, Brazil, with the description of a new species. Arq Mus Nac Rio Janeiro 65(3):363–368.
- Culver CS & AM Kuris 2004 Susceptibility of California gastropods to an introduced South African sabellid polychaete, *Terebrasabella heterouncinata*. Inv Biol 123(4):316–323.
- Day JH 1973 New Polychaeta from Beaufort, with a key to all species recorded from North Carolina. NOAA, Techn Rep Natl Mar Fish Serv, Circ 375:1–140.
- de Blainville H 1828 Dictionnaire des Sciences naturelles, dans lequel on traite méthodiquement des differens êtres de la nature, considérés soit en eux-mêmes, d'après l'état actuel de nos connaissances, soit relativement à l'utilité qu'en peuvent retirer la médecine, l'agriculture, le commerce et les arts. Suivi d'une biographie des plus célèbres naturalistes. FG Levrault, Strasbourg & Paris 57:1–536.
- de León-González JA, A Leija-Tristán & SI Salazar-Vallejo 1993. Epifauna del ostión espinoso *Spondylus princeps unicolor* (Mollusca: Bivalvia), de Puerto Escondido, Golfo de California, México. Rev Biol Trop 41:877–881.
- de Quatrefages A 1866 Histoire naturelle des Annelés marins et d'eau douce. Annélides et Géphyriens. Librairie Encyclopédique de Roret Paris 1:1–588.
- Ehlers E 1887 Report on the Annelids. Florida-Anneliden. Reports on the Result of Dredging, under the direction of Pourtalès, during the years 1868–1870, and of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico (1877–78), and in the Caribbean Sea (1878–79), in the U.S. Coast Survey steamer “Blake”, Lieut. Com. C.D. Sigsbee, U.S.N., and Commander J.R. Bartlett, U.S.N., Commanding. Mem Mus Comp Zool Harv 15:1–335.
- Ehlers E 1901 Die Polychaeten des magellanischen und chilenischen Strandes: Ein faunistischer Versuch. Festschrift zur Feier des 150 jährigen Bestehens der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Weidmannsche Buchhandlung, Berlin.
- Fauchald K 1972 Benthic polychaetous annelids from deep waters off Western Mexico and adjacent areas in the Eastern Pacific Ocean. Allan Hancock Found Monogr Mar Biol 7:1–575.
- Fauchald K 1977 Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-waters records. Smith Contr Zool 221:1–85.
- Fitzhugh K 1983 New species of *Fabriciola* and *Fabricia* (Polychaeta: Sabellidae) from Belize. Proc Biol Soc Was 96:276–290.
- Fitzhugh K 1989 A systematic revision of the Sabellidae-Caobangiidae-Sabellongidae complex (Annelida: Polychaeta). Bull Am Mus Nat Hist 192:1–104.
- Fitzhugh K 1990a A revision of the Fabriciinae genus *Augeneriella* Banse, 1957 (Polychaeta: Sabellidae). J Nat Hist 24:195–218.
- Fitzhugh K 1990b *Fabricinuda*, a new genus of Fabriciinae (Polychaeta: Sabellidae). Proc Biol Soc Wash 103:161–178.
- Fitzhugh K 1990c Two new genera of the subfamily Fabriciinae (Polychaeta: Sabellidae). Amer Mus Novitates 2967:1–19.
- Fitzhugh K 1991 Further revisions of the Sabellidae subfamilies and cladistic relationships among the Fabriciinae (Annelida: Polychaeta). Zool J Linn Soc 102:305–332.
- Fitzhugh K 1996 New fanworm species (Polychaeta: Sabellidae: Fabriciinae) in the genus *Pseudofabriciola* Fitzhugh. J Nat Hist 30:1267–1286.
- Fitzhugh K 1998 New fan worm genera and species (Polychaeta, Sabellidae, Fabriciinae) from the Western Pacific, and cladistic relationships among genera. Zool Scr 27:209–245.
- Fitzhugh K 2002 Fan worm polychaetes (Sabellidae: Sabellinae) collected during the Thai-Danish Bioshelf Project. Phuket Mar Biol Center Spec Publ 24:353–424.
- Fitzhugh K 2003 A new species of *Megalomma* Johansson, 1927 (Polychaeta: Sabellidae: Sabellinae) from Taiwan, with comments on sabellid dorsal lip classification. Zool Stud 42:106–134.
- Fitzhugh K & GW Rouse 1999 A remarkable new genus and species of fan worm (Polychaeta: Sabellidae:

- Sabellinae) associated with marine gastropods. *Invert Biol* 118:357–390.
- Friedrich H 1939 Polychaeten-Studien V–X. Zur Kenntnis einiger wenig bekannter oder neuer Polychaeten aus der westlichen Ostsee. *Kieler Meeresforsch* 3(2):362–373.
- Giangrande A & M Licciano 2006 The genus *Euchone* (Polychaeta, Sabellidae) in the Mediterranean Sea, addition of two new species and discussion on some closely related taxa. *J Nat Hist* 40:1301–1330.
- Giangrande A, M Licciano & P Pagliara 2000 Gametogenesis and larval development in *Sabella spallanzanii* (Polychaeta: Sabellidae) from the Mediterranean Sea. *Mar Biol* 136:847–861.
- Giangrande A, M Licciano & MC Gambi 2007 A Collection of Sabellidae (Polychaeta) from Carrie Bow Cay (Belize, western Caribbean Sea) with description of two new species. *Zootaxa* 1650:41–53.
- Giard A 1893 Sur un type nouveau et aberrant de la famille des Sabellides (*Caobangia* n. g. *billeti* n. sp.). *C R Soc Biol Paris* 5:473–476.
- Gmelin JF 1791 Caroli a Linné Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Editio Decima Tertia, Aucta, Reformata, Lipsiae 1(6):321–390.
- Gómez S & MA Tovar-Hernández 2008 First record of *Gastrodelpheys dalesi* (Green) (Copepoda: Cyclopoida: Gastrodelpheidae) in the sabellid polychaete *Megalomma circumspectum* (Moore) from the Gulf of California. *Contr Stud East Pac Crust* 5(1): 51–54.
- Gravier C 1908a Sur les annélides polychètes rapportés par M. le Dr. Rivet, de Payta (Pérou) (suite). *Bull Mus Hist Nat Paris* 14:40–44.
- Gravier C 1908b Contribution a l'étude des annélides polychètes de la Mer Rouge (suite). *Nouv Archs Mus Hist Nat Paris* 10:67–168.
- Grube AE 1859 Einiges über die Annelidenfauna der Insel Santa Catharina an der brasilianischen Küste. *Archiv für Naturgeschichte Berlin* 24(1):211–220.
- Grube AE 1870 Über die Goldkrönchen (Sabellarien oder Hermellen). *Jber Schles Ges Vaterl Kult, Breslau* 47:69–70.
- Grube AE 1878 Die von der Gazelle mitgebrachten Anneliden, zu denen noch zwei von Dr. Buchholz gesammelte kommen. *Akad Wiss Berlin Monatsber* 1877:509–544.
- Hartman O 1944 Polychaetous annelids from California, including the descriptions of two new genera and nine new species. *Allan Hancock Pac Exped* 10(2):239–307.
- Hartman O 1951 Fabriciinae (feather-duster polychaetous annelids) in the Pacific. *Pacific Sci* 5:379–391.
- Hartman O 1959 Catalogue of the Polychaetous Annelids of the World. *Allan Hancock Found Pub Occ Pap* 23:1–628.
- Hartman O 1961 Polychaetous annelids from California. *Allan Hancock Pac Exped* 25:1–226.
- Hartman O 1965 Deep-water benthic polychaetous annelids off New England to Bermuda and other North Atlantic areas. *Allan Hancock Found Pub Occ Pap* 28:1–378.
- Hartman O 1966 Quantitative survey of the benthos of San Pedro Basin, Southern California. II. Final results and conclusions. *Allan Hancock Pac Exped* 19(2):1–456.
- Hartman O 1969 Atlas of the Sedentariate Polychaetous Annelids from California. *Allan Hancock Found, USC, Los Angeles*, 812.
- Hartmann-Schröder G 1962 Zweiter Beitrag zur Polychaetenfauna von Peru. *Kieler Meeres* 18:109–147.
- Hoagland RA 1919 Polychaetous annelids from Porto Rico, the Florida Keys and Bermuda. *Bull Am Mus Nat Hist* 41:517–591.
- Hutchings P, P De Deckker & MC Geddes 1981 A new species of *Manayunkia* (Polychaeta) from ephemeral lakes near the Coorong, South Australia. *Trans. R. Soc. Soc. Australia* 105(1):25–28.
- Jäger M 2004 Serpulidae und Spirorbidae (Polychaeta sedentaria) aus Campan und Maastricht von Norddeutschland, den Niederlanden, Belgien und angrenzenden Gebieten. *Geol Jb A157*:121–249.
- Johansson HP 1925 Bemerkungen über die Kinberg'schen Arten der Familien Hermellidae und Sabellidae. *Arkiv för Zoologi* 18A(7):1–28.
- Johnson HP 1901 The Polychaeta of the Puget Sound region. *Proc Boston Soc Nat Hist* 29(18):381–437.
- Jones ML 1962 On some polychaetous annelids from Jamaica, the West Indies. *Bull Am Mus Nat Hist* 124:169–212.
- Jones ML 1974 On the Caobangiidae, a new family of the Polychaeta, with a redescription of *Caobangia billeti* Giard. *Smith Contr Zool* 175:1–59.
- Kinberg JGH 1867 *Annulata nova*. Öfversigt af Königlich Vetenskapsakademiens förhandlingar, *Stockholm* 23:337–357.
- Knight-Jones P 1983 Contributions to the taxonomy of Sabellidae (Polychaeta). *Zool J Linn Soc* 79:245–295.
- Knight-Jones P 1994 Two new species of *Branchiomma* (Sabellidae) with redescrptions of closely related

- species and comments on *Pseudobranchiomma* and *Sabellastarte*. En: C Dauvin, L Laubier & DJ Reish (eds) Actes de la 4<sup>ème</sup> Conférence Internationale des Polychètes, Mém Mus Nat Hist Nat 162:191–198.
- Knight-Jones P 1997 Two new species of *Megalomma* (Sabellidae) from Sinai and New Zealand with redescrptions of some types and a new genus. Bull Mar Sci 60:313–323.
- Knight-Jones P & A Giangrande 2003 Two new species of an atypical group of *Pseudobranchiomma* Jones (Polychaeta: Sabellidae). Hydrobiology 513:1–9.
- Knight-Jones P & ASY Mackie 2003 A revision of *Sabellastarte* (Polychaeta: Sabellidae). J Nat Hist 37:2269–2301.
- Knight-Jones P & Perkins TH 1998 A revision of *Sabella*, *Bispira* and *Stylomma* (Polychaeta: Sabellidae). Zool J Linn Soc 123:385–467.
- Kölliker H 1859 Über Kopfkriemer mit Augen an den Kiemen (*Branchiomma dalyelli*). Z Wiss Zool 9:356–541.
- Krøyer H 1856 Bidrag til Kundskab af Sabellerne. K Danske Videnskabers Selskabs Forhandling 1856:1–36.
- Kupriyanova EK & G Rouse 2008 Yet another example of paraphyly in Annelida: Molecular evidence that Sabellidae contains Serpulidae. Mol Phyl Evol 46:1174–1181.
- Langerhans P 1880 Die Wurmfauna von Madeira, II. Z Wiss Zool 33:271–316.
- Latreille M 1825 Familles Naturelles du Règne Animal exposées succinctement et dans un ordre analytique avec l'indication de leurs genres etc. Paris JB Baillièrre, 570.
- Leidy J 1859 *Manayunkia speciosa*. Proc Acad Nat Sci Phil 10:90.
- Lewis DB 1968 Feeding and tube building in the Fabriciinae (Annelida: Polychaeta). Proc Linn Soc London 179:37–49.
- Linnaeus C 1767 Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Stockholm.
- Malmgren AJ 1866 Nordiska Hafs-Annulater. Öfvers K VetenskAkad Förh Stockh 22(5):355–410.
- McIntosh WC 1885 Report on the Annelida Polychaeta collected by H.M.S. Challenger during the years 1873–76, Report of the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger London, Zoology 12:1–554.
- Montagu G 1815 Descriptions of several new or rare animals principally marine, found on the south coast of Devonshire. Trans Linn Soc 11:18–21.
- Moore JP 1904 New polychaeta from California. Proc Acad Nat Sci Phil 56:484–503.
- Moore JP 1905 Five new species of *Pseudopotamilla* from the Pacific coast of North America. Proc Acad Nat Sci Phil 1:555–569.
- Moore JP 1906 Descriptions of two new Polychaeta from Alaska. Proc Acad Nat Sci Phil 1906:352–355.
- Moore JP 1923 The polychaetous annelids dredged by the U.S.S. 'Albatross' off the coast of southern California in 1904, IV Spionidae to Sabelliariidae. Proc Acad Nat Sci Phil 75:179–259.
- Moreno RA, PE Neill & N Rozbaczylo 2006 Native and non-indigenous boring polychaetes in Chile: a threat to native and commercial mollusc species. Rev Chil Hist Nat 79:263–278.
- Nicol EAT 1930 The feeding mechanism, formation of the tube, and physiology of digestion in *Sabella pavonina*. Trans Royal Soc Edinburg 56:537–598.
- Perkins TH 1984 Revision of *Demonax* Kinberg, *Hypsicomus* Grube, and *Notaulax* Tauber, with a review of *Megalomma* Johansson from Florida (Polychaeta: Sabellidae). Proc Biol Soc Wash 97(2):285–368.
- Reish D 1968 A biological survey of Bahia de Los Angeles, Gulf of California, Mexico, 2. Benthic polychaetous annelids. Trans San Diego Soc Nat Hist 15:67–106.
- Renier SH 1804 Prospetto della Classe dei Vermi, nominati el ordinati secondo il Sistema de Bosc, Padua 15–18.
- Renier SA 1847 Osservazioni postume di Zoologia Adriatica. Instituto Neneto, Venezia 57–66.
- Rouse GW 1994 New species of *Oriopsis* Caullery and Mesnil from Florida, Belize, and Aldabra Atoll (Seychelles), and a new species of *Amphiglena* Claparède from Seychelles (Polychaeta: Sabellidae: Sabellinae). Bull Mar Sci 54:180–202.
- Rouse GW 1995 Spermathecae of *Fabricia* and *Manayunkia* (Sabellidae, Polychaeta). Inver Biol 114:248–255.
- Rouse GW 1996 New *Fabriciola* and *Manayunkia* species (Fabriciinae: Sabellidae: Polychaeta) from Papua New Guinea. J Nat His 30:1761–1778.
- Rouse GW 2001 Family Sabellidae. En: GW Rouse y F Pleijel (eds) Polychaetes. Oxford University Press, Oxford 193–197.
- Rouse GW & Fitzhugh K 1994 Broadcasting fables: Is external fertilization really primitive? Sex, size, and larvae in sabellid polychaetes. Zool Scrip 23:271–312.

- Salazar-Vallejo SI 1996 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Gran Caribe. An Inst Biol, Ser Zool, UNAM 67:11-50. ([http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/671\(2\)zool.PDF](http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/671(2)zool.PDF)).
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico oriental tropical. An Inst Biol, Ser Zool, UNAM 75(1):9-97..
- Sars M 1851 Beretning om en i Sommeren 1849 foretagen zoologisk Reise i Lofoten og Finmarken. Nyt Mag Naturvid 2(2):121-211.
- Schmarda LK 1861 Neue wirbellose Thiere beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde 1853 bis 1857. Neue Turbellarien, Rotatorien und Anneliden, Vol. I, Pt. II. Wilhelm Engelmann Leipzig, 164.
- Shaw G 1800 Descriptions of *Mus bursarius* and *Tubularia magnifica*; from drawings communicated by Major-General Thomas Davies, F.R.S. & L.S. Trans Linn Soc 5:227-229.
- Tauber P 1879 Annulata Danica. En Kritisk Revision af de i Danmark Fundne Annulata Chaetognatha, Gephyrea, Balanoglossi, Discophoreae, Oligochaeta, Gymnocopa og Polychaeta. Reitzel, Kobenhavn 1-143.
- Tovar-Hernández MA 2005 Species of *Chone* Krøyer, 1856 (Polychaeta: Sabellidae) from the Grand Caribbean Region. Zootaxa 1070:1-30.
- Tovar-Hernández MA 2007a Revision of *Chone* Krøyer, 1856 (Polychaeta: Sabellidae) from North America and descriptions of four new species. J Nat Hist 41(9-12):511-566.
- Tovar-Hernández MA 2007b On some species of *Chone* Krøyer, 1856 (Polychaeta: Sabellidae) from worldwide localities. Zootaxa 1518:31-68.
- Tovar-Hernández MA 2008 Phylogeny of *Chone* Krøyer, 1856 (Polychaeta: Sabellidae) and related genera. J Nat Hist 42(33-34): 2193-2226.
- Tovar-Hernández MA & P Knight-Jones 2006 Species of *Branchiomma* (Polychaeta: Sabellidae) from the Caribbean Sea and Pacific coast of Panama. Zootaxa 1189:1-37.
- Tovar-Hernández MA & A Pineda-Vera 2008 Sistemática y estrategias reproductivas del poliqueto sabélido *Bispira brunnea* (Treadwell, 1917) del Caribe mexicano. Ciencia y Mar XI(33):3-14.
- Tovar-Hernández MA & P Salazar-Silva 2008 Catalogue of Sabellidae Latreille, 1825 (Polychaeta) from the Grand Caribbean. Zootaxa 1894:1-22.
- Tovar-Hernández MA & SI Salazar-Vallejo 2006 Sabellids (Polychaeta: Sabellidae) from the Grand Caribbean. Zool Stud 45(1):24-66.
- Tovar-Hernández MA & SI Salazar-Vallejo 2008 Caruncle in *Megalomma* Johansson, 1925 (Polychaeta: Sabellidae) and the description of a new species from the Eastern Tropical Pacific. J Nat Hist 42(29-30): 1951-1973.
- Tovar-Hernández MA & T Sosa-Rodríguez 2006 Redescription of *Chone infundibuliformis* Krøyer, 1856 (Polychaeta: Sabellidae) and histology of the branchial crown appendages, collar and glandular ridge. Zootaxa 1115:31-59.
- Tovar-Hernández MA, N Méndez & J Salgado-Barragán 2009 *Branchiomma bairdi* (McIntosh, 1885): a Caribbean hermaphrodite fan worm in the south-eastern Gulf of California, Mexico. J Mar Biol Assoc UK 2, Biodiversity Records,.
- Treadwell AL 1906 Polychaetous annelids of the Hawaiian Islands collected by the Steamer Albatross in 1902. Bull US Fish Com 1903(3):1145-1183.
- Treadwell AL 1917 Polychaetous annelids from Florida, Porto Rico, Bermuda, and the Bahamas. Carnegie Inst Wash Publ 11:255-268.
- Verrill AE 1873 Report upon the invertebrate animals of Vineyard Sound and the adjacent waters, with an account of the physical characters of the region. Rep US Comm Fish Wash 1871-1872:295-778.
- Vinn O, HA ten Hove & H Mutvei 2008 On the tube ultrastructure and origin of calcification in sabellids (Annelida, Polychaeta). Palaeontology 51(2):295-301.
- Wiley A 1905 Report on the Polychaeta collected by Professor Herdman at Ceylon in 1902. Report to the Government of Ceylon on the Pearl Oyster Fisheries of the Gulf of Manaar, with supplementary reports upon the Marine Biology of Ceylon, by Other Naturalists. Part IV Supp Rep 30:212-324.

## 43. Serpulidae Rafinesque, 1815

J. Rolando Bastida-Zavala

Universidad del Mar, Campus Puerto Angel

rolando@angel.umar.mx, rolando\_bastida@yahoo.com.mx

### Introducción

Los serpulidos son quizás una de las familias más reconocibles entre los poliquetos, debido principalmente a que son los únicos que construyen tubos calcáreos, con excepción de un sabélido, *Glomerula piloseta* (Perkins, 1991), que también forma tubos calcáreos, aunque de una composición diferente. Los serpulidos abarcan desde los más pequeños, como algunos filograninos y espirórbinos, con menos de 5 mm de longitud, hasta los serpulidos del género *Spirobranchus*, también llamados “pinitos de Navidad” por su desarrollada corona radiolar multicolor, que alcanzan longitudes de hasta 12 cm y tubos de más de 15 cm, o algunas especies de *Protula* de aguas profundas cuyos tubos alcanzan más de 25 cm (Knight-Jones & Fordy 1979, Rouse & Pleijel 2001). También comparten con los sabélidos el nombre de “flores marinas”, nombre dado por el colorido de las coronas branquiales de serpulidos, como *Spirobranchus*, *Protula* o *Serpula*, y de sabélidos, como *Bispira* y *Sabellastarte* (Tovar-Hernández & Bastida-Zavala 2003).

La familia está representada por unas 500–600 especies a nivel mundial, la imprecisión se debe a que muchos géneros requieren de una revisión exhaustiva (Knight-Jones & Fordy 1979, Rouse & Pleijel 2001). Para ambas costas de América tropical están registradas poco más de 150 especies nominales, pertenecientes a unos 40 géneros y cuatro subfamilias, mientras que para los litorales mexicanos se han registrado unas 76 especies y 25 géneros de serpulidos.

El periodo de vida de un espirórbino es de apenas unos cuantos meses (ten Hove & van der Hurk 1993), mientras que los serpulidos más grandes, como *Ficopomatus enigmaticus*, pueden vivir de cuatro a ocho años (ten Hove 1979). Para las especies más grandes, como las del género *Spirobranchus*, se ha podido estimar indirectamente la edad de los que viven en los corales del género *Porites*, debido a su estrecha relación con éstos, usando las bandas de crecimiento del coral hospedero. Se sabe que el diámetro del orificio del tubo de estos poliquetos crece 0.2 a 1 mm por año; de esta manera, se encontró que muchos *Spirobranchus* viven más de diez años, mientras que sólo unos cuantos viven más de 40 años (Nishi & Nishihira 1996), lo cual resulta sorprendente para un invertebrado marino que no presenta reproducción asexual y no sobrepasa los 10–12 cm de longitud (Smith 1984).

Los serpulidos se encuentran principalmente asociados a sustratos duros, con excepción de algunas especies que viven en sustratos blandos como *Ditrupa*. Muchas especies de serpulidos son generalistas en cuanto al sustrato al que se incrustan, aunque otras son más selectivas. La mayoría de los serpulidos que se han asociado a corales generalmente se ubican en colonias muertas (Mak 1982, Bastida-Zavala 1995, Nishi 1996).

Otros serpulidos tienen la posibilidad de incrustarse en sustratos artificiales, como en los pilotes de muelles, cascos de embarcaciones, boyas, dársenas, superficie interna de conductos de agua para enfriamiento de plantas termo y nucleoelectricas, así como en encierros y líneas de maricultura, causando problemas de diversa

índole, como el incremento de la corrosión, dificultades en la navegación, obturación de conductos y competencia por espacio con las especies de moluscos de cultivos. Aunque también pueden conformar un sustrato secundario que permite el establecimiento de otras especies incrustantes (Bastida-Zavala & ten Hove 2003a-b).

### Sistemática

De acuerdo a ten Hove (1984) y Fitzhugh (1989), los serpulidos son un grupo monofilético si se incluyen a los espirórbinos, de lo contrario sería un grupo parafilético. Las sinapomorfías que los relacionan son el tubo calcáreo y la membrana torácica. Su grupo hermano son los sabélidos, cuya relación está basada en una característica en común: la inversión del patrón setal, es decir, en el tórax las setas son dorsales y los uncinos ventrales, mientras que en el abdomen este patrón se invierte: setas ventrales y uncinos dorsales. Esta característica se considera como una adaptación particular del orden Sabellida a la vida tubícola, aunque en los espirórbinos esta inversión setal no se evidencia del todo por el torcimiento de 90 grados que se explicó anteriormente (Knight-Jones & Fordy 1979, Fitzhugh 1989, Rouse & Pleijel 2001).

La primera evaluación crítica del grupo y su reconocimiento como familia la realizó Mörch (1863). La clasificación tradicional de los serpulidos incluye a cuatro subfamilias: Serpulinae Rafinesque, 1815, Spirorbinae Chamberlin, 1919, FiloGraninae Rioja, 1923 y Ficopomatinae Pillai, 1960. Las subfamilias Serpulinae y FiloGraninae se distinguen por tener el opérculo sobre un pedúnculo modificado en la primera, o por llevarlo en un radiolo en la segunda, aunque a veces el opérculo puede faltar del todo en especies de ambas subfamilias. Sin embargo, es posible que la pérdida de opérculo sea un carácter derivado al que se hubiera llegado por líneas independientes, por lo que esta distinción no es muy robusta (cf. Lechapt 1992, Pillai & ten Hove 1994). Pillai (1960) adicionó la subfamilia

Ficopomatinae para las especies cuyo collar lleva setas denticuladas y habitan en aguas salobres. La subfamilia Spirorbinae fue propuesta para englobar a los serpulidos con tubos enrollados y Pillai (1970) la elevó a la categoría de familia. En algunos estudios cladísticos, Spirorbinae es considerada como una familia aparte (Macdonald 2003), mientras que en un análisis reciente (Kupriyanova *et al.* 2006), combinando caracteres morfológicos y moleculares, refuerza la hipótesis de que los espirórbinos constituyen una subfamilia de serpulidos.

Por su parte, Uchida (1978) propuso un esquema de 11 subfamilias que son separados usando la presencia de características del opérculo, las setas del collar y de los uncinos torácicos. No obstante, esta propuesta de clasificación no se ha evaluado con el detalle suficiente para clarificar los límites morfológicos entre los géneros similares y las diferentes subfamilias.

Los casos de incubación entre los serpulidos son más bien raros en la mayoría de las subfamilias, sólo unos cuantos géneros tienen especies incubadoras (e.g. *Chitinopoma*, *FiloGrana*, *Rhodopsis*); sin embargo, en todos los espirórbinos se realiza la incubación de huevos y/o embriones, ya sea en el tubo (Fig. 6B) o en el opérculo (Fig. 6G-M, Bailey 1969, Knight-Jones 1981, Kupriyanova 2003), considerando que además la incubación opercular incluye modificaciones operculares particulares, éstas han sido muy útiles para separar con mayor claridad a los espirórbinos a niveles de género y especie (Bailey 1969, Knight-Jones 1973, 1978, 1981, Knight-Jones & Fordy 1979). Asimismo, la característica asimetría de los espirórbinos en cuanto a los setígeros y tori (Fig. 6A), también resulta útil para separar géneros y especies (Knight-Jones & Fordy 1979, Knight-Jones 1981).

Actualmente las especies de serpulidos se agrupan en aproximadamente 70 géneros válidos (46 géneros sin incluir los espirórbinos, cf. ten Hove & Kupriyanova 2009). A la fecha ninguna de las clasificaciones propuestas ha sido sujeta a un examen riguroso. No se ha publicado ningún análisis de todos los géneros de serpulidos como un grupo, ni se ha comprobado la validez de las

diferentes subfamilias usando una metodología objetiva. No obstante, existen algunos esfuerzos por reconstruir la filogenia: el estudio de las especies de *Hydroïdes* usando métodos tradicionales (Pillai 1972), una revisión del género *Crucigera* (ten Hove & Jansen-Jacobs 1984), así como las afinidades entre algunos géneros seleccionados (ten Hove 1984). En este último, ten Hove propuso una serie de transformación del desarrollo del opérculo en los serpúlidos, incluyendo la reversibilidad de dicho patrón en *Serpula* y géneros afines. Asimismo, discutió sobre la serie de transformación del opérculo de *Hydroïdes*, considerando que la dirección evolutiva *Serpula* → *Crucigera* → *Hydroïdes*, tal como indicaron antes Rioja (1919, 1934, 1947) y Pillai (1972), conforma una hipótesis igualmente posible como lo es la adquisición del verticilo en *Hydroïdes* a partir de una forma similar a *Serpula*, como lo sugirió Uchida (1978). Cualquier decisión al respecto es aún discutible, ya que recientemente, en un análisis filogenético que incluyó algunas especies de *Serpula*, *Crucigera* e *Hydroïdes*, se concluyó que *Hydroïdes* es monofilético, pero *Serpula* forma un grado basal parafilético y *Crucigera* es polifilética; además, la pérdida de relaciones estrechas entre *Hydroïdes* y *Crucigera* sugiere que sus características operculares similares en realidad no son homólogas (Kupriyanova *et al.* 2008).

Otros estudios filogenéticos basados exclusivamente en caracteres moleculares van un paso más allá; uno de ellos (Lehrke *et al.* 2007) evalúa 19 taxa de serpúlidos, comprueba la monofilia de los serpúlidos (incluidos los espirórbinos) y forma cuatro grupos: Spirorbinae, "Protula", "Serpula" y "Pomatoceros"; el otro estudio (Kupriyanova & Rouse 2008) posiciona a los serpúlidos como un grupo anidado dentro de la familia Sabellidae, aunque comprueba una vez más la monofilia de los serpúlidos. No obstante, la ubicación de los serpúlidos y las relaciones con otras familias y entre sus especies distan mucho de estar resueltas, toda vez que estos estudios filogenéticos no son exhaustivos y sólo incluyen algunos taxa seleccionados. Ten Hove & Kupriyanova (2009) revisan y sintetizan la información de los serpúlidos *sensu lato* (sin incluir los espirórbinos), proporcionando una

clave a géneros y una lista de géneros inválidos y sinonimias.

Son varios los trabajos que han registrado serpúlidos en los litorales de México, entre los más relevantes se encuentran Bush (1905), Treadwell (1929), Rioja (1941a-b, 1942a-b, 1944, 1958a-b, 1960, 1962), Bailey (1970), Kudenov (1975, 1980), Knight-Jones (1978), Knight-Jones *et al.* (1979), ten Hove & Jansen-Jacobs (1984), ten Hove & Zibrowius (1986), de León-González (1990), Bastida-Zavala (1995, 2008), Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo (2001a-b), Bastida-Zavala & de León-González (2002), Bastida-Zavala & ten Hove (2003a-b), Salgado-Barragán *et al.* (2004) y Bastida-Zavala (2008).

Para compilar la lista de serpúlidos de América tropical fueron de gran ayuda las listas previas de México (Salazar-Vallejo 1989), del Gran Caribe (Salazar-Vallejo 1996) y del Pacífico oriental tropical (Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa 2004). Las siguientes claves de identificación se basaron, en parte, en las claves de ten Hove (1973, para *Pyrgopolon*), Knight-Jones *et al.* (1979, para espirórbinos), Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo (2001a), Bastida-Zavala & ten Hove (2003a-b para *Hydroïdes*) y Bastida-Zavala (2008); además se consultó y complementó con la literatura especializada. En las claves se encuentran algunas abreviaturas que van después de cada nombre científico, que indican su distribución regional y/o estatus: B: Occidente de Baja California, P: Pacífico oriental tropical, G: Gran Caribe, C: cuestionable. Al final de la clave hay comentarios particulares que son señalados con un exponente.

### Morfología

La identificación de los serpúlidos se concentra principalmente en las características del opérculo, del tubo y de las setas especiales del collar y, en menor medida, las setas y uncinos del resto del tórax y abdomen. A continuación se presenta una muestra sucinta de los caracteres que es posible encontrar en los serpúlidos.

El cuerpo de los serpúlidos se separa en una corona branquial anterior, un tórax y el abdomen (Fig. 1A). La corona branquial está conformada por filamentos branquiales llamados radiolos, los cuales se agrupan en dos lóbulos semicirculares o espirales. La corona branquial tiene la doble función tanto de llevar a cabo la respiración como de atrapar su alimento (generalmente pequeñas partículas suspendidas). Cada radiolo está recorrido por una serie de pínulas internas pareadas (Fig. 1B), en ocasiones se pueden observar manchas de pigmento o incluso ocelos. Cada lóbulo branquial puede llegar a tener una membrana interradiolar, delgada y transparente, que une a los radiolos y cuya extensión es variable.

El tórax inicia anteriormente con una zona estrecha llamada collar (Fig. 1A), la cual por lo regular representa al primer setífero torácico y carece de uncinos. A este primer setífero le siguen, por lo regular, seis setíferos más, los cuales presentan setas notopodiales y uncinos neuropodiales (Fig. 1A). El número de setíferos torácicos puede variar en algunos géneros, desde los espirórbinos, que tienen cinco o menos, hasta algunos filográninos y serpúlinos con ocho o nueve setíferos torácicos. A diferencia de los demás serpúlidos, en los espirórbinos no existen septos intersegmentales que evidencien la segmentación torácica (Knight-Jones & Fordy 1979).

Los setíferos torácicos tienen una prolongación membranosa dorsal, llamada membrana torácica, que puede extenderse hasta los últimos setíferos torácicos y se une ventralmente formando un mandil (Fig. 1A). La cobertura de la membrana torácica es variable, pero cuando menos cubre desde el segundo setífero. Su extensión es variable e incluso algunas especies tienen fusionada dorsalmente la membrana torácica, formando una especie de túnel dorsal (e.g. *Neodexiospira*, *Ficopomatus uschakovi*, Fig. 1K).

El abdomen de los serpúlidos contiene muchos más segmentos que el tórax. Debido a la progresión del surco fecal, desde la superficie ventral del abdomen hacia la superficie dorsal del

tórax, se involucra un torcimiento de 180 grados en la zona de transición (generalmente asetígera) entre el tórax y abdomen; de este modo, las setas abdominales son neuropodiales y los uncinos notopodiales (Fig. 1A). En el caso de los espirórbinos, la inversión setal no es tan evidente debido a que esta subfamilia sufre un torcimiento de 90 grados en la zona asetígera (Fig. 6A) para adaptarse al tubo espiralado (Knight-Jones & Fordy 1979). El abdomen termina en un pigidio que circunda el ano.

Los tubos de los serpúlidos están formados de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), en sus dos formas minerales, calcita y aragonita, pero nunca forman una capa nacarada como en las conchas de los moluscos. El tubo es el sitio donde los serpúlidos pasan toda su vida, ocupando solamente una parte anterior del mismo, aunque pueden adentrarse profundamente en el tubo cuando son molestados (ten Hove & van der Hurk 1993). El tubo es formado por la acción de glándulas tubulares (e.g. *Hydroides*, *Spirorbis*) o tubulo-racemosas (e.g. *Serpula*, *Pomatoceros*) que se encuentran en el pliegue del collar peristomial; además en el peristomio de *Serpula* existe un par de sacos ventrales que secretan material calcáreo (Hedley 1956a-b).

Los tubos pueden tener varias ornamentaciones externas: una o más costillas longitudinales con diverso grado de desarrollo (Fig. 1C), llegando a formar crestas denticuladas y dientes anteriores (e.g. *Spirobranchus*); peristomas, que son una ampliación con forma de collar alrededor del tubo indicando posiciones previas de la boca del tubo (e.g. *Ficopomatus*, Fig. 1D, 5D); costillas transversales (Fig. 1C), como elevaciones anulares del tubo, menos pronunciadas que los peristomas (Bastida-Zavala & ten Hove 2003a); e hileras de alveolos, que son pequeñas aberturas que corren a lo largo del tubo intercaladas entre las costillas longitudinales (e.g. *Pomatoceros*, Fig. 5M, P).

Casi todos los serpúlidos tienen tubos cuyo interior es liso, pero en algunos géneros (e.g. *Spiraserpula*, Fig. 4A-C) puede haber ornamentaciones internas como las tábulas, costillas longitudinales internas, espinas, etc. (Pillai & ten Hove 1994).

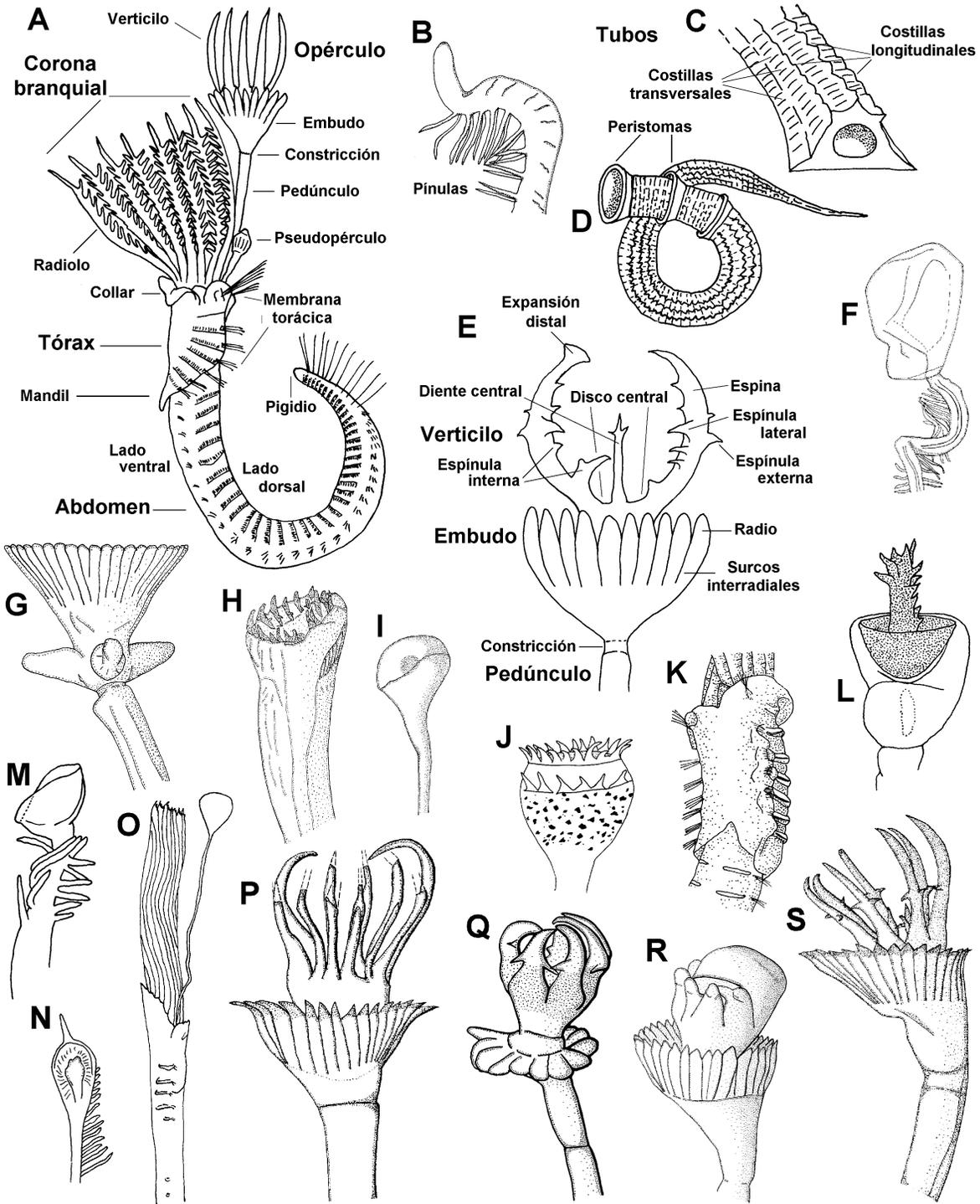


Figura 1. Serpúlidos: A) Esquema del cuerpo completo de un serpúlido, VL, B) parte distal de un radiolo, C-D) tubos, E) esquema del opérculo del género *Hydroides*, F-J, L-S) opérculos, VL, F) *Apomatus geniculata*, G) *Crucigera websteri*, H) *Ficopomatus enigmaticus*, I) *F. miamiensis*, J-K) *F. uschakovi*, opérculo y tórax, VD, L) *Filogranula calyculata*, M) *Filograna* sp., N) Género A, O) *Hyalopomatus*, P) *Hydroides alatalateralis*, Q) *H. bispinosus*, R) *H. brachyacanthus*, S) *H. chilensis*. (Figuras A-E, Q modificadas de Bastida-Zavala & ten Hove 2003a; F-I, O-P, R-S modificadas de Bastida-Zavala 2008; J-K modificadas de Hartmann-Schröder 1971; L-M modificadas de Bianchi 1981; N modificada de Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo 2001a).

Aún falta caracterizar mejor los tubos de los serpúlidos, pues se conoce que muchos tubos son específicos de algunos géneros o especies (e.g. *Pseudovermilia fuscostriata*, Fig. 5P), mientras que otros presentan cierto grado de variabilidad intraespecífica (e.g. *P. occidentalis*, ten Hove 1975). Por otro lado, la estructura interna y la composición mineralógica de los tubos pueden representar caracteres muy útiles para separar géneros (ten Hove & Zibrowius 1986, Pillai & ten Hove 1994).

La mayoría de los serpúlidos poseen un pedúnculo y opérculo, este último es la estructura más útil para su identificación. Ontogenéticamente el pedúnculo surge a partir de un radiolo, que en algunos casos conserva las pínulas (e.g. *Apomatus*, *Filograna*, Fig. 1F, M) o las pierde, incrementando su grosor a la vez que se refuerza el opérculo (e.g. *Hydroides*, *Vermiliopsis*, Fig. 1G-H, S). El opérculo y el pedúnculo que lo sostiene pueden normalmente presentarse duplicados en algunas especies; es decir, un opérculo en cada lóbulo (e.g. *Apomatus*, *Filograna*), o eventualmente pueden encontrarse dos o más opérculos en un mismo organismo (e.g. *Hydroides*). El pedúnculo puede incluir algunos caracteres como son unas prolongaciones laterales delgadas llamadas alas (e.g. *Spirobranchus*, Figs. 4D-G, 5T), o procesos globulares o digitados distales (e.g. *Crucigera*, Figs. 1G, 5E), así como una constricción con diverso grado de profundidad (e.g. *Hydroides*, Fig. 1E, G), o tener una forma acintada (e.g. *Metavermilia*). La constitución del pedúnculo es generalmente carnosa, pero en algunos casos puede ser completamente calcárea, incluyendo el opérculo (e.g. *Pyrgopolon*, Fig. 3V) o parcialmente quitinizada (e.g. *Hydroides minax*). Ten Hove (1984) discutió ampliamente sobre las implicaciones filogenéticas de la inserción y desarrollo del pedúnculo opercular.

La forma del opérculo es muy variable, aunque existen patrones generales en algunos géneros. La mayoría de los serpúlidos tienen una región opercular basal carnosa o membranosa y una placa distal quitinosa o calcárea. El opérculo puede tener forma globosa (e.g. *Apomatus*, *Hyalopomatus*, Fig. 1F, I, O), de cono (e.g. *Pseudovermilia*, *Vermiliopsis*, Figs. 3U, 5V), de embudo con radios distales (e.g. *Crucigera*, *Serpula*,

Figs. 1G, 3Y-Z, 5E, R), como un doble embudo con espinas quitinosas (e.g. *Hydroides*, Figs. 1P-S, 2A-V, 3A-K), con varias placas quitinosas sucesivas (e.g. *Pomatostegus*, Fig. 5Q), presentar distalmente una placa calcárea plana o ligeramente cóncava (e.g. *Pomatoleios*, Fig. 5J, L), o cónica y lisa (e.g. *Pomatoceros*, Fig. 3N-O), o plana y con cuernos (e.g. *Spirobranchus*, Fig. 4D-G). Cuando la placa opercular es calcárea puede presentar un talón que consiste en una lámina calcárea interna; este talón puede tener formas y tamaño diversos (e.g. *Pomatoleios*, *Spirorbis*, *Vinearia*, Figs. 5J, L, 6M-N, S-T, W-X). Entre los espirórbinos existe también una gran variedad de formas de opérculo, en particular entre las especies que incuban en el opérculo (Fig. 6G-R, U); también en estas especies se distinguen opérculos juveniles (Fig. 6S-T) de opérculos de adultos incubadores (Fig. 6R, Bailey & Harris 1968, Knight-Jones *et al.* 1979).

La ornamentación del opérculo de las especies del género *Hydroides* es la más variable entre los serpúlidos, pudiendo presentar espinas con igual tamaño y forma (homoceros) o diferentes (heteroceros), ser completamente lisas o presentar espínulas internas, laterales y/o externas; pueden presentarse desde una espínula por espina hasta más de una docena de ellas, con diferente longitud, forma y, por su posición, ubicarse basal, medial o distalmente (Fig. 1E). Asimismo, se pueden presentar "alas" o proyecciones laterales (Fig. 2F) o incluso capítulos subdistales en las espinas (Figs. 1R, 2T). Por otro lado, el disco central puede tener una espina lisa, con espínulas accesorias o estar desprovisto de ella (Fig. 1E). En algunas especies se ha encontrado cierta variación intraespecífica del opérculo, pues se han registrado variaciones en el tamaño de los opérculos y en el número y forma de algunas de sus ornamentaciones, aunque casi siempre se mantiene el patrón morfológico. En algunos casos se presentan "quimeras bioperculadas", término acuñado por ten Hove & Ben-Eliahu (2005) para un estado ontogenético en el género *Hydroides* que posee dos opérculos de diferente tipo, un pequeño opérculo con espinas simples indiferenciadas (tipo *H. "priscus"*), presente en el lóbulo branquial opuesto al de un opérculo característico (e.g. *H. diramphus*, *H. cf. brachyacanthus*).

Los serpúlidos tienen setas cuya forma varía de acuerdo a la ubicación en el cuerpo del organismo. Se presume una obvia serie de transformación de las setas de los serpúlidos, cuyo esquema general incluye las setas más simples: las capilares (Figs. 4P, 7I), que muy probablemente fueron el estado original de las setas limbadas (Figs. 4Q, 7H), seguidas por una variación de estas últimas en setas geniculadas, es decir, con una curvatura pronunciada (Fig. 7K), que a su vez pudieron derivar en setas con aleta y lámina (Figs. 4M-N, 7F-G) y subsecuentemente a setas bayoneta (Fig. 4J); asimismo, por reducción de la porción aguda de una seta geniculada pudieron derivar las setas con forma de trompeta aplanada (Fig. 4T-U, ten Hove 1984). Las setas tipo "Apomatus" (Figs. 4R, 7J) posiblemente también derivan de las setas geniculadas, ya que se curvan ligeramente, pero además poseen una zona proximal pilosa y una lámina distal compuesta de una palizada de dientes romos regulares (ten Hove 1984, ten Hove & Pantus 1985). Por su parte, las setas tipo "Spirobranchus" (Fig. 4L), que tienen una zona pilosa proximal, derivan de las setas bayoneta.

Varios tipos de setas se encuentran en setíferos de distintas regiones del cuerpo de los serpúlidos. En el collar, o primer setífero, además de las setas capilares y/o limbadas que casi todas las especies poseen, se presentan setas particulares que en conjunto se denominan "setas especiales del collar", por encontrarse exclusivamente en este sitio. Estas setas pueden ser con forma de sierra (e.g. *Ficopomatus*, Fig. 4O), tipo aleta y lámina (e.g. *Salmacina*, *Pileolaria*, Figs. 4M-N, 7F-G), tipo bayoneta (e.g. *Serpula*, *Hydroides*, Fig. 4J) o de tipo "Spirobranchus" (e.g. *Laminatubus*, *Spirobranchus*, Fig. 4L). Algunas especies no tienen setas exclusivas del collar o incluso carecen de setas en

el collar (e.g. *Pomatoleios*). Los demás setíferos torácicos pueden llevar notosetas capilares (Figs. 4P, 7I), limbadas (Figs. 4Q, 7H) y en ocasiones setas tipo "Apomatus" (Figs. 4R, 7J). Los setíferos abdominales pueden contener, dependiendo de la especie, neurosetas geniculadas (Fig. 7K), limbadas y de trompeta aplanada (Fig. 4T-U).

Los uncinos de los serpúlidos son de menor variedad y complejidad que los de los sabélidos; generalmente son simples placas denticuladas embebidas profundamente en el tejido, con sólo el margen dentado sobresaliendo de la pared corporal (Figs. 4V-X, AA-BB, 7L). Presentan formas cuadradas o trapezoidales, con una (Fig. 4Z), dos (Fig. 7M) o más hileras de dientes (Figs. 4Y, 7N-O). En ocasiones el diente basal, también llamado principal, es más grande y está bifurcado (e.g. *Pseudovermilia*, Fig. 4W). Los detalles finos de los uncinos deben revisarse con un aumento de 100x o con microscopía de barrido.

Si se estudian los serpúlidos en vivo se pueden obtener más caracteres morfológicos externos. Por ejemplo, puede ser útil el patrón de coloración de la corona branquial (Devantier *et al.* 1986) y la pigmentación de los segmentos abdominales en algunos taxa; así, algunos serpúlidos presentan bandas de pigmento sobre los radiolos, mientras que en otros se observan sólo manchas redondeadas sin llegar a formar un patrón bandeado. El número y tipo de ocelos en la membrana del collar, en la corona branquial y en el embudo opercular (ten Hove & Nishi 1996) se pierden con facilidad en el alcohol, por lo que ver ejemplares en vivo permitiría registrar esta y otras características (ten Hove & Kupriyanova 2009).

### Clave para subfamilias <sup>1</sup>

- 1 Tubo recto, sinuoso o torcido irregularmente (Figs. 1C-D, 5D, M, P); cinco o más tori torácicos (hileras de uncinos neuropodiales), con el mismo número de tori a cada lado del cuerpo (Figs. 1A, 5B) ..... 2  
 - Tubo total o parcialmente enrollado en espiral (Fig. 6C-F); cinco o menos tori torácicos, con diferente número de tori torácicos a cada lado del cuerpo (Fig. 6A) ..... Spirorbinae  
 2(1) Setas del collar con una o dos hileras de dientes grandes, sin expansión media (Fig. 4O) .....  
 Ficopomatinae ..... *Ficopomatus* Southern, 1921

- Setas del collar de otro tipo ..... 3
- 3(1) Sin opérculo (Figs. 3X,5B) ..... 4
- Con opérculo (Figs. 1A, 5A) ..... 8
- 4(3) Setas del collar limbadas (Fig. 4Q) o capilares (Fig. 4P); uncinos con diente principal muy largo (Fig. 4AA-BB) ..... 5
- Setas del collar modificadas, con limbo distal (Fig. 4N); uncinos con diente principal no tan largo (Fig. 4V-W) ..... 7
- 5(4) Con 7-9 setígeros torácicos ..... 6
- Con 11-14 setígeros torácicos ..... *Filigraninae* ..... *Filigranella* Ben Eliahu & Dafni, 1979 .....  
..... *Filigranella* sp. Fosså & Nielsen, 1996 G<sup>2</sup>
- 6(5) Siete setígeros torácicos; corona radiolar con más de cinco pares de radiolos .....  
..... *Serpulinae* (en parte)
- Nueve setígeros torácicos ..... *Filigraninae* ..... *Salmacinopsis* Bush 1910 ..... corona radiolar  
con hasta cinco pares de radiolos ..... *S. setosa* Bush, 1910 G<sup>3</sup>
- Nueve setígeros torácicos; corona radiolar y opérculo desconocidos ..... *Serpulinae* .....  
..... *Membranopsis* Bush 1910 ..... *M. inconspicua* Bush, 1910 G<sup>4</sup>
- 7(4) Serpúlidos grandes, generalmente mayores a 10 mm; setas abdominales casi rectas (Fig. 4S)  
... *Serpulinae* ..... *Protis* Ehlers, 1887 (en parte)
- Serpúlidos pequeños, generalmente menores a 10 mm; setas abdominales geniculadas (Fig.  
7K) ... *Filigraninae* ..... *Salmacina* Claparède, 1870
- 8(3) Pedúnculo opercular como un radiolo no modificado (Fig. 1F, M) ... *Filigraninae* (en parte)
- Pedúnculo opercular como un radiolo modificado (Figs. 1A, O, 5C, E) ... *Serpulinae* (en parte)

#### Comentarios

- 1) La distinción entre las subfamilias *Filigraninae* y *Serpulinae* no es clara en los taxa que carecen de opérculo, por lo que habrá que tomar con precaución la posición de algunos géneros anoperculares en una u otra subfamilia.
- 2) *Filigranella elatensis* Ben-Eliahu & Dafni, 1979 fue descrita del Mediterráneo; Fosså & Nielsen (1996) registraron *Filigranella* sp. en el Gran Caribe, aunque dicho registro deberá confirmarse.
- 3) Ten Hove (com. pers. 1999) revisó el material tipo de *Salmacinopsis setosa* y confirmó la presencia de la membrana torácica, que llega hasta el sexto setígero, y más de cinco pares de radiolos. La única característica diagnóstica de esta especie es la hilera sencilla de pínulas en los radiolos. En el resto de los serpúlidos las pínulas son pareadas, por lo que este carácter necesita ser evaluado. Ten Hove & Kupriyanova (2009) consideran inválido a este género, cuya especie debería referirse a *Protula*.
- 4) Descrita por Bush (1910) para Bermuda. El material tipo está dañado y no se puede precisar si tenía opérculo; sin embargo, Fauchald (1977) y Uchida (1978) notaron que la membrana torácica está muy desarrollada, semejante a la de *Protula*. Por desconocimiento, la especie tiene dos salidas en las claves.

### Filigraninae Rioja, 1923

#### Clave para especies

- 1 Sin opérculo ..... *Salmacina* Claparède, 1870 ..... 2
- Con opérculo (Figs. 1A, 3L) ..... 4
- 2(1) Setas del collar con tres tamaños muy diferentes ..... *S. amphidentata* Jones, 1962 G<sup>1</sup>
- Setas del collar con tamaños muy similares entre sí ..... 3

- 3(2) Setas del collar con dientes que incrementan gradualmente su tamaño; con 20 setígeros abdominales ..... *S. huxleyi* (Ehlers, 1887) G<sup>2</sup>  
 – Setas del collar con 3–6 dientes grandes; con 26–29 setígeros abdominales ..... *S. tribranchiata* Moore, 1923 P<sup>2</sup>  
 – Setas del collar con muchos dientes pequeños; con 27–50 setígeros abdominales ..... *S. dysteri* (Huxley, 1855) C<sup>2</sup>  
 – Setas del collar con 4–6 dientes grandes; con 40 setígeros abdominales ..... *S. incrustans* Claparède, 1870 C<sup>2</sup>
- 4(1) Cinco setígeros torácicos ..... *Josephella* Caullery & Mesnil, 1896 .....  
 ..... *J. marenzelleri* Caullery & Mesnil, 1896 G<sup>3</sup>  
 – Seis a 12 setígeros torácicos ..... 5
- 5(4) Setas del collar modificadas, con limbo distal (Fig. 4N) ..... 6  
 – Setas del collar simples y limbadas aguzadas (Fig. 4P-Q) ..... 7
- 6(5) Opérculo como un embudo ligeramente deprimido, dispuesto sobre un engrosamiento esférico del pedúnculo opercular, con una espina gruesa que surge del embudo (Fig. 1L) .....  
 ..... *Filigranula cf. calyculata* (Costa, 1861) G C<sup>4</sup>  
 – Opérculo como una esfera con una depresión media, pedúnculo opercular sin engrosamiento subdistal (Fig. 1M) ..... *Filigrana implexa* Berkeley, 1835 P C<sup>5</sup>
- 7(5) Siete a nueve setígeros torácicos; membrana torácica hasta el quinto setígero torácico; opérculo ovoidal con una proyección distal (Fig. 1N) .....  
 ..... Género A Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo, 2001a G  
 – Nueve setígeros torácicos; membrana torácica hasta el quinto setígero torácico .....  
 ..... *Membranopsis inconspicua* G<sup>6</sup>  
 – Sólo siete setígeros torácicos; membrana torácica hasta el séptimo setígero torácico; opérculo esférico, a veces colapsado (Fig. 1F) ..... *Apomatus* Benedict, 1887<sup>7</sup> ..... 8
- 8(7) Corona branquial con siete radiolos por lóbulo ... *Apomatus* sp. A ten Hove & Wolf, 1984 G<sup>8</sup>  
 – Corona branquial con 12–39 radiolos por lóbulo; base de la corona branquial corta, está oculta por el collar ..... *A. geniculata* (Moore & Bush, 1904) B<sup>9</sup>  
 – Corona branquial con 18 radiolos por lóbulo; base de la corona branquial más larga que el collar ..... *A. similis* Marion & Bobretzky, 1875 P C<sup>10</sup>

#### Comentarios

- 1) Nogueira & ten Hove (2000) indican que deberá confirmarse con microscopía electrónica de barrido la presencia de tres diferentes tamaños de las setas del collar en *Salmacina amphidentata*.
- 2) Las diferencias entre las distintas especies de *Salmacina* son muy sutiles y ameritan una revisión detallada. Al menos *S. dysteri* y *S. incrustans* son nombres cuestionables para el Gran Caribe y el Pacífico oriental, debido a que fueron descritas para Europa. *Filigrana huxleyi* fue transferida a *Salmacina* porque no posee opérculo (Nogueira & ten Hove 2000). Moore (1923) describió a *Filigrana tribranchiata* con un opérculo como “radiole tip bearing a spoon-shaped”, después Monro (1933) situó la especie en *Salmacina* al ser no-operculado.
- 3) Monro (1933) registró en Galápagos algunos ejemplares pertenecientes a *Josephella*: “unfortunately the worms are all in very poor condition and unfit for critical examination”; Zibrowius (1968) consideró que posiblemente sean una especie indescrita. La única especie del género, *J. marenzelleri* fue descrita del Atlántico europeo (Normandía, Francia). Otros registros incluyen Florida (Perkins 1998), Bermuda, el Caribe, Brasil, Australia, Japón y Mar Rojo (cf. Ben-Eliahu & ten Hove 1989).
- 4) *Filigranula* sp. fue registrada por ten Hove & Wolf (1984) para el norte del golfo de México. Por la presencia de una espina gruesa se acerca mucho a *F. calyculata* que fue descrita del Mediterráneo; sin embargo, para su identificación precisa deben observarse las características de sus tubos.

- 5) *Filograna* es un género muy cercano a *Salmacina*, pero se diferencia de éste por la presencia de un opérculo (Gee 1963). La localidad tipo de *F. implexa* es Inglaterra, por lo que los registros en el Pacífico oriental tropical son cuestionables.
- 6) Descrita por Bush (1910) para Bermuda. El material tipo está dañado y no se puede precisar si tenía opérculo; sin embargo, Fauchald (1977) y Uchida (1978) notaron que su membrana torácica es muy desarrollada, semejante a la de *Protula*. Por desconocimiento, la especie tiene dos salidas en las claves.
- 7) Tradicionalmente ha sido considerado en la subfamilia Serpulinae, pero debido a que posee pedúnculo opercular con pínulas se incluye entre los Filograninae. El género requiere una profunda revisión debido a que no están claras las diferencias entre las especies del género (ten Hove & Wolf 1984).
- 8) Es el único registro de este género en el Gran Caribe, basado en un sólo ejemplar (ten Hove & Wolf 1984).
- 9) Incluye a *A. timsii* Pixell, 1912, al parecer sólo es diferente por la forma de las setas abdominales, característica muy variable.
- 10) *Apomatus similis* fue descrita de Francia; es posible que los registros de aguas profundas en el Pacífico oriental tropical pertenezcan a *A. geniculata* o, en aguas someras, a una especie indescrita.

### Ficopomatinae Pillai, 1960

#### Clave para especies

- 1 Opérculo con 3–5 hileras de espinas transparentes (Fig. 1J); membranas torácicas fusionadas dorsalmente (Fig. 1K) ..... *Ficopomatus uschakovi* (Pillai, 1960) G<sup>1</sup>  
 – Opérculo con muchas hileras de espinas oscuras o sin ninguna espina; membranas torácicas libres ..... 2
- 2(1) Opérculo cóncavo con espinas curvas (Fig. 1H) ..... *F. enigmaticus* (Fauvel, 1923) G<sup>2</sup>  
 – Opérculo bulboso o ligeramente cóncavo sin espinas (Fig. 1I) .....  
 ..... *F. miamiensis* (Treadwell, 1924) G, P<sup>3</sup>

#### Comentarios

- 1) *Ficopomatus uschakovi*, descrita originalmente de Ceilán (Sri Lanka) fue registrada recientemente para el norte del golfo de México (Bastida-Zavala *et al.* en prep.).
- 2) *Ficopomatus enigmaticus* fue registrada desde comienzos del siglo veinte (Fauvel 1933) como una especie invasora en la bahía de San Francisco, Estados Unidos.
- 3) *Ficopomatus miamiensis* fue registrada como una especie introducida en las lagunas costeras cercanas a Mazatlán, México (Salgado-Barragán *et al.* 2004).

### Serpulinae Rafinesque, 1815

#### Claves para géneros y especies

- 1 Sin opérculo (Figs. 3X, 5B) ..... 2  
 – Con opérculo (Figs. 1A, 5A) ..... 4
- 2(1) Setas del collar modificadas, con limbo distal (Fig. 4M); uncinos con diente principal no tan largo ..... *Protis* Ehlers, 1887 (en parte)  
 – Setas del collar limbadas (Fig. 4Q) o capilares (sin limbos) (Fig. 4P); uncinos con diente principal muy largo (Fig. 4AA-BB) ..... 3
- 3(2) Setas del collar capilares ..... *Subprotula* Bush, 1910 ..... corona con 20 radiolos por lóbulo .  
 ..... *S. appendiculata* (Schmarda, 1861) G<sup>1</sup>  
 – Setas del collar limbadas ..... *Protula* Risso, 1826

4(1) Pedúnculo opercular con alas (Figs. 4D-G, 5T) o procesos digitales (Figs. 1G, 5E) . . . . .	5
- Pedúnculo opercular sin alas ni procesos digitales . . . . .	9
5(4) Pedúnculo con procesos digitales . . . . . <i>Crucigera</i> Benedict, 1887 . . . . . pedúnculo con cuatro procesos digitales (Figs. 1G, 5E); embudo opercular con 43-52 radios . . . . .	
. . . . . <i>C. websteri</i> Benedict, 1887 G, P	
- Pedúnculo opercular con alas . . . . .	6
6(5) Collar sin setas; opérculo sin proyecciones . . . . . <i>Pomatoleios</i> Pixell, 1913	
- Collar con setas; opérculo variable . . . . .	7
7(6) Placa opercular calcárea sin espinas ni discos, ocasionalmente con algunas espinas (Fig. 3P); setas del collar limbadas (Fig. 4Q) . . . . . <i>Pomatoceros</i> Philippi, 1844	
- Placa opercular calcárea con espinas (Fig. 4D-G) o discos (Fig. 5Q); setas del collar modificadas (Fig. 4L) . . . . .	8
8(7) Opérculo con una columna quitinosa de discos concéntricos estelados (Fig. 5Q) . . . . . <i>Pomatostegus</i> Schmarda, 1861 . . . . . <i>P. stellatus</i> (Abildgaard, 1789) G, P	
- Placa opercular calcárea plana, con espinas similares a cuernos de venado (Fig. 4D-G), o cónica con 1-2 espinas distales . . . . . <i>Spirobranchus</i> de Blainville, 1818	
9(4) Pedúnculo opercular duro y calcificado (Fig. 3V) . . . . . <i>Pyrgopolon</i> de Montfort, 1808 <sup>2</sup>	
- Pedúnculo opercular suave, no calcificado . . . . .	10
10(9) Setas abdominales geniculadas (Fig. 7K) . . . . .	11
- Setas abdominales con forma de trompeta aplanada (Fig. 4T) . . . . .	17
11(10) Tórax sin setas "Apomatus" . . . . .	12
- Tórax con setas "Apomatus" (Fig. 4R) . . . . .	14
12(11) Collar sin setas . . . . . <i>Placostegus</i> Philippi, 1844	
- Collar con setas . . . . .	13
13(12) Setas del collar del tipo "Spirobranchus" (Fig. 4L); membrana torácica se extiende hasta el último setífero torácico formando un mandil (Fig. 1A) . . . . . <i>Laminatubus</i> ten Hove & Zibrowius, 1986 . . . . . <i>L. alvini</i> ten Hove & Zibrowius, 1986 P	
- Setas del collar con una expansión basal denticulada y un limbo serrado (Fig. 4K); membrana torácica corta, llega hasta el segundo setífero (Fig. 1O) . . . . . <i>Hyalopomatus</i> Marenzeller, 1878	
14(11) Collar sin setas ... <i>Rhodopsis</i> Bush, 1905 (Fig. 3W) . . . . . <i>R. pusilla</i> Bush, 1905 G <sup>3</sup>	
- Collar con setas ...	15
15(14) Pedúnculo acintado, plano en sección transversal . . . . . <i>Metavermilia</i> Bush, 1905 . . . . .	
. . . . . <i>M. acanthophora</i> (Augener, 1914) P <sup>4</sup>	
- Pedúnculo redondo en sección transversal . . . . .	16
16(15) La membrana torácica finaliza en los setíferos 3-4; uncinos torácicos con el diente anterior romo (Fig. 4X) . . . . .	17
- Membrana torácica finaliza en el segundo setífero; uncinos torácicos con el diente anterior bifurcado (Fig. 4W) . . . . . <i>Pseudovermilia</i> Bush, 1907	

- 17(16) Pedúnculo opercular modificado del primer radiolo; opérculo distalmente cónico (Figs. 4H, 5V) ..... *Vermiliopsis* de Blainville, 1818 <sup>5</sup>  
 – Pedúnculo opercular modificado del segundo radiolo; opérculo distalmente cóncavo (Fig. 5C)  
 ..... *Bathyvermilia* Zibrowius, 1973 ..... *B. kupriyanovae* Bastida-Zavala, 2008 B <sup>6</sup>
- 17(10) Tubo con costillas u otras estructuras longitudinales internas, por lo menos en las porciones más antiguas del mismo (Fig. 4A-C) ..... *Spiraserpula* Ragenhardt, 1961  
 – Tubo sin costillas longitudinales internas ..... 18
- 18(17) Opérculo como un embudo sencillo (Figs. 3Y-Z, 5R) ..... *Serpula* Linnaeus, 1767  
 – Opérculo complejo, con un embudo basal y un verticilo distal (Figs. 1E, P-S, 2A-V, 3A-K, 5F-G) ..... *Hydroides* Gunnerus, 1768

#### Comentarios

- 1) Incluye *Subprotula longiseta* Bush, 1910 y *Protula longisetoides* Rioja, 1942a.
- 2) *Sclerostyla* Mörch, 1863 fue sinonimizado con *Pyrgopolon*, un género usado primeramente para especies de serpulidos fósiles (cf. Jäger 1993, Jäger & Breton 2002, Jäger 2004).
- 3) *Rhodopsis pusilla* es un pequeño serpulido descrito de Bermuda y al parecer tiene una amplia distribución (cf. Ben Eliahu & ten Hove 1989), también ha sido registrado en la costa caribeña de Panamá (Pernet com. pers. 2003).
- 4) *Metavermilia acanthophora* fue registrado para el Pacífico de Centroamérica como *Vermiliopsis acanthophora* por Maurer & Williams (1988); sin embargo, sus ejemplares están más cercanos a *Pseudovermilia occidentalis* (cf. ten Hove 1975).
- 5) Las diferencias entre las especies de *Vermiliopsis* del Indo-Pacífico y el Pacífico oriental no son claras, de esta forma las formas registradas en estas regiones se refieren como el complejo *V. infundibulum-glandigera*; la revisión del género está pendiente (cf. Imajima 1976).
- 6) *Bathyvermilia kupriyanovae* fue descrita frente a California, a gran profundidad (4,100 m), es muy posible que se encuentre en zonas batiales del Pacífico mexicano.

#### *Hyalopomatus* Marenzeller, 1878

- 1 Tubo liso, sin ornamentaciones; setas del collar con una ligera muesca entre la base denticulada y la zona limbada ..... *H. mironovi* Kupriyanova, 1993 B <sup>1</sup>  
 – Tubo con una costilla longitudinal; setas del collar tipo aleta y lámina ..... 2
- 2(1) Opérculo suboval a redondeado ..... *H. biformis* (Hartman, 1960) B <sup>2</sup>  
 – Opérculo con forma de pera ..... *H. langerhansi* Ehlers, 1887 G <sup>3</sup>

#### Comentarios

- 1) *Hyalopomatus mironovi* fue descrita de la trinchera Kuriles-Kamtchatka (Kupriyanova 1993); sin embargo, también se encontró en el mismo ambiente batial (4,100 m) que *Bathyvermilia kupriyanovae* (Bastida-Zavala, 2008), siendo muy posible que se encuentre en zonas batiales del Pacífico mexicano.
- 2) Descrita originalmente como *Vermiliopsis biformis*, Zibrowius (1971) la transfirió al género *Hyalopomatus*.
- 3) *Serpula sombrieriana* McIntosh, 1885, fue descrita con un ejemplar deteriorado y sin opérculo por lo que es cuestionable. Ten Hove (In: Ben-Eliahu & Fiege 1996) lo transfirió tentativamente a *Hyalopomatus*, pero no se ha realizado una argumentación formal; en caso de que la atribución sea correcta, *H. langerhansi* sería sinónimo menor de *H. sombrierianus* (Ben-Eliahu & Fiege, 1996).

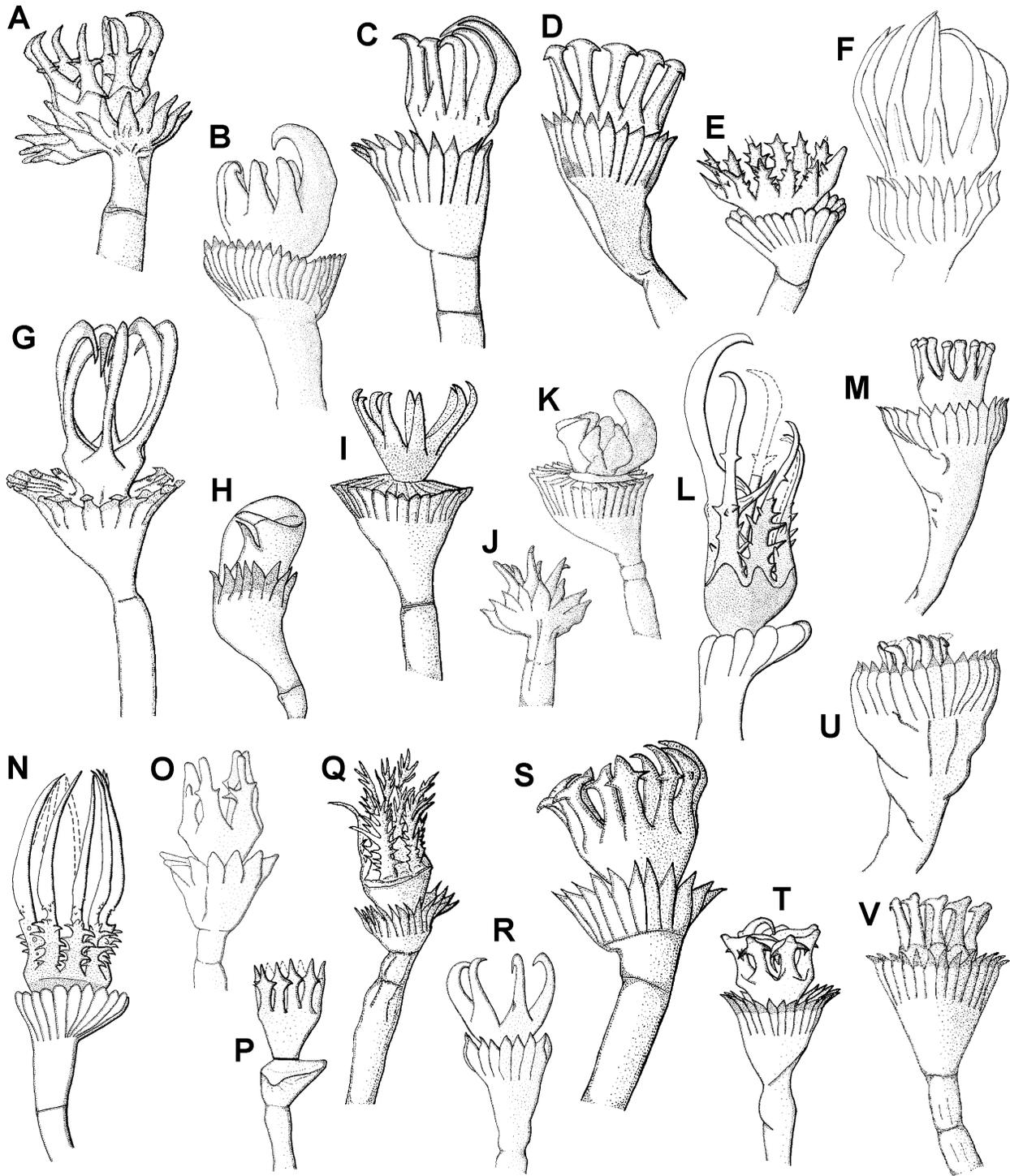


Figura 2. Serpúlidos: A-V) Opérculos, VL. A) *Hydroides cruciger*, B) *H. deleoni*, C) *H. dianthus*, D) *H. diramphus*; E) *H. elegans*, F) *H. floridanus*, G) *H. gairacensis*, H) *H. glandifer*, I) *H. gracilis*, J) *H. humilis*, K) *H. inermis*, L) *H. lambecki*, M) *H. microtis*, N) *H. mongeslopezi*, O) *H. mucronatus*, P) *H. cf. mucronatus*, Q) *H. ochoterenai*, R) *H. cf. operculatus*, S) *H. panamensis*; T) *H. parvus*, U) *H. protulicola*, V) *H. recurvoispina*. (Figuras C, E-F, L-P, R, T-U modificadas de Bastida-Zavala & ten Hove 2003a; A, D, G-K, Q, S, V modificadas de Bastida-Zavala 2008).

*Hydroides* Gunnerus, 1768

- 1 Espinas del verticilo sin espínulas laterales, con puntas expandidas (Fig. 2D, M) ..... 2  
 – Espinas del verticilo con espínulas laterales (Figs. 1Q, S, 2A, 5F, H) ..... 3  
 – Espinas del verticilo sin espínulas laterales (Figs. 1P, 2G, 3C, 5G), a veces con alas (Fig. 2F) . 14
- 2(1) Espinas del verticilo con puntas redondeadas (Fig. 2M); setas bayoneta con dos dientes mayores y denticulación proximal (Fig. 4K) ..... *H. microtis* Mörch, 1863 G  
 – Espinas del verticilo con puntas aplanadas y casi con la forma de T (Fig. 2D); setas bayoneta con dos dientes mayores pero sin denticulación proximal (Fig. 4J) .....  
 ..... *H. diramphus* Mörch, 1863 B, P, G
- 3(1) Espinas del verticilo con un par de espínulas laterales (Figs. 1Q, S 2A, 2O-P, S-T) ..... 4  
 – Espinas del verticilo con más de un par de espínulas laterales (Figs. 2E, L, N, Q, 3H, J, 5F, H) ..... 10
- 4(3) Espinas del verticilo rectas (Fig. 2O-P) ..... 5  
 – Espinas del verticilo curvándose hacia adentro (Figs. 1Q, S, 2A) ..... 6
- 5(4) Embudo opercular formado por radios (Fig. 2O) ..... *H. mucronatus* Rioja, 1958 G  
 – Embudo opercular sin radios, sólo con 3–6 procesos romos (Fig. 2P) .....  
 ..... *H. cf. mucronatus* Rioja, 1958 G
- 6(4) Radios del embudo opercular con punta redondeada (Fig. 1Q) .... *H. bispinosus* Bush, 1910 G  
 – Radios del embudo opercular con punta aguzada (Figs. 1S, 2A, S-T) ..... 7
- 7(6) Espinas del verticilo curvándose fuertemente hacia adentro, formando un ángulo recto; espínulas laterales situadas a dos tercios de la longitud de las espinas (Fig. 2S-T) ..... 8  
 – Espinas del verticilo curvándose gradualmente hacia adentro; espínulas laterales situadas a la mitad de la longitud de las espinas (Figs. 1S, 2A) ..... 9
- 8(7) Espinas del verticilo con una protuberancia distal pronunciada; todas las espinas aproximadamente del mismo tamaño; espínulas laterales situadas lateralmente en todas las espinas (Fig. 2T) ..... *H. parvus* (Treadwell, 1901) G  
 – Espinas sin protuberancia distal; espinas dorsales más grandes que las ventrales; espínulas laterales cambiando gradualmente de su posición lateral en espinas dorsales a una espínula externa en espinas ventrales (Fig. 2S) ..... *H. panamensis* Bastida-Zavala & ten Hove, 2003 P
- 9(7) Espinas del verticilo simétricas; embudo con 22–32 radios largos y aguzados (Fig. 2A) .....  
 ..... *H. cruciger* Mörch, 1863 P  
 – Espinas del verticilo con arreglo asimétrico, las dorsales son más grandes; embudo con 21–58 radios cortos (Fig. 1S) ..... *H. chilensis* Hartmann-Schröder, 1962 P
- 10(3) Embudo opercular con radios aguzados; espinas del verticilo con más de seis pares de espínulas laterales (Figs. 2Q, 5H) ..... *H. ochoterenai* Rioja, 1941 P  
 – Embudo opercular con radios romos o redondeados; espinas del verticilo con cinco pares o menos de espínulas laterales (Figs. 2E, L, N, 3H, J, 5F) ..... 11
- 11(10) Espinas del verticilo complejas, con muchas espínulas externas; las basales pardo-oscuras y las distales hialinas; espínulas internas alargadas (Fig. 2L, N) ..... 12  
 – Espinas del verticilo simples, sin espínulas externas; patrón de color uniforme; espínulas internas cortas o ausentes (Figs. 2E, 3H, J, 5F) ..... 13

- 12(11) Embudo opercular con 17–28 radios; espinas del verticilo con 5–7 espínulas externas (Fig. 2N) ..... *H. mongeslopezi* Rioja, 1958 G  
 – Embudo opercular con 11–14 radios; espinas del verticilo con 3–5 espínulas externas (Fig. 2L) .  
 ..... *H. lambecki* Bastida-Zavala & ten Hove, 2003 G
- 13(11) Con diez o más espinas del verticilo, rectas o curvándose hacia fuera (Figs. 2E, 5F) .....  
 ..... *H. elegans* (Haswell, 1883) B, P, G  
 – Con 7-9 espinas del verticilo, curvándose hacia adentro (Fig. 3H) .....  
 ..... *Hydroides* sp. A ten Hove & Wolf, 1984 G  
 – Con cinco espinas del verticilo muy gruesas, rectas; una espina es más grande que las demás, curvándose hacia adentro (Fig. 3J) ..... *Hydroides* sp. 3 Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo, 2001b G
- 14(1) Radios con puntas lateralmente expandidas en forma de T (Fig. 2G) .....  
 ..... *H. gairacensis* Augener, 1934 P, G  
 – Radios con puntas redondeadas (Fig. 3I), romas (Fig. 3K) o aguzadas (Figs. 2B-C, J, U, 3B, E).....  
 ..... 15
- 15(14) Espinas del verticilo similares en forma y tamaño (Figs. 2J, U, 3I, K) ..... 16  
 – Verticilo con una o más espinas dorsales más grandes (ganchos) que las otras (Figs. 1R, 2B-C, H, K, 3A) ..... 28
- 16(15) Radios con puntas redondeadas (Fig. 3I) .... *Hydroides* sp. 2 ten Hove & Perkins, inédito G  
 – Radios con puntas romas (Fig. 3K) ..... *Hydroides* sp. 4 Bastida-Zavala & ten Hove, 2003 G  
 – Radios con puntas aguzadas ..... 17
- 17(16) Espinas del verticilo rectas o curvándose hacia afuera (Fig. 2J, U) ..... 18  
 – Verticilo con al menos la espina dorsal, si no es que todas, curvándose hacia adentro ..... 19
- 18(17) Verticilo con 8–16 espinas; embudo opercular con 16–37 radios (Fig. 2U) .....  
 ..... *H. protulicola* Benedict, 1887 G  
 – Verticilo con 7–10 espinas; embudo opercular con 12–20 radios (Fig. 2J) .....  
 ..... *H. humilis* (Bush, 1905) P
- 19(17) Espina dorsal curvándose hacia adentro, espinas ventrales curvándose hacia afuera (Figs. 2C, 3B) ..... 20  
 – Todas las espinas curvándose hacia adentro, a veces las puntas de las espinas están torcidas (Figs. 2V, 3G) ..... 21
- 20(19) Espinas del verticilo sin espínulas externas ni alas (Fig. 2C) .....  
 ..... *H. dianthus* (Verrill, 1873) (en parte) G <sup>22</sup>  
 – Espinas del verticilo con espínulas externas (cuando menos las ventrales) y alas (Fig. 3B) .....  
 ..... *H. sanctaerucis* Krøyer [en] Mörch, 1863 (en parte) G, P <sup>23</sup>
- 21(19) Puntas de las espinas torcidas en dirección de las manecillas del reloj (Figs. 2V, 3G) .... 22  
 – Puntas de las espinas no torcidas ..... 23
- 22(21) Espinas del verticilo con una protuberancia subdistal pronunciada (Fig. 2V) .....  
 ..... *H. recurvispina* Rioja, 1941 P  
 – Espinas del verticilo sin una protuberancia subdistal pronunciada (Fig. 3G) .....  
 ..... *H. trompi* Bastida-Zavala & ten Hove, 2003b P

23(21) Espinas del verticilo sin espínula interna (Figs. 2I, 5G) .....	<i>H. gracilis</i> (en parte) (Bush, 1905) B
- Espinas del verticilo con espínula interna (Fig. 1E) .....	24
24(23) Corona branquial con más de 29 pares de radiolos; embudo opercular con 45-61 radios (Fig. 3E) .....	<i>H. spongicola</i> Benedict, 1887 G
- Corona branquial con menos de 25 pares de radiolos; embudo opercular con menos de 51 radios .....	25
25(23) Espinas del verticilo sin alas; embudo opercular con menos de 20 radios; verticilo con siete espinas (Fig. 2R) .....	<i>Hydroides cf. operculatus</i> (Treadwell, 1929) G
- Espinas del verticilo con alas; embudo opercular con más de 30 radios; verticilo con más de ocho espinas (Fig. 2F) .....	26
26(25) Espínula interna larga, cruza el punto medio del disco central (Fig. 1P) .....	<i>H. alatalateralis</i> (Jones, 1962) G, P
- Espínula interna corta, nunca cruza el punto medio del disco central (Fig. 1E) .....	27
27(26) Alas ocupando menos de la mitad de la longitud de las espinas del verticilo (Fig. 2F) .....	<i>H. floridanus</i> (Bush, 1910) G
- Alas ocupando más de la mitad de la longitud de las espinas del verticilo .....	<i>H. elegantulus</i> Bush, 1910 G
28(15) Verticilo con dos o más ganchos dorsales (Fig. 3C) .....	29
- Verticilo con un gancho dorsal (Fig. 1R) .....	33
29(28) Todas las espinas curvándose hacia adentro .....	30
- Espinas dorsales curvándose hacia adentro, espinas ventrales curvándose hacia afuera (Figs. 2C, 3B) .....	32
30(29) Espinas sin espínula interna (Figs. 2I, 5G) .....	<i>H. gracilis</i> (Bush, 1905) (en parte) B
- Espinas con espínula interna .....	31
31(30) Radios con puntas aguzadas (Fig. 3C) .....	<i>H. similis</i> (Treadwell, 1929) P
- Radios con puntas romas; verticilo con 11-13 espinas, 2-3 espinas dorsales más grandes que las otras (Fig. 3D) .....	<i>H. similoides</i> Bastida-Zavala & ten Hove, 2003a G
32(29) Espinas del verticilo sin espínulas externas ni alas (Fig. 2C) .....	<i>H. dianthus</i> (Verrill, 1873) (en parte) G <sup>1</sup>
- Espinas del verticilo con espínulas externas (cuando menos las ventrales) y alas (Fig. 3B) .....	<i>H. sanctaerucis</i> Krøyer [en] Mörch, 1863 (en parte) G, P <sup>2</sup>
33(28) Gancho parcialmente fusionado a las espinas adyacentes (Figs. 2H, 3A, F) .....	34
- Gancho libre .....	36
34(33) Espinas ventrales sin espínula interna (Fig. 2H) .....	<i>H. glandifer</i> Rioja, 1941 P
- Espinas ventrales con espínula interna .....	35
35(34) Espinas ventrales con punta roma (Fig. 3A) .....	<i>H. salazarvallejo</i> Bastida-Zavala & ten Hove, 2003 P, G
- Espinas ventrales con punta aguzada (Fig. 3F) .....	<i>H. tenhovei</i> Bastida-Zavala & de León-González, 2002 P

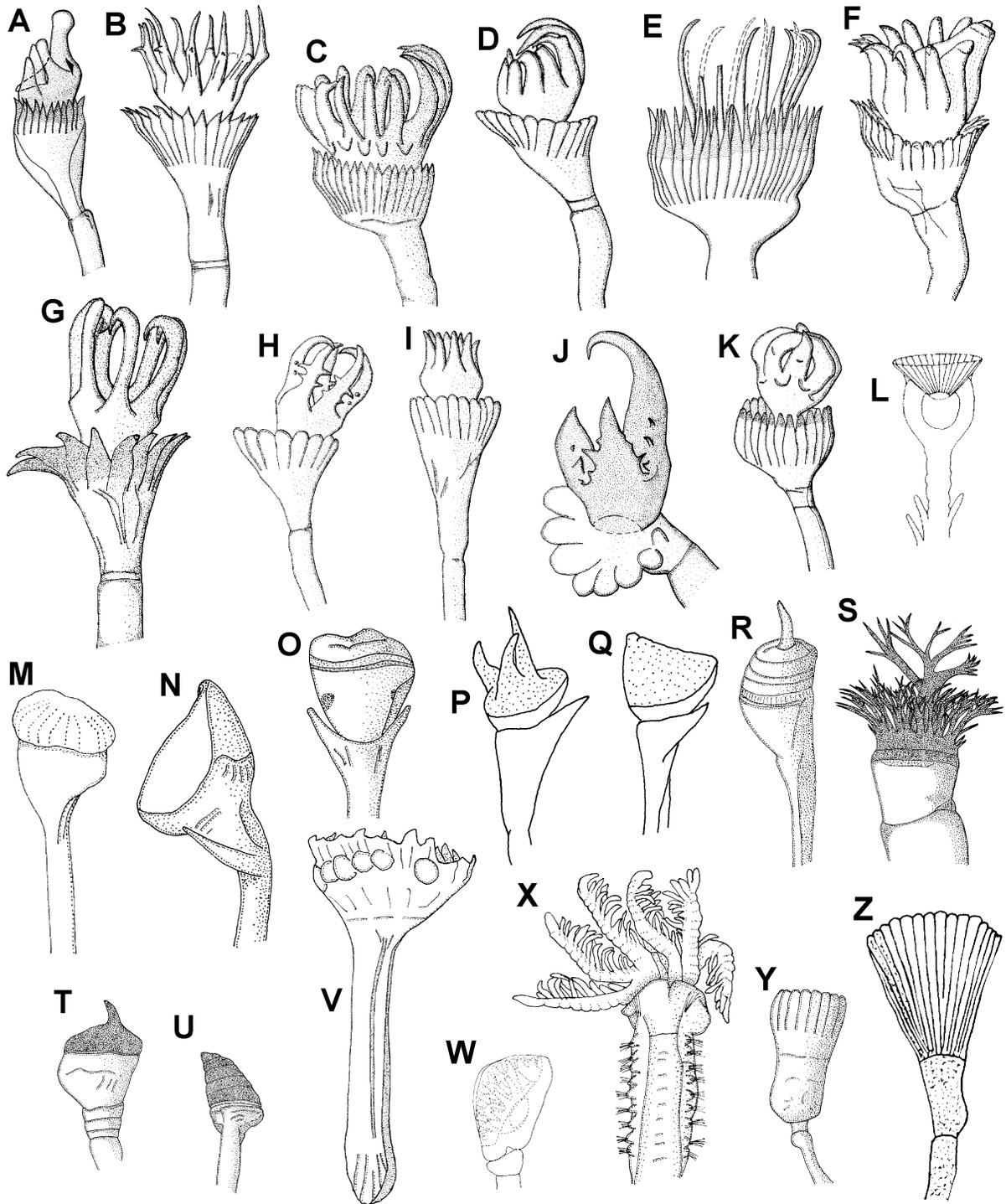


Figura 3. Serpúlidos: A-W, Y-Z) Opérculos, VL, X) tórax y corona branquial, VD. A) *H. salazarvallejo*, B) *H. sanctaecrucis*, C) *H. similis*, D) *H. similoides*, E) *H. spongicola*, F) *H. tenhovei*, G) *H. trompi*, H) *Hydroides* sp. A, I) *Hydroides* sp. 2, J) *Hydroides* sp. 3, K) *Hydroides* sp. 4, L) *Josephella marenzelleri*, M) *Laminatubus alvini*, N) *Pomatoceros americanus*, O) *P. minutus*, P-Q) *P. triqueter*, R) *Pseudovermilia conchata*, S) *P. multispinosa*, T-U) *P. occidentalis*, V) *Pyrgopolon ctenactis*, W) *Rhodopsis pusilla*, X) *Salmacina tribranchiata*, Y) *Serpula* cf. *hartmanae*, Z) *Serpula* sp. (Figura A-C, F-G, L-M, O, R, T-Y modificadas de Bastida-Zavala 2008; D-E, H-K modificadas de Bastida-Zavala & ten Hove 2003a; P-Q modificadas de Bianchi 1981; Z modificada de Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo 2001a).

- 36(33) Espinas del verticilo muy gruesas, ligeramente curvadas, con punta redondeada o roma (Fig. 2K) ..... *H. inermis* Monro, 1933 P  
 – Espinas ventrales del verticilo delgadas, con puntas variables ..... 37
- 37(36) Espinas ventrales con punta subapical curvada hacia adentro y una protuberancia pronunciada (Fig. 1R) ..... *H. brachyacanthus* Rioja, 1941 P, G<sup>3</sup>  
 – Espinas ventrales apicalmente curvadas hacia adentro, sin una protuberancia pronunciada (Fig. 2B) ..... *H. deleoni* Bastida-Zavala & ten Hove, 2003 P  
 – Espinas ventrales apicalmente curvadas hacia afuera, sin una protuberancia pronunciada .....  
 ..... *H. exaltatus* (Marenzeller, 1884) P, C

#### Comentarios

- 1) Existe un registro de *H. dianthus* para la isla Socorro, en el Pacífico mexicano (Holguín-Quiñones 1994); sin embargo, los ejemplares no están disponibles para confirmar la identificación. Por otro lado, Link *et al.* (2009) la han registrado como una especie exótica en Japón.
- 2) *Hydroides sanctaecrucis* es un serpúlido que tiene registros de haber sido transportado en barcos como incrustante; recientemente ha colonizado el Pacífico de Panamá y Oaxaca (Bastida-Zavala & ten Hove 2003b). También se ha registrado en Hawaii, el norte de Australia y Singapur y al parecer su colonización se ha restringido a marinas y puertos (Lewis *et al.* 2006).
- 3) Los ejemplares de *H. cf. brachyacanthus* provenientes del Gran Caribe sólo se diferencian por el desarrollo de las protuberancias subdistales de las espinas del verticilo; sin embargo, este rasgo cae dentro de la variabilidad registrada en la literatura. Es posible que *H. brachyacanthus* sea una especie que ha sido dispersada en muchas regiones por medio del transporte marítimo, o bien, sea un complejo de especies, problema que no podrá ser resuelto hasta realizar una revisión mundial de todo el material registrado con este nombre (Bastida-Zavala & ten Hove 2003a).

#### *Placostegus* Philippi, 1844

- 1 Tubo con una costilla longitudinal ..... 2  
 – Tubo con tres costillas longitudinales, sin costillas transversales; opérculo proximalmente bulboso, distalmente cóncavo ..... *P. assimilis* McIntosh, 1885 G
- 2(1) Tubo sin costillas transversales; opérculo proximalmente bulboso, distalmente cóncavo y zigomorfo (Fig. 5I) ..... *P. californicus* Hartman, 1969 B<sup>1</sup>  
 – Tubo con costillas transversales en su sección media-posterior; opérculo desconocido .....  
 ..... *P. incomptus* Ehlers, 1887 G

#### Comentarios

- 1) Esta especie fue descrita para California; sin embargo, es posible que su distribución se extienda también a las aguas sublitorales de Baja California.

#### *Pomatoceros* Philippi, 1844

- 1 Tubo con tres costillas longitudinales, con alveolos entre las costillas (Fig. 5M); opérculo con una ligera depresión media distal (Fig. 3O) ..... *P. minutus* Rioja, 1941 P, G<sup>1</sup>  
 – Tubo con una costilla longitudinal, con pequeños alveolos en la parte más vieja del tubo o sin alveolos; opérculo variable ..... 2
- 2(1) Opérculo ovoide o piriforme, con una proyección (Fig. 3N) ..... *P. americanus* Day, 1973 G  
 – Opérculo cónico (Fig. 3Q) o en ocasiones es una placa aplanada, en cuyo caso porta tres cuernos (Fig. 3P) ..... *P. triqueter* (Linnaeus, 1767) G C<sup>2</sup>

Comentarios

- 1) *Pomatoceros minutus* puede incluir a *P. (Pomatoleios) caeruleus* Augener, 1922, cuya descripción es muy breve y considerando que las poblaciones de *P. minutus* pueden incluir individuos con o sin setas del collar (Bastida-Zavala & ten Hove en prep.). Rioja (1958b: 296) sinonimizó a *P. minutus* con *P. caeruleus* (Schmarda, 1861), especie descrita originalmente en el género *Placostegus* para Nueva Zelanda; sin embargo, es poco probable que se trate de la misma especie porque difieren en el patrón de coloración del opérculo y la forma de la sección distal del opérculo (Bastida-Zavala & ten Hove en prep.).
- 2) Es poco probable que los registros previos de *P. triqueter* en la región sean válidos. Fue descrita para el Atlántico europeo; el registro de Jones *et al.* (1986) en realidad se trata de *S. polycerus* (ten Hove, com. pers. 1999).

***Pomatoleios* Pixell, 1913**

- 1 Placa opercular con un talón bien desarrollado (Fig. 5J); tubo con dos costillas longitudinales que finalizan en una proyección aplanada (Fig. 5K) ..... *P. kraussii* (Baird, 1865) P
- Placa opercular con un talón inconspicuo o ausente (Fig. 5L); tubo con una costilla longitudinal que finaliza en una espina corta sobre la entrada ..... *Pomatoleios* sp. Bastida-Zavala, 2008 P

***Protis* Ehlers, 1887**

- 1 Corona con hasta 23 radiolos por lóbulo; vive en aguas frías y a profundidades batiales y abisales del Atlántico (440–5,250 m) ..... *P. arctica* (Hansen, 1878) G<sup>1,2</sup>
- Corona con hasta 20 radiolos por lóbulo; vive en cañones submarinos de California (hasta 787 m) ..... *P. pacifica* Moore, 1923 B<sup>2</sup>
- Corona con 9–14 radiolos por lóbulo; vive en ventilas hidrotermales y a profundidades abisales (2,447–2,620 m) ..... *P. hydrothermica* ten Hove & Zibrowius, 1986 P

Comentarios

- 1) Zibrowius (1969) consideró que *P. simplex* Ehlers, 1887 es un sinónimo menor de *P. arctica* y que las diferencias usadas para la separación no son significativas.
- 2) Zibrowius (1969) notó que *P. arctica* y *P. pacifica* son muy parecidas, con apenas ligeras diferencias en los uncinos.
- 3) Es muy posible que *P. pacifica* se encuentre en zonas batiales del Pacífico mexicano.

***Protula* Risso, 1826**

- 1 Uncinos lisos (Fig. 4BB); membrana torácica estrecha ..... *P. atypha* Bush, 1905 P<sup>1</sup>
- Uncinos con dientes (Fig. 4AA); membrana torácica bien desarrollada ..... 2
- 2(1) Radiolos con un proceso redondeado al final de la membrana interradiolar (Fig. 4I) ..... *P. balboensis* Monro, 1933 P, G
- Radiolos sin procesos al final de la membrana interradiolar (Fig. 1A) ..... 3
- 3(2) Tubo con costillas longitudinales (Fig. 1C) ..... *P. longiseta* Schmarda, 1861 G<sup>2</sup>
- Tubo sin costillas longitudinales ..... 4
- 4(3) Tubo liso o tuberculado ..... 5
- Tubo anulado ..... 6

- 5(4) Tubo liso; corona con 12–15 radiolos por lóbulo ..... *P. tubularia* (Montagu, 1803) G C<sup>3</sup>  
 – Tubo liso; corona con 45–56 radiolos por lóbulo ..... *P. superba* Moore, 1909 B<sup>4</sup>  
 – Tubo con textura áspera; corona con 20 radiolos por lóbulo ..... *P. diomedea* Benedict, 1887 G

- 6(4) Corona con 12 radiolos por lóbulo ..... *P. alba* Benedict, 1887 G  
 – Corona con 25–50 radiolos por lóbulo ..... *P. submedia* Augener, 1906 G<sup>5</sup>

#### Comentarios

- 1) *Protula atypha* Bush, 1905 aparentemente tiene uncinos torácicos y abdominales sin dientes; Monro (1933) consideró que esta especie es un estado juvenil insuficientemente caracterizado.
- 2) Podría incluir a *P. antennata* Ehlers, 1887.
- 3) *Protula tubularia* fue descrita de Inglaterra y su presencia es cuestionable en el Gran Caribe.
- 4) Es muy posible que *P. superba* se encuentre en zonas batiales del Pacífico mexicano.
- 5) Descrita por Augener (1906), Hartman (1959) la supuso sinónima de *P. diomedea* pero son distintas.

### ***Pseudovermilia* Bush, 1907**

- 1 Opérculo negro o pardo oscuro (Figs. 3S-U, 5N) ..... 2  
 – Opérculo no negro, endurecido (Fig. 3R) o blando ..... 4

- 2(1) Tubo sin costillas transversales, ni peristomas, ni alveolos ..... *P. conchata* ten Hove, 1975 B<sup>1</sup>  
 – Tubo con costillas transversales y/o peristomas y/o alveolos ..... 3

- 3(2) Tubo con una cresta e hileras longitudinales de alveolos; opérculo con espinas arborescentes (Fig. 3S) ..... *P. multispinosa* (Monro, 1933) G, P  
 – Tubo con una cresta longitudinal y surcos transversales, a veces con peristomas; opérculo con una espina curva simple (Fig. 3T), con varias espinas menores o sin espinas (Fig. 3U) .....  
 ..... *P. occidentalis* (McIntosh, 1885) G, P

- 4(1) Tubo con bandas pardas transversas o completamente pardo (Fig. 5P); opérculo con surcos anulados profundos, a veces con una espina distal simple o ramificada (Fig. 5O) .....  
 ..... *P. fuscostriata* ten Hove, 1975 G  
 – Tubo blanco; opérculo con surcos anulados sutiles o liso, transparente o blanco ..... 5

- 5(4) Tubo con anulaciones, pueden faltar; opérculo con surcos anulados, a veces con una espina distal ..... *P. holcopleura* ten Hove, 1975 G  
 – Tubo con 2–3 crestas longitudinales dentadas; opérculo liso ..... *P. madracicola* ten Hove, 1975 G

#### Comentarios

- 1) Esta especie fue descrita para California; sin embargo, es posible que su distribución se extienda también a las aguas sublitorales de Baja California. Muchos ejemplares litorales registrados en México como *P. conchata* son en realidad *P. occidentalis* o *Vermiliopsis*.

### ***Pyrgopolon* de Montfort, 1808**

- 1 Tubo con 6–12 costillas longitudinales irregulares; embudo opercular somero .....  
 ..... *P. differens* (Augener, 1922) G  
 – Tubo con tres o menos costillas longitudinales; embudo opercular profundo (Fig. 3V) ..... 2

- 2(1) Tubo con costillas transversales muy prominentes, con 3–5 costillas longitudinales más o menos evidentes ..... *P. semiannulata* (ten Hove, 1973) G

- Tubo sin costillas transversales prominentes, con tres costillas longitudinales de tamaño y forma variables ..... *P. ctenactis* (Mörch, 1863) G, P

### *Serpula* Linnaeus, 1767

- 1 Embudo opercular con más de 20 radios (Figs. 3Z, 5R) ..... 2  
 - Embudo opercular con menos de 20 radios (Fig. 3Y) ..... 4
- 2(1) Embudo opercular con 55–160 radios; tubo sin costillas longitudinales ..... *S. columbiana* Johnston, 1901 B<sup>1</sup>  
 - Embudo opercular con menos de radios; tubo con 5–9 costillas longitudinales ..... 3
- 3(2) Embudo opercular con 20–40 radios; tubo blanco con 5–7 costillas longitudinales ..... *S. vermicularis* Linnaeus, 1767 G C<sup>2</sup>  
 - Embudo opercular con 26–38 radios (Fig. 3Y); tubo pardo con nueve costillas longitudinales ..... *Serpula* sp. Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo, 2001a G
- 4(1) Embudo opercular alargado, con 18 radios; pedúnculo con una fuerte constricción (Fig. 3Y); tubo con dos costillas longitudinales y un peristoma ..... *S. cf. hartmanae* Reish, 1968 B  
 - Embudo opercular corto, con 18 radios; pedúnculo sin una fuerte constricción; tubo desconocido ..... *Serpula* sp. A ten Hove & Wolf, 1984 G

#### Comentarios

- 1) Esta especie fue registrada para California (Bastida-Zavala 2008); sin embargo, es posible que su distribución se extienda también a las aguas sublitorales de Baja California.  
 2) *Serpula vermicularis* fue descrita de Europa occidental, los registros en el Gran Caribe son cuestionables.

### *Spiraserpula* Ragenhardt, 1961

- 1 Tubo con costilla interna dorsal o ventral ..... 2  
 - Tubo con costillas internas dorsal y ventral ..... 3
- 2(1) Tubo con costilla dorsal no serrada, en forma de V invertida (Fig. 4A) ..... *S. singularis* Pillai & ten Hove, 1994 G  
 - Tubo con costilla ventral lisa, raramente con espinas dorsales ..... *S. nudicristata* Pillai & ten Hove, 1994 G
- 3(1) Costilla dorsal serrada, la ventral en forma de Y (Fig. 4C) ..... 4  
 - Costilla dorsal no serrada, la ventral serrada ..... 5
- 4(3) Hasta siete pares de radiolos; uncinos torácicos sin tubérculos laterales; más de 100 segmentos abdominales ..... *S. ypsilon* Pillai & ten Hove, 1994 G  
 - Hasta 11 pares de radiolos; uncinos torácicos con tubérculos laterales (Fig. 4CC); menos de 100 segmentos abdominales ..... *S. paraypsilon* Pillai & ten Hove, 1994 G
- 5(3) Tubo con costillas accesorias (Fig. 4B) ..... 6  
 - Tubo sin costillas accesorias ..... 7
- 6(5) Costillas accesorias dorsolaterales; tubo blanco; con opérculo ..... 8

- ..... *S. plaiae* Pillai & ten Hove, 1994 G  
 - Costillas accesorias laterales (Fig. 4B); tubo rosado o con bandas longitudinales rosadas; sin opérculo ..... *S. caribensis* Pillai & ten Hove, 1994 G
- 7(5) Con opérculo; abdomen con unos 40 setígeros ..... *S. karpatensis* Pillai & ten Hove, 1994 G  
 - Sin opérculo; abdomen con unos 50 setígeros ..... *S. zibrowii* Pillai & ten Hove, 1994 G

### **Spirobranchus de Blainville, 1818**

- 1 Opérculo con unos siete cuernos con puntas bífidas o trífidas .....  
 ..... *S. polycerus* (Schmarda, 1861) G  
 - Opérculo con cinco espinas cortas y anchas, emergiendo desde la mitad de la placa opercular (Fig. 4G) ..... *S. spinosus* Moore, 1923 B  
 - Opérculo con tres o menos espinas ..... 2
- 2(1) Pedúnculo opercular con alas cortas, generalmente fimbriadas (Fig. 4D); opérculo con tres grupos de cuernos ramificados ..... *S. dendropoma* Mörch, 1863 G<sup>1</sup>  
 - Pedúnculo opercular con alas grandes, no fimbriadas (Figs. 4E, 5T-U) ..... 3
- 3(2) Opérculo con tres espinas grandes y anchas, emergiendo desde el mismo tallo corto (Fig. 4E) ..... *S. cf. gaymardi* (de Quatrefages, 1866) P<sup>2</sup>  
 - Las espinas del opérculo no emergen desde un mismo tallo sino desde la placa opercular ..... 4
- 4(3) Opérculo con 2-3 cuernos grandes y delgados, generalmente ramificados; cuando presenta la tercer espina está tiene una bifurcación somera (Fig. 5T) ..... *S. giganteus* (Pallas, 1766) G  
 - Opérculo con dos espinas largas y una tercer espina profundamente bifurcada (Fig. 4F) .....  
 ..... *S. incrassatus* Krøyer [en] Mörch, 1863 P  
 - Opérculo con 2-3 cuernos anchos, a veces con las puntas hendidas .....  
 ..... *S. augeneri* ten Hove, 1970 G<sup>3</sup>

#### Comentarios

- 1) *Spirobranchus dendropoma* había sido sinonimizado con *S. tetracerus* (Schmarda, 1861) por ten Hove (1970); sin embargo, es cuestionable que esta última especie, descrita de Australia, se encuentre en el golfo de México.
- 2) *Spirobranchus cf. gaymardi* pertenece al complejo *S. corniculatus* (Fiege & ten Hove, 1999). Los registros de *S. giganteus corniculatus* (Grube, 1862) y *S. quadricornis* (Grube, 1878), en el golfo de California (Hernández-Alcántara & Solís-Weiss 1993) son cuestionables, toda vez que sus localidades tipo son Java y Filipinas, respectivamente.
- 3) *Spirobranchus augeneri* había sido originalmente descrita como una subespecie de *S. polycerus*; sin embargo, aparte de las diferencias en el opérculo, ambas especies ocupan hábitat diferentes: *S. augeneri* es intermareal mientras que *S. polycerus* es sublitoral (ten Hove, com. pers. 2000).

### **Vermiliopsis de Blainville, 1818**

- 1 Tubo sin costillas longitudinales, con peristomas (anulaciones marcadas) (Figs. 1D, 5D) .....  
 ..... *V. annulituba* Augener, 1906 G<sup>1</sup>  
 - Tubo con costillas longitudinales (Fig. 1C), raramente con anulaciones ..... 2
- 2(1) Tubo con costillas longitudinales dentadas, raramente con anulaciones; opérculo con 1-3 discos fusionados (Figs. 4H, 5V) ..... *V. annulata* (Schmarda, 1861) G<sup>2</sup>

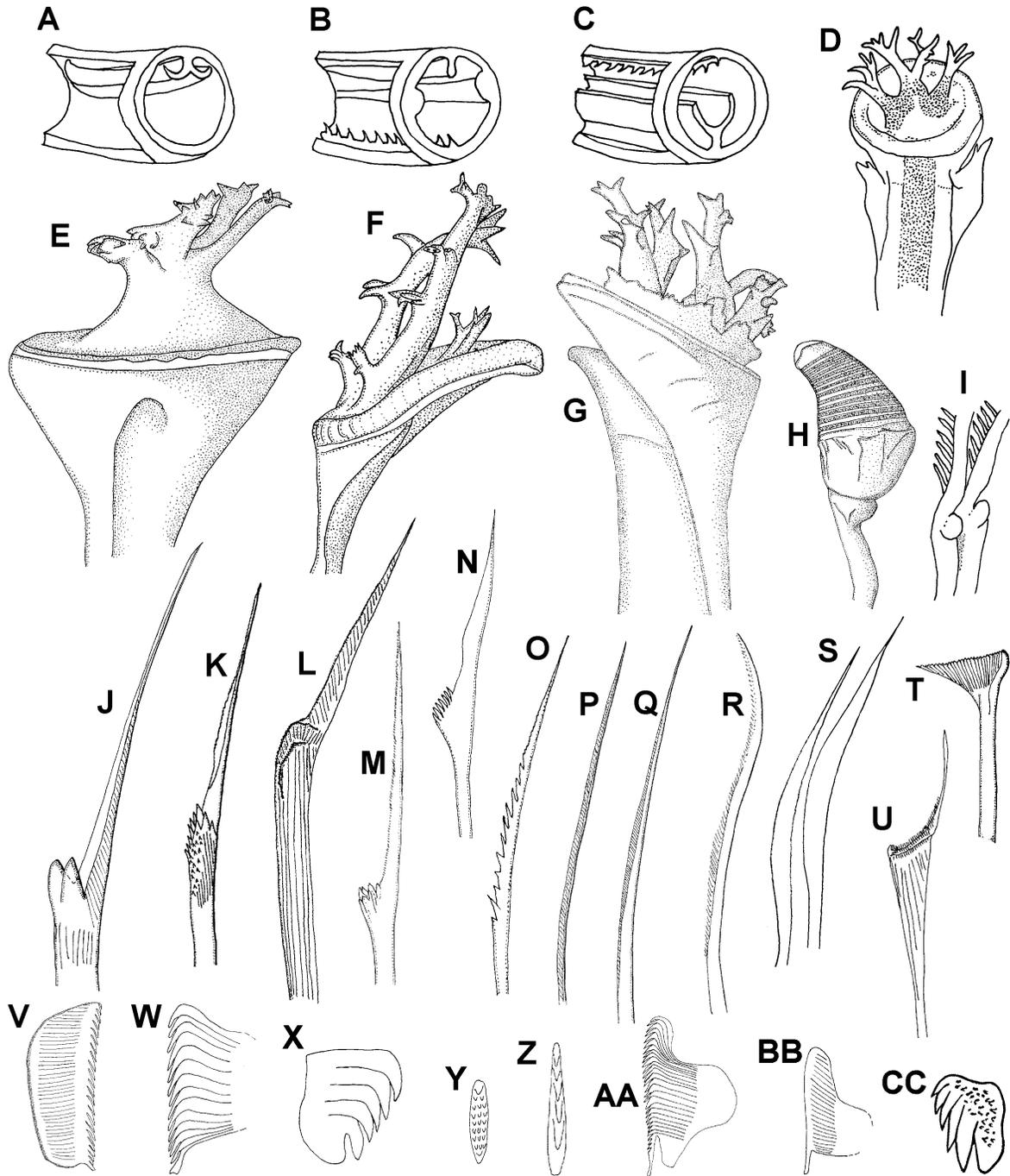


Figura 4. Serpúlidos: A-C) Tubos, D-H) opérculos en diversas vistas, J-U) setas, V-CC) uncinos. A) *Spiraserpula singularis*, B) *S. caribensis*, C) *S. ypsilon*, D) *Spirobranchus dendropoma*, E) *S. cf. gaymardi*, F) *S. incrassatus*, G) *S. spinosus*, H) complejo *Vermiliopsis infundibulum/glandigera*, I) *Protula balboensis*, detalle de dos radiolos, J) seta bayoneta, K) seta bayoneta con base espinulosa, L) seta tipo "Spirobranchus", M-N) setas tipo aleta y lámina, O) seta del collar de *Ficopomatus*, P) seta capilar, Q) seta limbada, R) seta tipo "Apomatus", S) setas geniculadas casi rectas, T-U) setas tipo trompeta aplanada, V-W) uncinos con diente basal entero y bifurcado, X) uncino torácico, Y-Z) uncinos mutiseriados, AA-BB) uncinos de *Protula pacifica* y *P. atypha*, CC) *Spiraserpula paraypsilon*, uncino torácico con denticulos laterales. (Figuras D, I, L, U-V modificadas de Bastida-Zavala & Salazar-Vallejo 2001a; J-K, T, W-Z modificadas de Bastida-Zavala & ten Hove 2003a-b; E-H, M-R, AA-BB modificadas de Bastida-Zavala 2008, A-C, CC modificadas de Pillai & ten Hove 1994).

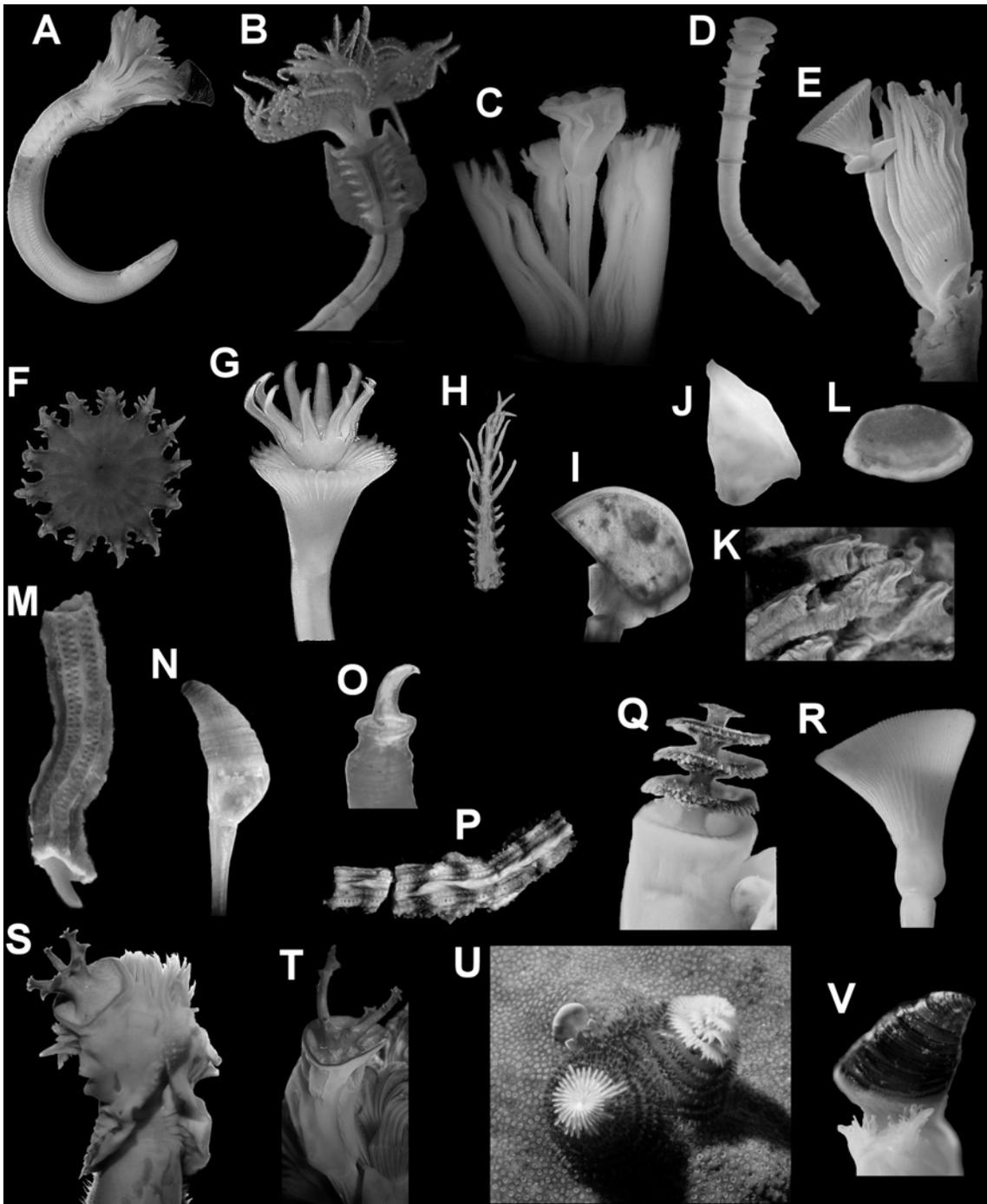


Figura 5. Serpúlidos: A) Cuerpo completo, VL, B) *Protula* sp., VV, C-D) *Bathypermilia kupriyanovae*, opérculo y tubo, E) *Crucigera websteri*, opérculo, F) *H. elegans*, opérculo, G) *H. gracilis*, H) *H. ochoterenai*, detalle de una espina opercular, I) *Placostegus californicus*, opérculo, J-K) *Pomatoleios kraussii*, talón opercular y tubos, L) *Pomatoleios* sp., talón opercular, M) *Pomatoceros minutus*, tubo, N) *Pseudovermilia conchata*, opérculo, O-P) *P. fuscostriata*, opérculo y tubo, Q) *Pomatostegus stellatus*, opérculo, R) *Serpula columbiana*, opérculo, S) *Spirobranchus* cf. *gaymardi*, tórax y opérculo, T-U) *S. giganteus*, *in vivo* y opérculo, V) *Vermiliopsis annulata*, opérculo. (Créditos de fotos: B, Betel Martínez, U, Humberto Bahena).

- Tubo con cinco costillas longitudinales lisas, dos mayores alternas, sin anulaciones; opérculo con más de cinco discos fusionados ..... *V. bermudensis* (Bush, 1905) G<sup>3</sup>
- Tubo con cinco costillas longitudinales lisas, poco marcadas, sin anulaciones; opérculo con menos de cinco discos fusionados ..... *V. intermedia* (Bush, 1907) G

#### Comentarios

- 1) Descrita por Augener (1906), se ha confundido con *V. infundibulum* debido a que ambas especies presentan tubo con anulaciones, pero la segunda fue descrita originalmente del Mediterráneo.
- 2) Incluye a *V. ehlersiana* Bush, 1910.
- 3) Incluye a *V. glandulata* (Treadwell, 1936).

### Spirorbinae Mörch, 1863

#### Clave para géneros y especies

- 1 Tubos por lo general opacos; con dos tori torácicos ..... 2
  - Tubos por lo general translúcidos; con 3-4 tori torácicos ..... 9
- 2(1) Embriones incubados en el tubo (Fig. 6B) ..... 3
  - Embriones incubados en una cámara opercular (Figs. 6G-M, O-R, U, 7E) ..... 4
- 3(2) Setas del collar geniculadas (Fig. 7K) ..... *Circeis* de Saint-Joseph, 1894 ..... tubo porcelanáceo, poco translúcido, por lo general claramente incrustado en espiral sobre el sustrato ..... *C. armoricana* de Saint-Joseph, 1894 P C<sup>1</sup>
  - Setas del collar tipo aleta y lámina (Fig. 7F-G) ..... *Spirorbis* Daudin, 1800
- 4(2) Setas del collar limbadas (Fig. 7H); los embriones se incuban en una copa cuticular invertida fuera de la ámpula opercular que desechan en cada muda (Fig. 6G-O) ..... 5
  - Setas del collar tipo aleta y lámina (Fig. 7F-G); los embriones se incuban en una copa cuticular formada por la invaginación de la ámpula opercular que puede ser usada en más de una incubación (Fig. 7E) ..... 7
- 5(4) Tubo levógiro (el tubo gira a la izquierda en vista dorsal, Fig. 6D) ..... *Leodora* de Saint-Joseph, 1894 ..... opérculo con una, dos o tres cámaras de incubación en serie ..... *L. knightjonesi* (de Silva, 1965) G
  - Tubo dextrógiro (el tubo gira a la derecha en vista dorsal, Fig. 6C, E-F) ..... 6
- 6(5) Márgenes del collar fusionados dorsalmente (Fig. 1K); cámara de incubación opercular subcilíndrica (Fig. 6L-O) ..... *Neodexiospira* Pillai, 1970<sup>2</sup>
  - Márgenes del collar no fusionados dorsalmente (Fig. 6A); cámara de incubación opercular subcónica (Fig. 6G-K) ..... *Janua* de Saint-Joseph, 1894
- 7(4) Sin setas "Apomatus" ..... *Simplaria* Knight-Jones, 1984<sup>3</sup>
  - Con setas "Apomatus" (Fig. 7J) ..... 8
- 8(7) Una sola placa opercular en forma de domo, fusionada a un talón aplanado y periférico ..... *Jugaria* Knight-Jones, 1978 ..... talón con forma de diamante ..... *J. quadrangularis* (Stimpson 1854) P C<sup>4</sup>
  - Dos o más placas operculares, cada una con un talón periférico que se articula con la placa inferior (Fig. 7E)..... *Vinearia* Knight-Jones, 1978<sup>5</sup> ..... *V. koehleri* (Caullery & Mesnil, 1897) G C<sup>6</sup>

- Una sola placa opercular con un talón no muy periférico (Fig. 6P-Q), aunque a menudo es excéntrico (Fig. 6R-U) y puede ser inconspicuo o ausente ..... *Pileolaria* Claparède, 1868

9(1) Tubo generalmente dextrógiro; con tres tori torácicos (aunque pueden ser sólo dos en juveniles) ... *Paradexiospira* Caullery & Mesnil, 1897 ..... *P. vitrea* (Fabricius, 1780) B<sup>7</sup>

- Tubo generalmente dextrógiro; con tres tori torácicos y vestigios del cuarto .....

- ..... *Protolaeospira* Pixell, 1922

#### Comentarios

1) *Circeis armoricana* fue descrita para Francia, los registros en el Pacífico oriental tropical son cuestionables.

2) *Neodexiospira* había sido sinonimizado con *Dexiospira* Caullery & Mesnil, 1894, pero este último nombre fue usado por Ehrenberg, en 1869, para un género de protozooario (Knight-Jones 1984); de este modo se mantiene el nombre del género.

3) *Simplificaria* Knight-Jones, 1973, es un nombre usado por Suter, en 1891, para un género de gasterópodo, por lo que *Simplaria* fue introducido para sustituirlo en estos serpulidos (Knight-Jones 1984).

4) *Jugaria quadrangularis* fue descrita del Atlántico de Canadá y ha sido registrada en diversos sitios del océano Ártico; en el Pacífico se ha registrado desde Alaska hasta Centroamérica (Knight-Jones *et al.* 1979); sin embargo, es poco probable que los registros en el Pacífico oriental tropical correspondan a la misma especie.

5) *Duplicaria* Vine, 1972, es un nombre previamente ocupado por *Duplicaria* Dall, 1908, un género de gasterópodo, por lo que *Vinearia* fue introducido para sustituirlo en estos serpulidos (Knight-Jones 1984).

6) *Vinearia koehleri* fue descrita para el Mediterráneo y ha sido registrada en los tres océanos tropicales (Knight-Jones & Fordy 1979). En el Gran Caribe podría tratarse de una especie distinta.

7) Esta especie fue registrada para California; sin embargo, es posible que su distribución se extienda también a las aguas sublitorales de Baja California.

#### *Janua* de Saint-Joseph, 1894

1 Talón juvenil grande, con dos alas (Fig. 6J) ..... *J. steueri* (Sterzinger, 1909) G

- Talón juvenil desconocido; placa opercular plana o ligeramente convexa, con una espina distal desviada hacia un extremo (Fig. 6K) ..... *J. unicornis* (Bailey & Harris, 1968) P

- Talón juvenil pequeño, como un delgado pasador (Fig. 6I), a veces sin talón (Fig. 6G-H) .. 2

2(1) Placa opercular plana y completamente lisa, sin cresta distal (Fig. 6H-I) .....

..... *J. pagenstecheri* (de Quatrefages, 1865) P, G C<sup>1</sup>

- Placa opercular con una cresta distal que remata en una proyección parecida al pico de una jarra (Fig. 6G) ..... *J. epichysis* Bailey, 1970 G

#### Comentarios

1) *Janua pagenstecheri* fue descrita para Francia y ha sido registrada por todo el mundo (Knight-Jones *et al.* 1979); los registros para el Pacífico oriental tropical y el Gran Caribe son cuestionables.

#### *Neodexiospira* Pillai, 1979

1 Calcificación de la cámara de incubación translúcida (Fig. 6M, O); talón con forma de espátula (Fig. 6M-N); láminas de las setas del collar con estriación cruzada (Fig. 7G) .....

..... *N. pseudocorrugata* (Bush, 1904) P, G<sup>1</sup>

- Calcificación de la cámara de incubación opaca (Fig. 6L); talón con forma de hacha; láminas de las setas del collar sin estriación cruzada (Fig. 7F) ..... *N. brasiliensis* (Grube, 1871) B<sup>2</sup>

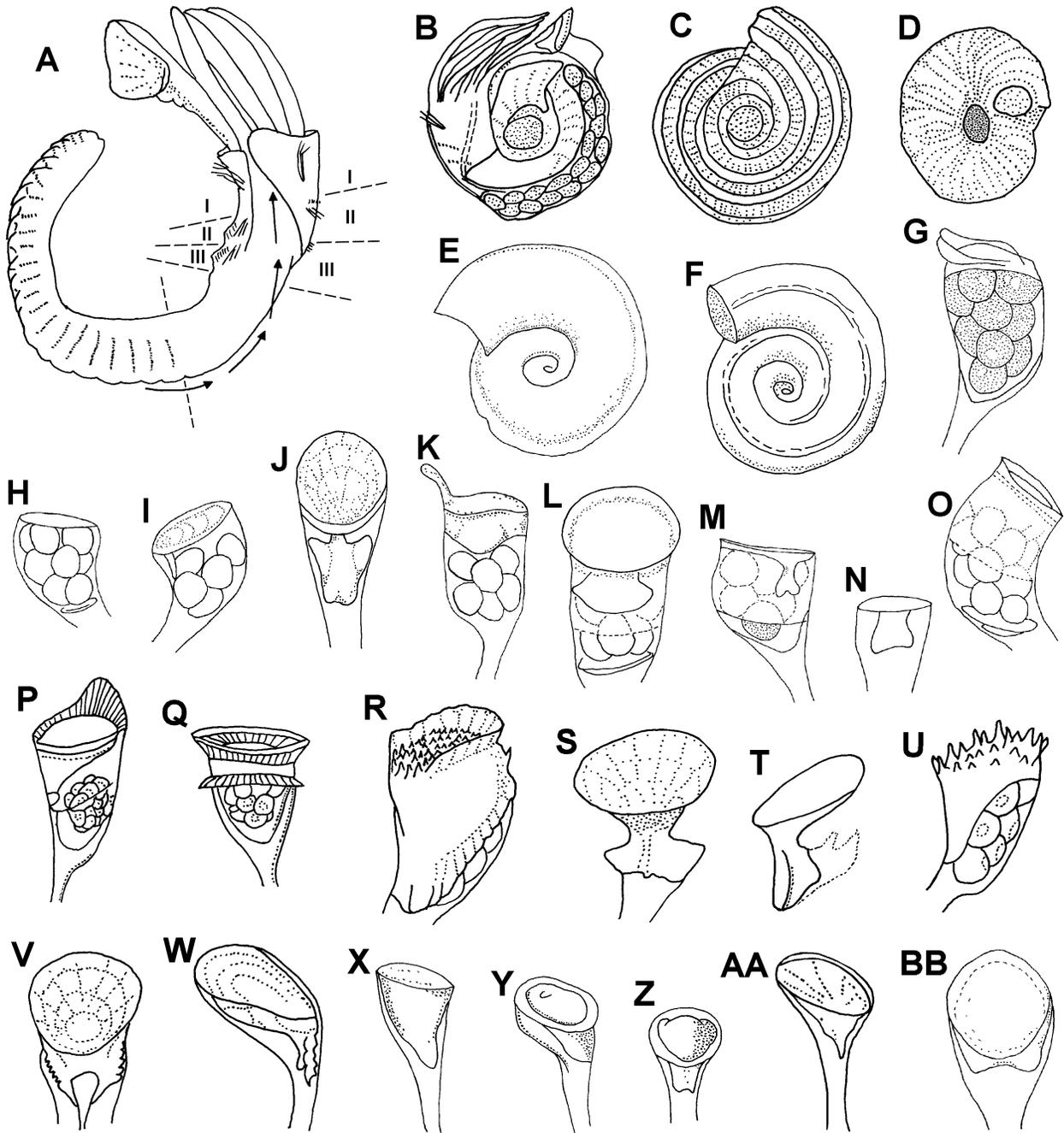


Figura 6. Serpúlidos, subfamilia Spirorbinae: A) Cuerpo completo, VL, B) cuerpo enrollado con cápsula embrionaria dentro del tubo, C, E-F) tubos dextrógiros, D) tubo levógiro, G-BB) opérculos en diversas vistas. C) *Janua unicornis*, D) *Protolaeospira translucens*, E) *Spirorbis rothlisbergi*, F) *S. spatulatus*, G) *Janua epichysis*, H-I) *J. pagenstecheri*, J) *J. steueri*, K) *J. unicornis*, L) *Neodexiospira brasiliensis*, M-O) *N. pseudocorrugata*, P) *Pileolaria berkeleyana*, Q) *P. helenpixelli*, R-T) *P. militaris*, opérculo adulto y juveniles, respectivamente, U) *P. spinifer*, V) *Protolaeospira eximia*, W) *P. translucens*, X-Z) *Spirorbis bushi*, AA) *S. claparedii*, BB) *S. placophora*. (Figura A modificada de Knight-Jones & Fordy 1979; B de Bailey 1969; C-D, I, K, W, AA de Bailey & Harris 1968; E-F, U de Knight-Jones 1978; G, J, M de Bailey 1970; H, L, N-O, V de Knight-Jones *et al.* 1979; P-Q de Rioja 1942b).

## Comentarios

1) *Janua* (*Dexiospira*) *pseudocorrugata* (Bush, 1904) fue establecido como el nombre nuevo para *Spirorbis corrugatus sensu* Caullery & Mesnil (1897) (cf. Knight-Jones 1973, Knight-Jones & Knight-Jones 1977).

2) *Neodexiospira brasiliensis* fue descrita para Brasil y se ha registrado para la marina de Long Beach, California, sobre *Mytilus* y *Ulva* recolectados en plataformas flotantes para yates (Knight-Jones *et al.* 1979). Se incluye para Baja California por su cercanía a California.

***Pileolaria* Claparède, 1868**

- 1 Con tres o más costillas longitudinales ..... 2  
 - Con dos o menos costillas longitudinales ..... 3

2(1) Talón juvenil excéntrico, corto y delgado, con forma de diente; cámara de incubación con dos hileras curvadas de espinas distales, nunca forman una cresta .....  
 ..... *P. quasimilitaris* (Bailey, 1970) G  
 - Talón juvenil excéntrico, corto y obtuso; cámara de incubación con algunas espinas distales arregladas en una hilera transversa o fusionadas para formar una cresta .....  
 ..... *P. tiarata* Knight-Jones, 1978 B<sup>1</sup>

- 3(1) Con una costilla longitudinal ..... *P. moerchi* (Levinsen, 1883) P C<sup>2</sup>  
 - Sin costillas longitudinales ..... 4

4(3) Talón juvenil excéntrico y aplanado, o como un cono o tubérculo, con proyecciones que a veces forman un espolón (Fig. 6S-T); calcificación de la cámara de incubación más larga que su ancho (Fig. 6P, R, U) ..... 5  
 - Talón juvenil ausente; calcificación de la cámara de incubación formando un tope somero al menos tan largo como ancho ..... 7  
 - Talón juvenil desconocido; cámara de incubación simétrica, con una lámina transparente media y una cresta distal (Fig. 6Q) ..... *P. helenpixelli* (Rioja, 1942) P<sup>3</sup>

5(4) Talón juvenil excéntrico con dos alas laterales y espolón medio (Fig. 6S-T); cámara de incubación del adulto rodeado tres cuartas partes por una cresta distal que puede ser denticulada (Fig. 6R) ..... *P. militaris* Claparède, 1868 P C<sup>3</sup>  
 - Talón juvenil excéntrico con una sola ala y sin espolón; cámara de incubación del adulto con forma de sombrero con una hilera doble de espinas distales, a veces fusionadas para formar alas ..... *P. alata* Knight-Jones, 1978 G  
 - Talón juvenil pequeño, simple y casi céntrico; cámara de incubación del adulto sin cresta distal o, en caso de tener, esta no rodea más allá de la mitad de la periferia (Fig. 6P) ..... 6

6(5) Placa distal de la cámara de incubación generalmente con marcada asimetría, puede llevar una pequeña cresta (Fig. 6P) o una hilera de tubérculos .... *P. berkeleyana* (Rioja, 1942) P  
 - Placa distal de la cámara de incubación muy simétrica, con espinas arregladas al azar (Fig. 6U) ..... *P. spinifer* Knight-Jones, 1978 P

7(4) Borde distal de la cámara de incubación muy simétrico y sin espinas .....  
 ..... *P. marginata* Knight-Jones, 1978 B  
 - Borde distal asimétrico, con o sin espinas ..... *P. lateralis* Knight-Jones, 1978 P

## Comentarios

1) Esta especie fue registradas para California; sin embargo, es posible que su distribución se extienda también a las aguas sublitorales de Baja California.

- 2) *Pileolaria moerchi* fue descrita del mar del Norte, por lo que los registros en el Pacífico oriental tropical (Rioja 1942b) son cuestionables.
- 3) Knight-Jones *et al.* (1979) sinonimizaron a *P. helenpixelli* con *P. militaris*, una especie descrita de Francia (Salazar-Vallejo 1988); sin embargo, cuando menos la ornamentación de la placa opercular, en especial la lámina transparente media, justifica que sean consideradas especies diferentes (Rioja 1942b).

### ***Protolaeospira* Pixell, 1922**

- 1 Talón con un espolón medio (Fig. 6V); habita en sustratos duros y madera ..... *P. eximia* Bush, 1905 P  
 – Talón sin espolón (Fig. 6W); habita sobre rocas y caparazones de langostas ..... *P. translucens* (Bailey & Harris, 1968) P<sup>1</sup>

#### Comentarios

- 1) Knight-Jones *et al.* (1979) sinonimizaron a *P. translucens* con *P. capensis*, una especie del sur de África; sin embargo, cuando menos en las setas del collar y en algunos detalles de la placa opercular son diferentes (Bailey & Harris 1968), por lo que se opta por conservar el nombre local.

### ***Simplaria* Knight-Jones, 1984**

- 1 Placa opercular delgada, con cresta distal que rodea menos de la mitad de la placa, en ocasiones con pequeños tubérculos sin orden aparente ..... *S. pseudomilitaris* (Thiriout-Quévieux, 1965) P C<sup>1</sup>  
 – Placa opercular ancha, con cresta distal que rodea más de la mitad de la placa, con espinas que continúan por el margen de la placa ..... *S. regalis* (Bailey & Harris, 1968) P<sup>2</sup>

#### Comentarios

- 1) *Simplaria pseudomilitaris* fue descrita de Toulon, Francia, y ha sido registrada por todo el mundo (Knight-Jones *et al.* 1979). Los registros para el Pacífico oriental tropical son cuestionables.
- 2) Knight-Jones *et al.* (1979) sinonimizaron a *P. regalis* con *P. pseudomilitaris*, una especie mediterránea; sin embargo, cuando menos la ornamentación de la placa opercular es diferente.

### ***Spirorbis* Daudin, 1800**

- 1 Tubos con 2–3 costillas longitudinales (Fig. 6C) ..... 2  
 – Tubos lisos (Fig. 6D-E) o con una costilla longitudinal (Fig. 6F) ..... 4
- 2(1) Setas del collar sin estriaciones cruzadas (Fig. 7F) ..... *S. bidentatus* Bailey & Harris, 1968 P  
 – Setas del collar con estriaciones cruzadas (Fig. 7G) ..... 3
- 3(2) Tubo siempre dextrógiro (Fig. 6C, E-F); opérculo cóncavo, con un talón (lámina calcárea interna) corto con forma de diente ..... *S. marioni* (Caullery & Mesnil, 1897) P<sup>1</sup>  
 – Tubo enroscado en ambos sentidos, normalmente levógiro (Fig. 6D); opérculo siempre liso distalmente ..... *S. bifurcatus* Knight-Jones, 1978 B<sup>2</sup>
- 4(1) Tubo dextrógiro; setas del collar con estrías cruzadas ..... 5  
 – Tubo dextrógiro; setas del collar sin estrías cruzadas ..... 6  
 – Tubo levógiro; setas del collar con estrías cruzadas ..... 7

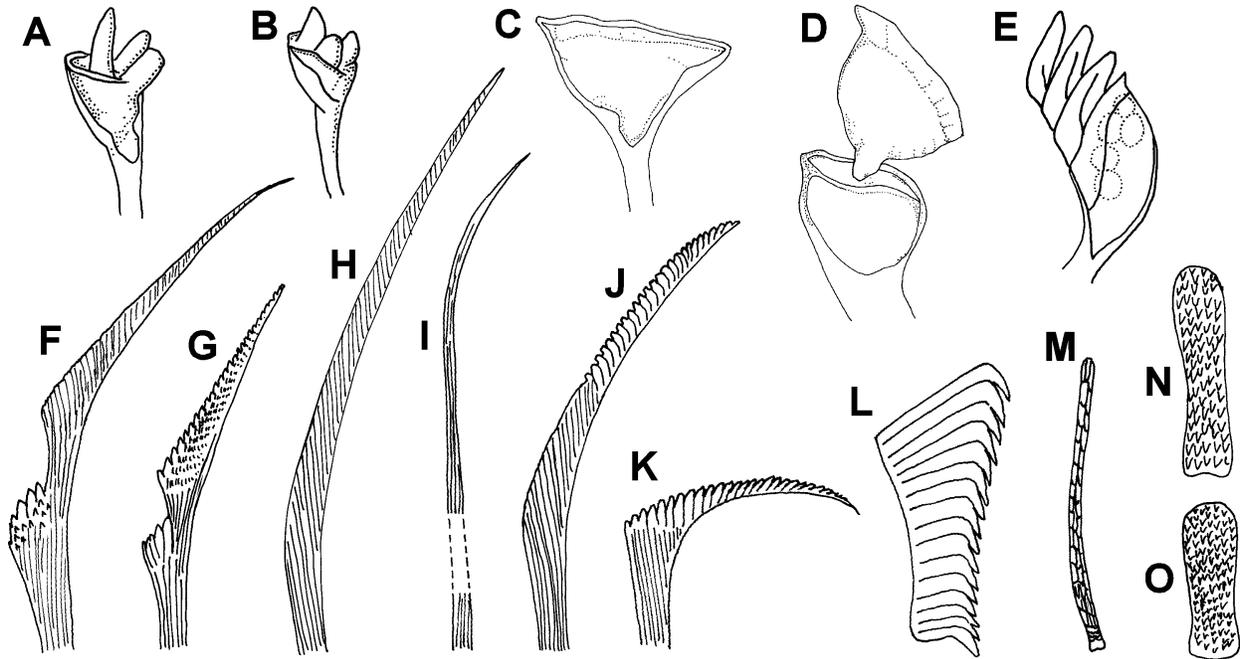


Figura 7. Serpúlidos, subfamilia Spirorbinae: A-E) opérculos, VL, F-K) setas, VL, L-O) uncinos en diversas vistas, A-B) *Spirorbis tricornigerus*, C-D) *S. tuberculatus*, E) *Vinea koehleri*, F-G) setas tipo aleta y lámina, H) seta limbada, I) seta capilar, J) seta tipo "Apomatus", K) seta geniculada, L) uncino en vista lateral, M-O) uncinos biseriado y mutiseriados, VF. (Figuras modificadas: A-B, de Rioja 1942b; C-D, G, N-O, de Bailey & Harris 1968; E, de Knight-Jones *et al.* 1979; F, H-M, de Knight-Jones & Fordy 1979).

5(4) Tubo sin costillas longitudinales; opérculo liso, ligeramente convexo, con un talón masivo con un ligero estrechamiento (Fig. 6X-Z) ..... *S. bushi* Rioja, 1942 P<sup>1</sup>  
 - Tubo con una costilla longitudinal; opérculo con tres protuberancias como tubérculos o cuernos, con un talón masivo con forma de diamante (Fig. 7A-B) .....  
 ..... *S. tricornigerus* Rioja, 1942 P<sup>1</sup>

6(4) Talón opercular masivo, más largo que el diámetro de la placa; tubo con un reborde periférico (Fig. 6E) ..... *S. rothlisbergi* Knight-Jones, 1978 B<sup>2</sup>  
 - Talón opercular pequeño, aplanado; tubo con una costilla longitudinal media (Fig. 6F) .....  
 ..... *S. spatulatus* Knight-Jones, 1978 B

7(4) Tubo con costillas transversales; opérculo cóncavo, con forma de taza, con una delgada cresta distal que lo rodea casi en su totalidad (Fig. 7C); talón grueso (Fig. 7C-D) .....  
 ..... *S. tuberculatus* Bailey & Harris, 1968 P  
 - Tubo liso, sin costillas transversales; opérculo cóncavo y delgado, sin cresta distal; talón pequeño y delgado (Fig. 6AA) ..... *S. claparedii* (Caullery & Mesnil, 1897) P C<sup>3</sup>  
 - Tubo liso, sin costillas transversales; opérculo ligeramente cóncavo y delgado, sin cresta distal; talón muy reducido, bilobulado (Fig. 6BB) ..... *S. placophora* Bailey & Harris, 1968 P

#### Comentarios

- 1) De acuerdo a Knight-Jones *et al.* (1979), *S. marioni* incluiría a *S. tricornigerus* y, tal vez, *S. bushi*, no obstante hay características en el tubo y el opérculo que separan a las tres especies (Rioja 1962).
- 2) Estas especies fueron descritas o registradas para California; sin embargo, es posible que su distribución se extienda también a las aguas sublitorales de Baja California.
- 3) *Spirorbis claparedii* fue descrita de la Patagonia (Hartman 1959), por lo que se considera dudoso su registro en el Pacífico oriental tropical (Bailey & Harris 1968).

## Agradecimientos

Este trabajo no pudo haberse completado sin el apoyo de varios colegas que me enviaron copias de varias referencias importantes. De este modo agradezco a Paulina Hernández-Moreno (UMAR, LABSIM), Luis F. Carrera-Parra y Sergio I. Salazar-Vallejo (ECOSUR, Chetumal) y Ángel de León-González (UANL), por su apoyo en la obtención de estas referencias. A Harry ten Hove (University of Amsterdam) por hacerme notar el cambio nomenclatorial de *Sclerostyla* por *Pyrgopolon*. La esmerada revisión de versiones previas del manuscrito por parte de Andrea Glockner-Fagetti, Aideé Egremy-Valdez y Betzabé Moreno-Dávila (UMAR, LABSIM), me permitió entregarlo con mayor calidad. Les agradezco a mis estudiantes-colegas del LABSIM (Jani, Paulina, Betzabé, Esmeralda, Andrea, Aideé, Zyanya, Fernando y Tulio) cuya amistad y animosa dedicación al trabajo taxonómico me motivaron para concluir este trabajo, no tengo duda que en el futuro cercano contaremos con jóvenes dedicados a la taxonomía. Un agradecimiento especial a mi esposa e hijas, Socorro, Karla y Marcela, por haberme concedido tomar el tiempo necesario para concluir este trabajo a partir del que por derecho era exclusivo de ellas. La cuidadosa revisión de María Ana Tovar-Hernández (ICMyL, UNAM, Mazatlán) y un revisor anónimo mejoraron la calidad del manuscrito final. Este capítulo forma parte de los resultados de un proyecto sectorial que ha sido apoyado con fondos federales (FOSEMARNAT-2004-01-92).

## Referencias

- Augener H 1906 Westindische Polychaeten. *In*: Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea, and on the coast of the United States, 1877-1880, by the U.S.S. Coast Survey Steamer Blake. Bull Mus Comp Zool, Harvard Univ 43(4):91-197.
- Bailey JH 1969 Methods of brood protection as a basis for reclassification of the Spirorbinae (Serpulidae). Zool J Linn Soc 48:387-407.
- Bailey JH 1970 Spirorbinae (Polychaeta) from the West Indies. Stud Fauna Stud Fauna Curaçao other Caribb Isl 32:58-81.
- Bailey JH & MP Harris 1968 Spirorbinae (Polychaeta: Serpulidae) of the Galapagos Islands. J Zool, Londres 155:161-184.
- Bastida-Zavala JR 1995 Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del arrecife coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S., México. Rev Zool ENEPi, UNAM (6):9-29.
- Bastida-Zavala JR 2008 Serpulids (Annelida: Polychaeta) from the Eastern Pacific, including a brief mention of Hawaiian serpulids. Zootaxa 1722:1-61.
- Bastida-Zavala JR & JA de León-González 2002 A new species of *Hydroides* (Polychaeta: Serpulidae) from western Mexico. J Mar Biol Ass UK 82:389-394.
- Bastida-Zavala JR & SI Salazar-Vallejo 2001a (2000) Serpúlidos (Polychaeta: Serpulidae) del Caribe noroccidental con claves para la región del Gran Caribe: *Salmacina*, *Ficopomatus*, *Pomatoceros*, *Pomatostegus*, *Protula*, *Pseudovermilia*, *Spirobranchus* y *Vermiliopsis*. Rev Biol Trop 48(4):807-840.
- Bastida-Zavala JR & SI Salazar-Vallejo 2001b (2000) Serpúlidos (Polychaeta: Serpulidae) del Caribe noroccidental: *Hydroides* y *Serpula*. Rev Biol Trop 48(4):841-858.
- Bastida-Zavala JR & HA ten Hove 2003a (2002) Revision of *Hydroides* Gunnerus, 1768 (Polychaeta: Serpulidae) from the Western Atlantic Region. Beaufortia 52(9):103-178.
- Bastida-Zavala JR & HA ten Hove 2003b Revision of *Hydroides* Gunnerus, 1768 (Polychaeta: Serpulidae) from the Eastern Pacific Region and Hawaii. Beaufortia 53(4):67-110.
- Ben-Eliahu MN & D Fiege 1996 Serpulid tube-worms (Annelida: Polychaeta) of the Central and Eastern Mediterranean with particular attention to the Levant Basin. Senckenberg Mar 28(1-3):1-51.
- Ben-Eliahu MN & HA ten Hove 1989 Redescription of *Rhodopsis pusilla* Bush, a little known but widely distributed species of Serpulidae (Polychaeta). Zool Scripta 18(3):381-395.
- Bianchi CN 1981 Policheti Serpuloidei. Guideper il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. AQ/1/96, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Genova 5:1-187.
- Bush KJ 1905 Tubicolous annelids of the tribes Sabellides and Serpulides from the Pacific Ocean. Pp:169-346, *In* Harriman Alaska Expedition 12. With cooperation of Washington Academy of Sciences, Doubleday, Page & Co, Nueva York.
- Bush KJ 1910 Description of new serpulids from Bermuda with notes on known forms from adjacent regions. Proc Acad Nat Sci Phil 62:490-501.
- de León-González JA 1990 Dos serpúlidos nuevos para el Pacífico mexicano y duplicidad opercular en *Hydroides crucigerus* (Polychaeta: Serpulidae). Rev Biol Trop 38:335-338.
- Davantier LM, RE Reichelt & RH Bradbury 1986 Does *Spirobranchus giganteus* protect host *Porites* from predation by *Acanthaster planci*: predator pressure as a mechanism of coevolution? Mar Ecol Prog Ser 32:307-310.
- Fauchald K 1977 The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Nat Hist
- de León-González JA, JR Bastida-Zavala, LF Carrera-Parra, ME García-Garza, A Peña-Rivera, SI Salazar-Vallejo y V Solís-Weiss (Eds) 2009 Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, 737 pp

- Mus Los Angeles Cty, Sci Ser 28:1-188.
- Fauvel P 1933 Histoire de la *Mercierella enigmatica* Fauvel, Serpulien d'eau Saumatre Arch Zool exp gén 75:185-193.
- Fiege D & HA ten Hove 1999 Redescription of *Spirobranchus gaymardi* (Quatrefages, 1866) (Polychaeta: Serpulidae) from the Indo-Pacific with remarks on the *Spirobranchus giganteus* complex. Zool J Linn Soc 126:355-364.
- Fitzhugh K 1989 A systematic revision of the Sabellidae-Caobangiidae-Sabellongidae complex (Annelida: Polychaeta). Bull Amer Mus Nat Hist (192):1-104.
- Fossa SA & AJ Nilsen 1996 Einzellige Organismen, Schwämme, marine Würmer und Weichtiere im Korallenriff und für das Korallenriff-Aquarium. Korallenriff-Aquarium 5. Birgit Schmettkamp Verlag, Bornheim: 1-352.
- Gee JM 1963 On the taxonomy and distribution in South Wales of *Filograna*, *Hydroides* and *Mercierella* (Polychaeta: Serpulidae). Ann Mag Nat Hist Ser 13, 6(72):705-715.
- Hartman O 1959 Catalogue of the Polychaetous annelids of the world. Allan Hancock Occ Pap 23:1-979.
- Hartmann-Schröder G 1971 Zur Unterscheidung von *Neopomatus* Pillai und *Mercierella* Fauvel (Serpulidae, Polychaeta). (Mit neuen Beiträgen zur Kenntnis der Ökologie und der Rohrenform von *Mercierella enigmatica* Fauvel). Mitt Hamb Zool Mus Inst 67:7-27.
- Hedley RH 1956a Studies of serpulid tube formation. I. The secretion of the calcareous and organic components of the tube by *Pomatoceros triqueter*. Quart J Micr Sci 97:411-419.
- Hedley RH 1956b Studies of serpulid tube formation. II. The calcium-secreting glands in the peristomium of *Spirorbis*, *Hydroides* and *Serpula*. Quart J Micr Sci 97:421-427.
- Hernández-Alcántara P & V Solís-Weiss 1993 New records of sedentary polychaetous annelids from the continental shelf of the Gulf of California. Bull Mar Sci 53(3):1027-1041.
- Holguín-Quiñones OE 1994 Comunidades bentónicas marinas. Pp:225-245. In: Ortega-Rubio, A & A Castellanos-Vera (eds). La isla Socorro, reserva de la biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, México, Publ, 8.
- Imajima M 1976 Serpulid polychaetes from Tanegashima, Southwest Japan. Mem Natl Sci Mus, Tokyo (9):123-143.
- Jäger M 1993 Danian Serpulidae and Spirorbidae from NE Belgium and the SE Netherlands: K/T boundary extinction, survival, and origination patterns. Contr Tert Quatern Geol 29(3-4):73-137.
- Jäger M 2004 Serpulidae und Spirorbidae (Polychaeta sedentaria) aus Campan und Maastricht von Norddeutschland, den Niederlanden, Belgien und angrenzenden Gebieten. Geol. Jahrbuch A157:121-249.
- Jäger M & G Breton 2002 Un tube géant de serpulide, *Pyrgopolon (Septenaria) marechali* n. sp. (Polychaeta) du Cénomanién inférieur (Crétacé supérieur) du Cap de la Hève (Normandie, France). Bull trimestral Soc Géol Normandie Amis Mus Havre 87:39-45.
- Jones ML, ME Petersen & W Sterrer 1986 Phylum Annelida, pp. 232-258. In Sterrer W (ed). Marine fauna and flora of Bermuda: A systematic guide to the identification of marine organisms. Wiley, Nueva York. 742 pp.
- Knight-Jones P 1973 Spirorbinae (Serpulidae: Polychaeta) from South-Eastern Australia. A new genus, four new subgenera and seven new species. Bull Brit Mus (Nat Hist) 24(4):231-259.
- Knight-Jones P 1978 New Spirorbidae (Polychaeta: Sedentaria) from East Pacific, Atlantic, Indian and Southern Oceans. Zool J Linn Soc 64:201-240.
- Knight-Jones P 1981 Behaviour, setal inversion and phylogeny of Sabellida (Polychaeta). Zool Scripta 10:183-202.
- Knight-Jones P 1984 A new species of *Protoleodora* (Spirorbidae: Polychaeta) from Eastern U.S.S.R., with a brief revision of related genera. Zool J Linn Soc 80:109-120.
- Knight-Jones P & MR Fordy 1979 Setal structure, functions and interrelationships in Spirorbidae (Polychaeta, Sedentaria). Zool Scripta 8:119-138.
- Knight-Jones P & W Knight-Jones 1977 Taxonomy and ecology of British Spirorbidae (Polychaeta). J Mar Biol Ass UK 57: 453-499.
- Knight-Jones P, EW Knight-Jones & RP Dales 1979 Spirorbidae (Polychaeta Sedentaria) from Alaska to Panama. J Zool, London 189:419-458.
- Kudenov JD 1975 Sedentary polychaetes from the Gulf of California, Mexico. J Nat Hist, 9:205-231.
- Kudenov JD 1980 Annelida: Polychaeta (bristleworms). Pp:77-123, In Brusca RC (ed), Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. 2a ed. University of Arizona Press, Tucson.
- Kupriyanova EK 1993 Deep-water Serpulidae (Annelida, Polychaeta) from the Kurile-Kamchatka trench: 1. Genus *Hyalopomatus*. Zool Zhurn 72(1):145-152.
- Kupriyanova EK 2003 Live history evolution in Serpulimorph polychaetes: a phylogenetic analysis. In Sigvaldadóttir, E, ASY Mackie, GV Helgason, DJ Reish, J Svavarsson, SA Steingrímsson & G Gudmundsson (eds). Advanced in Polychaete Research. Hydrobiologia 496:105-114.
- Kupriyanova EK & GW Rouse 2008 Yet another example of paraphyly in Annelida: molecular evidence that Sabellidae contains Serpulidae. Mol Phy Evol 46:1174-1181.
- Kupriyanova EK, TA Macdonald & GW Rouse 2006 Phylogenetic relationships within Serpulidae (Sabellida, Annelida) inferred from molecular and morphological data. Zool Scripta 35:421-439.
- Kupriyanova EK, R Bastida-Zavala, MN Halt, M Lee &

- GW Rouse 2008 Phylogeny of the *Serpula-Crucigera-Hydroides* clade (Serpulidae: Annelida) using molecular and morphological data: implications for operculum evolution. *Invertebrate Systematics* 22:1-13.
- Lechapt J-P 1992 *Neovermilia anoperkulata*, nouvelle espèce bathyale de Nouvelle-Calédonie (Polychaeta, Serpulidae). *Bull Mus Natl Hist Nat Paris*, 4a ser 14(2):443-448.
- Lehrke J, HA ten Hove, TA Macdonald, T Bartolomaeus & C Bleidorn 2007 Phylogenetic relationships of Serpulidae (Annelida: Polychaeta) based on 18S rDNA sequence data, and implications for opercular evolution. *Organisms Divers Evol* 7:195-206.
- Lewis JA, C Watson & HA ten Hove 2006 Establishment of the Caribbean serpulid tubeworm *Hydroides sanctaecrucis* Krøyer [in] Mörch, 1863, in northern Australia. *Biol Invasions* 8:665-671.
- Link H, E Nishi, K Tanaka, R Bastida-Zavala, EK, Kupriyanova & T Yamakita 2009 *Hydroides dianthus* (Polychaeta: Serpulidae), an alien species introduced into Tokyo Bay, Japan. *JMBA2, Biodiversity Records* Pp: 1-6.
- Macdonald TA 2003 Phylogenetic relations among spirorbid subgenera and the evolution of opercular brooding. *Hydrobiologia* 496:125-143.
- Mak PMS 1982 The coral associated polychaetes of Hong Kong, with special reference to the serpulids. Pp:595-617, *In* Morton, BS & CK Tseng (eds). *Proc First Intern Mar Biol Workshop: The marine flora and fauna of Hong Kong and Southern China, 1980*. Hong Kong Univ Press.
- Maurer D & S Williams 1988 Deep-sea polychaetous Annelida from Central America to the Antarctic Peninsula and South Sandwich Islands. *Int Revue Ges Hydrobiol* 73(5):659-701.
- Monro CCA 1933 The Polychaeta Sedentaria collected by Dr. C. Crossland at Colón, in the Panama region, and the Galapagos Islands during the expedition of the S.Y. "St. George". *Proc Zool Soc London* 1933:1039-1092.
- Moore JP 1923 The Polychaetous Annelids dredged by the U.S.S. "Albatross" off the coast of Southern California in 1904. IV. Spionidae to Sabellariidae. *Proc Acad Nat Natl Sci Phil* 75:179-259.
- Mörch OAL 1863 Revisio Critica Serpulidarum. *Naturhist Tidsskr Copenhagen* (3):347-470.
- Nishi E 1996 Serpulid polychaetes associated with living and dead corals at Okinawa Island, Southwest Japan. *Publ Seto Mar Biol Lab* 37(3/6):305-318.
- Nishi E & M Nishihira 1996 Age-estimation of the Christmas tree worm *Spirobranchus giganteus* (Polychaeta, Serpulidae) living buried in the coral skeleton from the coral-growth band of the host coral. *Fish Sci* 62(3):400-403.
- Nogueira JMM & HA ten Hove 2000 On a new species of *Salmacina* Claparède, 1870 (Polychaeta: Serpulidae), from São Paulo State, Brazil. *Beaufortia* 50(8):151-161.
- Perkins TH 1998 Checklists of selected shallow-water marine invertebrates of Florida. *Fl Mar Res Inst Tech Rep* 3:79-122.
- Pillai TG 1960 Some marine and brackish-water serpulid polychaeta from Ceylon, including new genera and species. *Ceylon J Sci (Bio Sci)* 3(1):1-40.
- Pillai TG 1970 Studies on a collection of spirorbids from Ceylon, together with a critical review and revision of spirorbid systematics, and an account of their phylogeny and zoogeography. *Ceylon J Sci (Bio Sci)* 8(2):100-172.
- Pillai TG 1972 A review and revision of the systematics of the genera *Hydroides* and *Eupomatus* together with an account of their phylogeny and zoogeography. *Ceylon J Sci (Bio Sci)* 10(1):7-31.
- Pillai TG & HA ten Hove 1994 On recent species of *Spiraserpula* Regenhardt, 1961, a serpulid polychaete genus hitherto known only from Cretaceous and Tertiary fossils. *Bull Nat Hist Mus Zool Ser* 60(1):39-104.
- Rioja E 1919 Una curiosa anomalía del "*Hydroides norvegica*" Gunn. y algunas consideraciones acerca de la filogenia de los serpúlidos. *Bol Soc Esp Hist Nat* 19:445-449.
- Rioja E 1934 Consideraciones acerca de la sistemática de los géneros *Serpula*, *Crucigera* e *Hydroides* (Anel., Serp.). *Bol Soc Esp Hist Nat* 34:205-209.
- Rioja E 1941a Estudios anelidológicos II. Observaciones acerca de varias especies del género *Hydroides* Gunnerus (sensu Fauvel) de las costas mexicanas del Pacífico. *An Inst Biol, UNAM* 12:161-175.
- Rioja E 1941b Estudios anelidológicos, III. Datos para el conocimiento de la fauna de poliquetos de las costas mexicanas del Pacífico. *An Inst Biol, UNAM* 12:669-746.
- Rioja E 1942a Estudios anelidológicos IV. Observaciones sobre especies de serpúlidos de las costas del Pacífico de México, con descripción de una especie nueva del género *Hydroides*. *An Inst Biol, UNAM* 13:125-135.
- Rioja E 1942b Estudios Anelidológicos V. Observaciones de algunas especies del género *Spirorbis* Daudin, de las costas mexicanas del Pacífico. *An Inst Biol, UNAM* 13(1):137-153.
- Rioja E 1944 Estudios anelidológicos XII. Observaciones acerca del opérculo de *Hydroides crucigera* Mörch y descripción de un caso de duplicidad de este órgano. *An Inst Biol, UNAM* 15:409-414.
- Rioja E 1947 Estudios Anelidológicos XVI. Evolución y significado sistemático del opérculo de los Serpulidae. *An Inst Biol, UNAM* 18:189-196.
- Rioja E 1958a Estudios Anelidológicos XXI. Observaciones acerca de algunas especies de Serpúlidos de los géneros *Hydroides* y *Eupomatus* de las costas mexicanas del Golfo de México. *An Inst Biol, UNAM* 28:247-266.
- Rioja E 1958b Estudios Anelidológicos XXII. Datos para

- el conocimiento de la fauna anélidos poliquetos de las costas orientales de México. *An Inst Biol, UNAM* 29:219-301.
- Rioja E 1960 Estudios Anelidológicos XXIV. Adiciones a la fauna de anélidos poliquetos de las costas orientales de México. *An Inst Biol, UNAM* 31:289-316.
- Rioja E 1962 Estudios Anelidológicos XXVI. Algunos anélidos poliquetos de las costas del Pacífico de México. *An Inst Biol, UNAM* 33(1-2):131-229.
- Rouse GW & F Pleijel 2001 *Polychaetes*. Oxford University Press, Hong Kong, 354 pp.
- Salazar-Vallejo SI 1988 Enrique Rioja y su contribución al estudio de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) en México. *Brenesia* 30:39-65.
- Salazar-Vallejo SI 1989 Bibliografía y lista de especies. Pp:133-211, *In: Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México*, Libros Universitarios, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz.
- Salazar-Vallejo SI 1996 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Gran Caribe. *An Inst Biol, ser Zool, UNAM* 67(1):11-50.
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico oriental tropical. *An Inst Biol, ser Zool, UNAM* 75:9-97.
- Salgado-Barragán J, N Méndez & A Toledano-Granados 2004 *Ficopomatus miamiensis* (Polychaeta: Serpulidae) and *Styela canopus* (Ascidacea: Styelidae), non-native species in Urías estuary, SE Gulf of California, Mexico. *Cah Biol Mar* 45:167-173.
- Smith R 1984 Development and settling of *Spirobranchus giganteus* (Polychaeta; Serpulidae). pp:461-483. *In Hutchings, PA (ed), Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney, 1983*. Linnean Society of New South Wales.
- ten Hove HA 1970 Serpulinae (Polychaeta) from the Caribbean: I - The genus *Spirobranchus*. *Stud Fauna Curaçao Caribb Isl* 32:1-57.
- ten Hove HA 1973 Serpulinae (Polychaeta) from the Caribbean: II - The genus *Sclerostyla*. *Stud Fauna Curaçao Caribb Isl* 43:1-21.
- ten Hove HA 1975 Serpulinae (Polychaeta) from the Caribbean: III - The genus *Pseudovermilia*. *Stud Fauna Curaçao Caribb Isl* 47:46-101.
- ten Hove HA 1979 Tube worm. *Yearb Sci Techn, McGraw-Hill*, 1979:400-402.
- ten Hove HA 1984 Towards a phylogeny in serpulids (Annelida: Polychaeta). pp:181-196 *In Hutchings, PA (ed), Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney, 1983*. Linnean Society of New South Wales.
- ten Hove HA & MN Ben-Eliahu 2005 On the identity of *Hydroides priscus* Pillai 1971 - Taxonomic confusion due to ontogeny in some serpulid genera (Annelida: Polychaeta: Serpulidae). *Senckenbergiana Biologica* 85(2):127-145.
- ten Hove HA & MJ Jansen-Jacobs 1984 A revision of the genus *Crucigera* (Polychaeta; Serpulidae); a proposed methodical approach of serpulids, with special reference to variation in *Serpula* and *Hydroides*. Pp:143-180, *In Hutchings, PA (ed), Proceedings of the First International Polychaete Conference, The Linnean Society of New South Wales, Sydney*.
- ten Hove HA & EK Kupriyanova 2009 Taxonomy of Serpulidae (Annelida, Polychaeta) The state of affairs. *Zootaxa* 2036:1-126.
- ten Hove HA & E Nishi 1996 A redescription of the Indo-West Pacific *Spirobranchus corrugatus* Straughan, 1967 (Serpulidae, Polychaeta), and an alternative hypothesis on the nature of a group of Middle Miocene microfossils from Poland. *Beaufortia* 46(5):83-96.
- ten Hove HA & FJA Pantus 1985 Distinguishing the genera *Apomatus* Philippi, 1844 and *Protula* Risso, 1826 (Polychaeta: Serpulidae). A further plea for a methodical approach to serpulid taxonomy. *Zool Meded* 59:419-437.
- ten Hove HA & P van den Hurk 1993 A review of Recent and fossil serpulid "reefs"; actuopaleontology and the 'Upper Malm' serpulid limestones in NW Germany. *Geol Mijnbouw* 72(1):23-67.
- ten Hove HA & PS Wolf 1984 Family Serpulidae Johnston, 1865. pp:55.1-55.34 *In Uebelacker JM & PG Johnson (eds), Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico*, Barry A Vittor, Mobile, 7 vols.
- ten Hove HA & H Zibrowius 1986 *Laminatubus alvini* gen. et sp. n. and *Protis hydrothermica* sp. n. (Polychaeta, Serpulidae) from the bathyal hydrothermal vent communities in the eastern Pacific. *Zool Scripta* 15:21-31.
- Tovar-Hernández MA & JR Bastida-Zavala 2003 Las flores marinas. La Jornada, Suplemento La Jornada Ecológica, 27 de octubre, enlace: [www.jornada.unam.mx/2003/oct03/031027/eco-cara.html](http://www.jornada.unam.mx/2003/oct03/031027/eco-cara.html).
- Treadwell AL 1929 New species of polychaetous annelids in the collections of the American Museum of Natural History, from Porto Rico, Florida, Lower California, and British Somaliland. *Am Mus Novit* 392:1-13.
- Uchida H 1978 Serpulid tube worms (Polychaeta, Sedentaria) from Japan with the systematic review of the group. *Bull Mar Park Res Sta* 2(1-2):1-98.
- Zibrowius H 1968 Étude morphologique, systematique et écologique, des Serpulidae (Annelida Polychaeta) de la région de Marseille. *Rec Trav St Mar End Bull* 43(59):81-253.
- Zibrowius H 1969 Review of some little known genera of Serpulidae (Annelida: Polychaeta). *Smith Contr Zool* (42):1-22.
- Zibrowius H 1971 Revision of *Metavermilia* Bush (Polychaeta, Serpulidae), with descriptions of three new species from off Portugal, Gulf of Guinea, and Western Indian Ocean. *J Fish Res Bd Canada* 28:1373-1.

## 44. Siboglinidae Caullery, 1914

María Ana Tovar-Hernández<sup>1,2</sup> y Sergio I. Salazar-Vallejo<sup>2</sup>

1) Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán  
maria\_ana\_tovar@yahoo.com

2) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal  
ssalazar@ecosur.mx, savs551216@hotmail.com

### Introducción

Siboglinidae integra a un particular grupo de poliquetos tubícolas conocidos previamente como pogonóforos (frenulados y vestimentíferos) que dependen de bacterias simbiotas internas para su nutrición. Los siboglinidos viven en el fondo del mar, generalmente en aguas profundas o muy profundas, aunque se han recolectado especies en fondos fangosos a unos 200 m de profundidad (Nielsen 1965) y una especie puede presentarse en aguas cálidas a menos de 30 m (Southward & Cutler 1986). Son buenos representantes de las comunidades de ventilas hidrotermales, manantiales fríos y huesos de ballenas en descomposición.

La historia de la familia se remonta a la revisión de los materiales recolectados durante la expedición holandesa de la Siboga, realizada en Indonesia, que le permitió a Maurice Caullery reconocer un novedoso patrón morfológico en un gusano muy largo y muy delgado, sin boca y sin tubo digestivo, por lo que propuso el género *Siboglinum* y la familia Siboglinidae (Caullery 1914), aunque la breve nota original requirió treinta años para ser extendida cabalmente (Caullery 1944).

Antes de eso, Uschakov (1933) describió *Lamellisabella zachsi*, consideró que sería miembro de los Sabellidae y por ello el nombre genérico pero que formaría una nueva subfamilia (Lamellisabellinae). Johansson había terminado recientemente una monografía que incluyó a los sabélidos y en un par de notas (Johansson 1937, 1939) rechazó la afinidad propuesta por Uschakov y formó una nueva clase con *Lamellisabella*, los

Pogonophora, a la que Ivanov (1951) agregó *Siboglinum*. No pudo notar, por la publicación casi simultánea en los estándares de esa época, que Pearse (1949 cit. Hartman 1954) había propuesto que el grupo fuera reconocido como un nuevo phylum, y junto con Petrunkevitch, propusieron otro nombre para el filo, Brachiata (Ivanov & Petrunkevitch 1955). Luego, en la monografía del grupo (Ivanov 1963), la tabla de contenido lo reconoce como clase Pogonophora Johansson, 1937 y en el contenido se indica como Phylum Pogonophora Beklemishev, 1944.

La extrema delgadez del cuerpo, combinada con la falta de tubo digestivo y el desconocimiento de la región posterior, complicó mucho la comprensión e interpretación del cuerpo de los pogonóforos y por ello sus afinidades fueron tan inestables. Olga Hartman (1954) consideró que los géneros entonces conocidos podrían asimilarse a varias familias de poliquetos tales como los sabélidos (*Lamellisabella*, *Spirobrachia* Ivanov, 1952), a los terebélidos (*Birsteinia* Ivanov, 1952, *Polybrachia* Ivanov, 1952), o a los anfarétidos (*Heptabrachia* Ivanov, 1952). Los riftinos o vestimentíferos (*Lamellibrachia* Webb, 1969), no fueron conocidos sino hasta fines de los 1960, pero quizá le hubieran parecido a Hartman algo semejantes a los serpúlidos.

Esta reflexión sobre las afinidades con los anélidos no fue seguida y el grupo fue considerado inicialmente como deuterostomado (Ivanov 1963). Casi al mismo tiempo, Webb (1964) describió la región posterior como segmentada y provista con setas; esta parte conocida ahora como opistosoma es frágil y suele romperse con facilidad, lo que explica el porqué en las décadas anteriores fue

omitida en las descripciones. Webb (1969) describió *Lamellibrachia barhami* para aguas profundas del sur de California y la ubicó en un nuevo taxón: Vestimentifera, dentro de Pogonophora. Se trata de un animal parecido a los pogonóforos pero con una corona, un opérculo y dos pliegues o alas laterales prominentes. Nørrevang (1970) confirmó que los animales presentan un cordón nervioso ventral y desde entonces la familia es considerada dentro de la división de los protostomados. Más tarde, con el descubrimiento y exploración de las ventilas hidrotermales en las Galápagos, Jones (1981) describió *Riftia pachyptila*, una especie que alcanza tallas mayores a 1.5 m y en 1985, elevó Vestimentifera al nivel de filo y proporcionó una clasificación completa para estos organismos.

Como era de esperar, la falta de tubo digestivo en las especies del grupo llamó mucho la atención. Por ello, hubo varios estudios tempranos acerca de los mecanismos para incorporar compuestos orgánicos disueltos en el agua (Southward & Southward 1968, 1980). Estudios posteriores mostraron que en el interior del cuerpo, los siboglínidos tenían una estructura ricamente irrigada con abundancia de bacterias quimioautotróficas; dicha estructura fue denominada originalmente como región con bacteriocitos (Southward 1982) y luego rebautizada como trofosoma. Entonces, los siboglínidos combinan la incorporación de materia orgánica disuelta con los productos de la actividad bacteriana en el trofosoma; las bacterias mutualistas pueden obtener energía de compuestos de azufre en los sitios hidrotermales o de metano en los manantiales fríos. Debe resaltarse que los juveniles pueden presentar tubo digestivo (Southward 1988, Gardiner & Jones 1994) y a partir de los rudimentos del mismo se genera el trofosoma.

No obstante, *Osedax* uno de los descubrimientos más interesantes de los últimos años, carece de trofosoma. Se trata de un siboglínido que se alimenta de huesos de ballena, fue descubierto en los restos de una ballena gris a 2891 m de profundidad en California (Rouse *et al.* 2004). En lugar del trofosoma, *Osedax* adquirió un ovisaco posterior con un sistema de raíces vascularizado. El interior del ovisaco además de tener los ovarios, aloja bacterias del orden Oceanospirillales, cuya característica principal es

la degradación heterotrófica de compuestos orgánicos complejos. El sistema de raíces penetra en los huesos de las ballenas y con la ayuda de las bacterias degradan los compuestos a materia orgánica. Los machos son pedomórficos; es decir, conservan rasgos larvales, son enanos y viven dentro del tubo de las hembras. El ovisaco, el sistema de raíces y la degradación heterótrofa son únicos entre los metazoos y de ahí la relevancia del hallazgo.

Los estudios sobre la fauna de América tropical se pueden separar en los hechos en el Gran Caribe, principalmente por Nielsen (1965), Southward (1966, 1968, 1972), Southward & Brattegard (1968) y por Gureeva (1981). Los realizados en el Pacífico Oriental se deben principalmente a Kirkegaard (1956), Hartman (1961), Cutler (1965), Adegoké (1967) y Jones (1985), con lo que la lista ronda las 40 especies y nuestros mares tendrían un 25% de la fauna mundial del grupo.

#### Sistemática

El estudio de las afinidades del grupo con otros filos, particularmente con Annelida, continúa siendo de interés para la comunidad científica. Destaca el primer estudio de filogenia molecular en el que el vestimentífero *Lamellibrachia* quedó anidado dentro de los anélidos (Kojima *et al.* 1993). Poco después, Bartolomaeus (1995) pensó que la estructura de los uncinos de los pogonóforos y vestimentíferos es similar a los presentes en los terebélicos y sabélicos y sugirió su inclusión dentro de Annelida. Hipótesis que se confirmó en la filogenia morfológica de Rouse & Fauchald (1995), en la que los pogonóforos y los vestimentíferos forman un clado bien definido dentro de los anélidos. Estos últimos autores propusieron que ambos grupos podrían ser considerados como una sola familia, sugiriendo erróneamente que el nombre de la misma sería Lamellisabellidae. Poco después aplicaron el nombre original de Caullery, corrigieron dicha sugerencia a Siboglinidae y con base en una filogenia morfológica, demostraron que pogonóforos y vestimentíferos se agrupan dentro de un clado que incluye también a los sabélicos (Rouse & Fauchald 1997). Así, después de ser considerados como dos filos independientes (Pogonophora y Vestimentifera), hoy en día su estatus se reduce al nivel de familia, Siboglinidae, dentro de Annelida, como lo confirman algunos

estudios basados en filogenias moleculares (Black *et al.* 1997; McHugh 1997; Halanych *et al.* 1998). Posteriormente, en la filogenia morfológica de Rouse (2001) se reconocieron tres grupos principales en Siboglinidae: Frenulata, Vestimentifera y Monilifera, aunque el autor aplica este último nombre en un sentido amplio para agrupar Vestimentifera con *Sclerolinum*. *Sclerolinum* fue previamente considerado como frenulado pero Ivanov (1991) lo removió de este grupo y formó su propio taxón, Monilifera, de igual rango que Frenulata y Vestimentifera.

La posición de *Sclerolinum* como hermano de los vestimentíferos fue corroborada más tarde por Halanych *et al.* (2001). Aunque Schulze (2003) sugirió que el grupo hermano de *Sclerolinum* es Frenulata, Rouse *et al.* (2004) y Rousset *et al.* (2004) confirman su ubicación dentro de Vestimentifera. De estos dos últimos estudios destaca la posición de Siboglinidae, siendo más cercana a los owénidos que a los sabélidos (Rousset *et al.* 2004), mientras que *Osedax* por su parte, resultó hermano de Monilifera (*Sclerolinum* más vestimentíferos) (Rouse *et al.* 2004, Pleijel *et al.* 2009).

Finalmente, la revisión más reciente (Southward *et al.* 2005) confunde los niveles de familia (Siboglinidae) con clase (Pogonophora) ya que los considera equivalentes. En ella, se considera que el grupo contiene tres subclases (Frenulata o Perviata, Monilifera y Vestimentifera), 13 familias (seis contienen sólo un género), 31 géneros y 158 especies. Aunque a esta cifra hay que sumar el género *Osedax* y las cinco especies conocidas a la fecha (Pleijel *et al.* 2009).

Como se mencionó líneas arriba, una revisión reciente (Southward *et al.* 2005) considera tres patrones morfológicos dependiendo del desarrollo del extremo anterior. Así, puede haber uno o muchos tentáculos provistos de pínulas (Siboglininae o Frenulata o Perviata), sólo dos tentáculos lisos (*Sclerolininae* o Monilifera), o un par de lóbulos carnosos que llevan muchos tentáculos diminutos y un opérculo (Riftiinae o Vestimentifera). Si se considera que esta variación es equivalente a la que muestran los anfarétidos en el desarrollo de los tentáculos y las branquias, entonces estos patrones podrían incorporarse a la misma familia y ser consideradas como subfamilias. Sin embargo, ninguno de estos

nombres, considerados como subclases si uno acepta que los Pogonophora sean una clase, fue derivado del nombre de una familia, pero se propusieron 13 familias en total por lo que no será problemático hallar un nombre para las subfamilias.

Otro problema es considerar que dado que seis familias tienen un género, sólo se reconocerían como tales, con la excepción de *Sclerolinidae* que es la única del patrón Monilifera. Para el resto, se reconocerá una subfamilia única siguiendo la filogenia de Schulze (2003), ajustada por Halanych (2005), quienes reconocen tres grupos principales.

Por otra parte, se han realizado muchos estudios finos sobre los ríftinos, a pesar de que residen en sitios hidrotermales, incluyendo aspectos fisiológicos, reproductivos o ecológicos, que junto con las frecuentes publicaciones sobre filogenia, brindan la impresión de que hay mucha investigación en el grupo. Curiosamente, parece haber sólo un especialista trabajando sobre la taxonomía del grupo, R.V. Smirnov del Instituto de Zoología de San Petersburgo.

## Morfología

(Modificada de Southward *et al.* 2005)

**Cuerpo.** El cuerpo de la mayoría de las especies es muy alargado y delgado por lo general, pero los ríftinos o vestimentíferos pueden ser muy grandes y rebasar 1 m de largo y una anchura de varios centímetros. Consta de un extremo anterior bien definido, un tronco que contiene el trofosoma, o región responsable del mutualismo trófico con bacterias, y una región posterior u opistosoma, que lleva setígeros bien definidos y uncinos (Fig. 1A-C).

**Extremo anterior.** Siboglininae tiene un prostomio bien desarrollado, cónico, pequeño y diferenciable del peristomio (Figs. 1B, 2A-B, D, F); en *Sclerolininae* el lóbulo cefálico es muy pequeño (Fig. 1A), mientras que los Riftiinae carecen de dicho lóbulo (Figs. 1C, 2C). El peristomio forma un anillo completo (Fig. 2A-B, D, F) y contiene los tentáculos en la mayoría de los siboglinidos, pero en Riftiinae la delimitación del peristomio es aún incierta. El peristomio puede llevar de uno hasta cientos de tentáculos con pínulas y bandas longitudinales de cilios (*Siboglininae*) (Figs. 1B,

2A-B, D, F), dos tentáculos lisos (Sclerolininae) (Fig. 1A), o un pedúnculo carnoso con muchos tentáculos diminutos y un opérculo para el tubo (Riftiinae) (Fig. 2C). Los tentáculos pueden distribuirse en una hilera (Fig. 2G-H), en dos hileras (Fig. 2I), en tres o más hileras (Fig. 2J), en espiral como ocurre en algunos sabélidos y serpúlidos (Fig. 2K) y estar libres uno de otro (Fig. 2G-J) o fusionados por la cutícula en algunos Siboglininae (Fig. 2K) y en todos los Riftiinae (Fig. 2L).

El pedúnculo carnoso en Riftiinae es una estructura que tiene forma de embudo (Fig. 3Z<sub>4</sub>) y recibe el nombre de obturáculo; la región que sigue, semejante a una membrana torácica de serpúlido, se denomina vestimento (Figs. 1C, 2C). El obturáculo está rodeado por un lóbulo derecho y uno izquierdo. Cada lóbulo presenta tentáculos pinulados (también llamados branquias), que se agrupan en lamelas concéntricas. Las lamelas branquiales surgen dentro del margen anterior de la región del vestimento por lo que su base es cubierta por los pliegues del collar. Los pliegues laterales del vestimento pueden rodear al tronco y están cubiertos con papilas que contienen placas cuticulares. Las proporciones de la longitud del obturáculo sobre el vestimento (O:V), así como las variaciones en el tamaño relativo de las branquias, las lamelas branquiales y de estructuras asociadas al opérculo, son de importancia diagnóstica.

En Siboglininae el frénulo (brida o escotadura) consiste de un par de rebordes cuticulares que corren diagonalmente (Fig. 2B, D, F), algunas veces fusionados dorsalmente (Fig. 3N) o ventralmente (Fig. 3Q), otras veces separados dorsal (Fig. 3I, X) y/o ventralmente (Fig. 3O, U); sin embargo, los Sclerolininae y Riftiinae no presentan frénulo, en vez, tienen un parche o hilera de placas discontinuas.

Los miembros de Sclerolininae y en los Riftiinae presentan una banda ciliada ventral en el extremo anterior que no rebasa el diafragma (Fig. 1A, C), pero en los Siboglininae, esta banda ciliada se extiende a partir del diafragma y es discontinua (Fig. 1B). La longitud relativa del extremo anterior, o parte anterior, puede usarse para separar especies cercanas.

**Tronco.** El extremo anterior está separado del tronco por un reborde o surco carnoso, el

diafragma (Figs 1A-C, 2B, D, F). El tronco es muy largo, cilíndrico y ocupa la mayor parte del cuerpo (Fig. 1A-C). En Siboglininae el tronco presenta dos regiones diferenciadas por una zona en la parte media del tronco que contiene dos anillos de uncinos que rodean al tronco (Figs 1B, 2O). La región anterior, llamada región pre-anular o metamérica, presenta generalmente dos hileras de papilas pareadas (glándulas responsables de la formación del tubo), semejando parápodos, seguidas de hileras de papilas no pareadas y una zona de papilas alargadas (Fig. 2M) presente en muchas especies. La región posterior (post-anular) puede ser dos veces más larga que la pre-anular, pero es muy frágil, suele fragmentarse con facilidad y presenta papilas dispersas (Fig. 1B, P). Las papilas metaméricas y a veces también las papilas de la región post-anular presentan placas adhesivas en la parte superior (Fig. 2Q), que pueden ser ovales (Fig. 2S), circulares (Fig. 2T) o en forma de herradura (Fig. 2R) y dicha variación es importante para la identificación de algunas especies. También pueden presentar escudos glandulares opuestos a las papilas (Fig. 2N). El trofosoma se localiza en la región post-anular (Fig. 1B).

Los miembros de Sclerolininae tienen un cuerpo más uniforme que Siboglininae y existe poca diferenciación entre la región anterior y el tronco (Fig. 1A). El tronco tiene una región anterior pequeña con papilas ventrales pareadas, mientras que la región posterior tiene papilas dispersas equipadas con placas. En caso de tener anillos, estos se localizan en la parte posterior del tronco (Fig. 1A). El trofosoma se localiza en la segunda mitad del tronco. En Riftiinae el tronco no se encuentra dividido en regiones, carece de anillos de uncinos y el trofosoma se distribuye a lo largo del tronco (Fig. 1C). Por su parte, *Osedax*, en vez de trofosoma cuenta con un ovisaco posterior donde se lleva a cabo el mutualismo trófico con bacterias y un sistema de rizoides (Fig. 2E).

**Opistosoma.** El opistosoma es la región posterior, corta y multisegmentada que contiene uncinos (Fig. 1A-C). En Sclerolininae y Riftiinae, el opistosoma no tiene una clara demarcación y estos grupos presentan uncinos en los segmentos anteriores al opistosoma. Los Siboglininae presentan cuatro uncinos distribuidos en dos hileras; en Sclerolininae los uncinos forman una hilera simple y en Riftiinae son numerosos y

forman varias hileras. Los uncinos tienen un mango largo y grueso (Fig. 2W), cada uno con dos grupos de denticulos curvos, uno anterior y uno posterior, cada grupo dirigido hacia dentro (Fig.

2U), por lo que su forma recuerda mucho la de los uncinos de los sabélidos, con la salvedad de que en estos últimos los denticulos tienen la misma orientación.

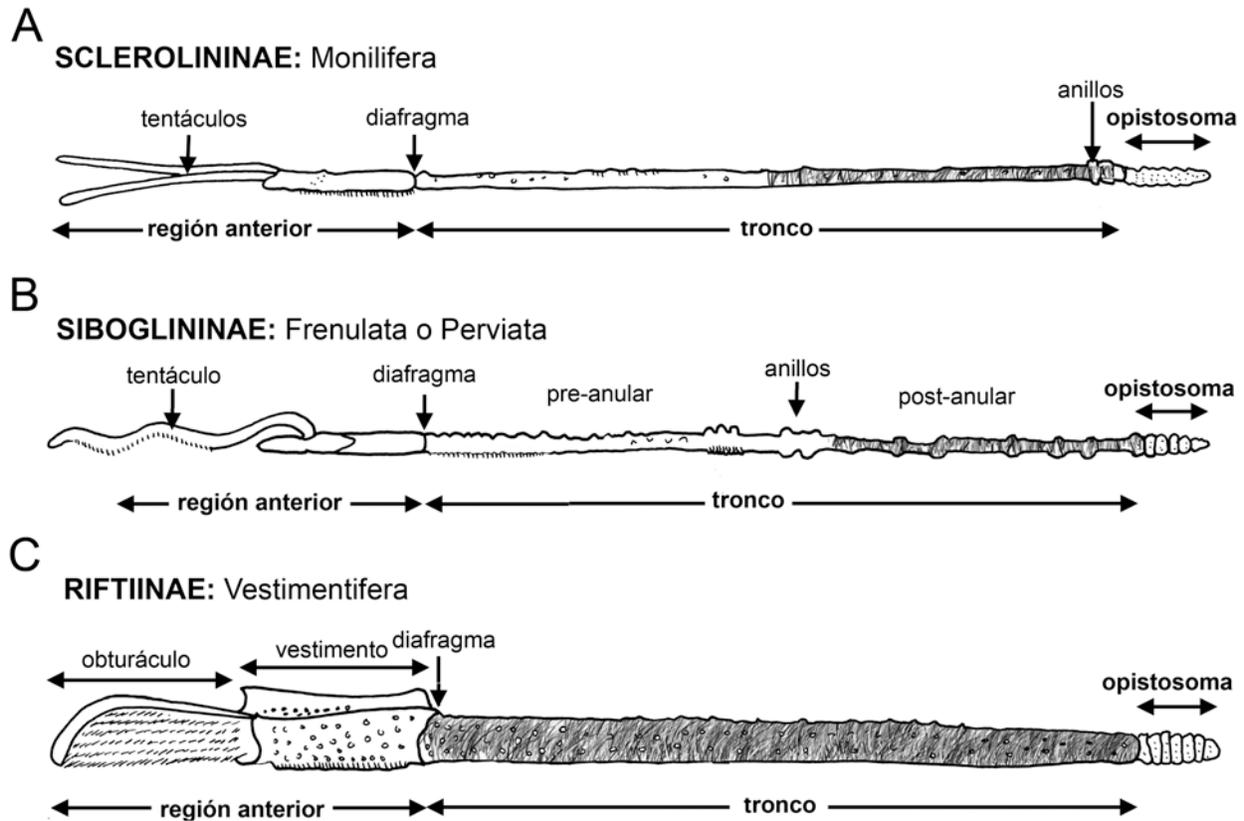


Figura 1. División corporal de las subfamilias de Siboglinidae. A) Sclerolininae, B) Siboglininae, C) Riftiinae (modificada de Southward *et al.* 2005; sombreado en gris se indica la extensión del trofosoma).

El desarrollo de los parapódos cambia con la ontogenia y a menudo se limita al opistosoma. Así, los juveniles de algunos grupos pueden tener rebordes bajos con uncinos alineados y con ligeras diferencias entre los superiores y los inferiores. En esos casos, los superiores son menores y tienen menos dientes que los inferiores. Sin embargo, los adultos pierden los uncinos superiores y los inferiores toman un patrón más irregular que semeja a los observados entre los owénidos.

**Pigidio.** Dado que el tubo digestivo se limita a las fases tempranas, el extremo posterior no contiene al ano y consta de un reborde cónico corto o más o menos alargado, pero sin relevancia para la identificación. La excepción son los miembros de *Osedax* ya que tienen ramificaciones múltiples que

penetran los huesos de ballenas u otros mamíferos, para incorporar la grasa acumulada en los mismos.

**Tubo.** El tubo es formado por las glándulas epidérmicas del tronco que producen  $\beta$ -quitina cristalina, que es la misma que forma las setas de los anélidos. Las características del tubo tienen importancia diagnóstica e incluso Ivanov (1963) presentó una clave general para identificar las especies utilizando sólo el tubo.

En Frenulata y Monilifera los tubos son delgados (0.1-3 mm) y largos (hasta 1 m), parecen cabellos, filamentos algales o fibras delgadas, por lo que muchas veces son descartados mientras se

separan las muestras. La coloración es muy variada, algunos son blancos, grisáceos o pardos, otros pueden ser transparentes o inclusive negros, o presentar tonos amarillos o rojizos, con bandas oscuras y claras. Los tubos de Vestimentifera generalmente se encuentran pegados a rocas o uno a otro en sus bases, son más gruesos que en Frenulata y Monilifera (1-30 mm), pueden alcanzar hasta 2 m de longitud y generalmente son blancuzcos, grises o pardos. En Frenulata y Vestimentifera los tubos pueden ser lisos o rugosos, segmentados (Fig. 1Z) o no segmentados (Fig. 1Y), algunas veces formando una serie de collares expandidos distalmente como embudos (Fig. 1X) y anillos (Fig. 1X, Z, Z<sub>1</sub>). El tubo puede ser rígido o flexible colapsando el extremo anterior (Fig. 1Z<sub>2</sub>), como es el caso de algunos

sabélidos. La anchura máxima del tubo es diagnóstica, especialmente para separar especies cercanas.

La clave siguiente se basa en una compilación que incluye las referencias enlistadas, dado que los siboglínidos no fueron incorporados en las listas disponibles para los poliquetos (Salazar-Vallejo 1996, Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa 2004). Por la riqueza de especies, la clave del género *Siboglinum* se separa de las demás. La distribución se indica con G para el Gran Caribe, P para el Pacífico oriental tropical, y B para los hallazgos fuera de la costa occidental de Baja California. Las ilustraciones son redibujadas de las descripciones originales. El diámetro máximo del tubo se indica con DM.

### Clave para subfamilias

- 1 Extremo anterior con dos tentáculos lisos ; prostomio indistinto; sin frénulo (escotaduras quitinosas diagonales) (Fig. 1A) ..... Sclerolininae (Monilifera)  
 - Extremo anterior con uno o muchos tentáculos con pínulas (Figs. 1B, 1D); prostomio distintivo; con frénulo (Fig. 2A, B, D, F) ..... Siboglininae (Frenulata o Perviata)  
 - Extremo anterior con obturáculo (pedúnculo carnoso con muchos tentáculos diminutos y opérculo); sin prostomio distintivo; sin frénulo (Figs. 1C, 2C) ..... Riftiinae (Vestimentifera)

### Claves para especies

#### Sclerolininae Webb, 1964

##### *Sclerolinum* Southward, 1961

- 1 Placas del diafragma formando una línea discontinua (Fig. 3B) ..... 2  
 - Placas del diafragma dispersas, no alineadas (Fig. 3A); porción media del tubo con DM 0.4-0.5 mm ..... *S. major* Southward, 1972 G  
 2(1) En madera putrefacta; porción media de tubo con DM 0.15 mm .....  
 ..... *S. minor* Southward, 1972 G  
 - En fango; porción media del tubo con DM 0.3 mm..... *S. magdalenae* Southward, 1972 G

#### Siboglininae Caullery, 1914<sup>1</sup>

(Modificada de Southward 1971)

- 1 Con un tentáculo ..... 2  
 - Con 2-4 tentáculos ..... 3  
 - Con más de 4 tentáculos ..... 11  
 2(1) Tentáculo generalmente delgado (Fig. 3C); diafragma bien definido (Fig. 2D) .....  
 ..... *Siboglinum* Caullery, 1914 (ver abajo)

- Tentáculo tan grueso como la mitad del ancho corporal (Fig. 3D); diafragma mal definido, no fusionado dorsalmente; DM 0.8 mm ..... *Unibrachium colombianum* Southward, 1972 G
- 3(1) Tubo negro; con 2 tentáculos . . . *Crassibrachia* Southward, 1968 ..... 4  
 - Tubo pardo o incoloro; con 2 o más tentáculos ..... 5
- 4(3) Tentáculos sin banda glandular; frénulo con escotadura ventral en forma de U; con parches laterales de células epidérmicas debajo del diafragma (Fig. 3P); DM 0.28 mm .....  
 ..... *C. sandersi* Southward, 1968 G  
 - Tentáculos con una banda glandular ancha (Fig. 3Q); diafragma con escotadura ventral en forma de V; sin parches laterales debajo del diafragma; DM 0.23 mm .....  
 ..... *C. brasiliensis* Southward, 1968 G
- 5(3) Tubo liso, sin segmentación ..... 6  
 - Tubo segmentado con anillos pardos ..... 7
- 6(5) Con 2 tentáculos maculados (manchados) (Fig. 3R); tubo con anillos grisáceos, DM 0.45 mm ..... *Nereilinum punctatum* Nielsen, 1965 G  
 - Con 3 tentáculos púrpura-rojizos (Fig. 3S); tubo incoloro con anillos amarillentos, DM 0.42 mm ..... *Oligobrachia erythrocephala* Southward, 1972 G  
 - Con 4 tentáculos sin manchas (Fig. 3W); tubo con anillos pardos y blancos, DM 0.55 mm .....  
 ..... *Oligobrachia floridana* Nielsen, 1965 G
- 7(5) Con 2-4 tentáculos; papilas del tronco anterior generalmente con placas; tubo con diámetro anterior de 0.14-0.27 mm . . . *Diplobrachia* Ivanov, 1952 ..... 8  
 - Con un tentáculo; papilas del tronco anterior generalmente sin placas; tubo con diámetro anterior de 0.08-0.10 mm . . . *Siboglinoides* Ivanov, 1961 ..... 10
- 8(7) Frénulo continuo dorsal y ventralmente ..... 9  
 - Frénulo discontinuo dorsal y centralmente (Fig. 3U, X); con tres tentáculos; DM 0.14-0.16 mm ..... *D. floridensis* Southward, 1971 G
- 9(8) Escotadura ventral del frénulo con forma de U; con 4 tentáculos; DM 0.27 mm .....  
 ..... *D. similis* Southward & Brattegard, 1968 G  
 - Escotadura ventral del frénulo con forma de V; con tres tentáculos; DM 0.20-0.25 mm .....  
 ..... *D. grenadiensis* Gureeva, 1981 G
- 10(7) Con glándulas piriformes (Fig. 2P) antes y después del diafragma; tubo con 3 anillos por segmento, DM 0.08 ..... *S. columbiensis* Ivanov, 1971 G  
 - Con glándulas piriformes sólo después del diafragma (Fig. 3V); tubo con 2 anillos por segmento; DM 0.09-0.10 ..... *S. caribbeanus* Southward, 1971 G
- 11(1) Con 7-12 tentáculos libres entre sí (Fig. 2G-T); tubo segmentado con anillos pardos . . . *Polybrachia* Ivanov, 1952 ..... 12  
 - Con 15-20 tentáculos, fusionados entre sí formando un cilindro hueco (Fig. 2L); tubo sin anillos ..... 13
- 12(11) Segmentos del tubo de 4-7 mm de largo .....  
 ..... *P. eastwardae* Southward & Brattegard, 1968 G  
 - Segmentos del tubo de menos de 1 mm de largo . . . *P. lepida* Southward & Brattegard, 1968 G

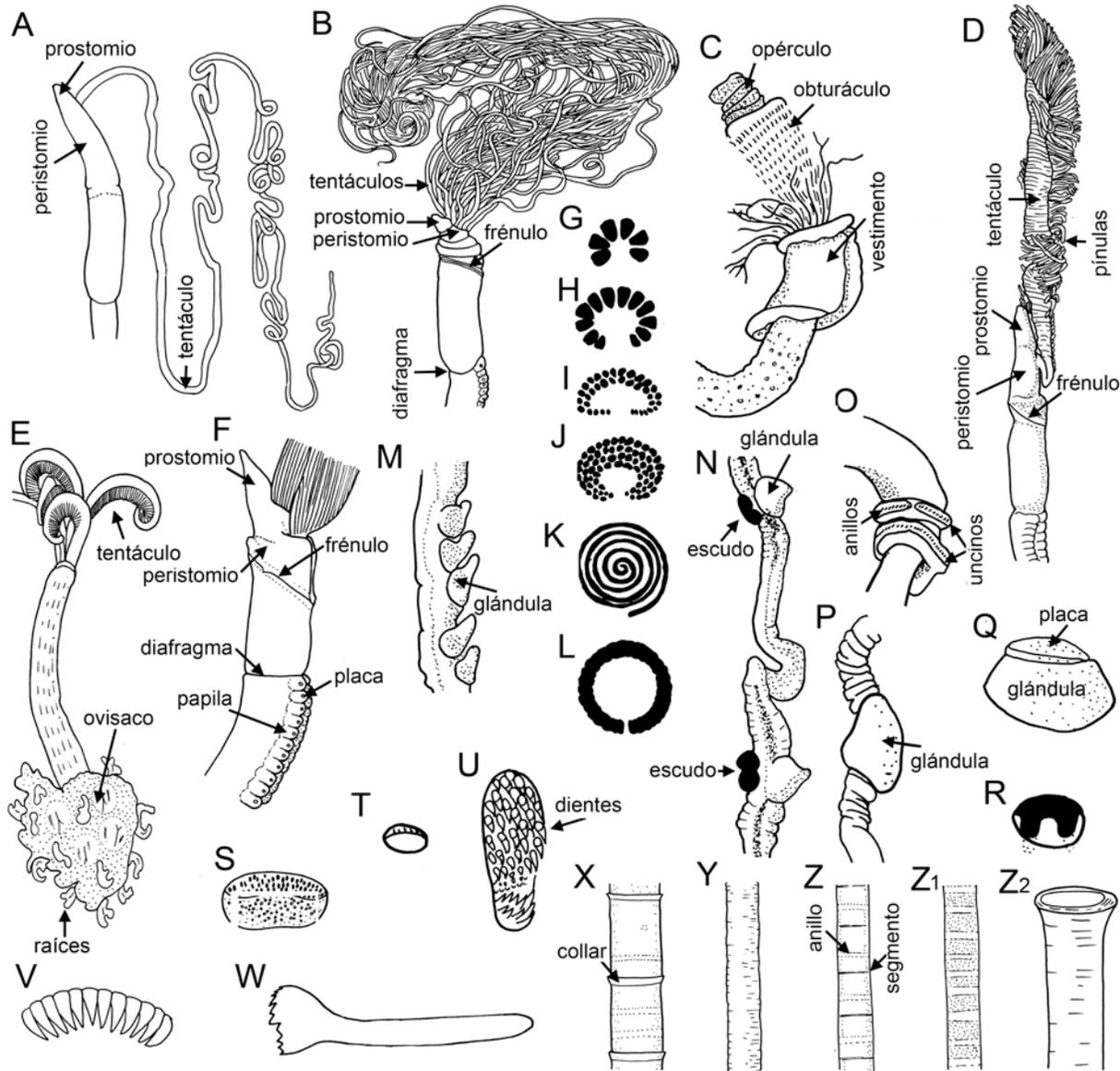


Figura 2. Estructuras corporales y tubos de Siboglinidae. A-F) región anterior, G-J) tentáculos no fusionados, K) tentáculos en espiral, L) tentáculos fusionados, M) zona de papilas alargadas, N) glándulas y escudos glandulares, O) anillos de uncinos, P) glándula piriforme, Q) glándula y placa, S) glándula oval, R) glándula en forma de herradura, T) glándula circular, U-V) dientes del uncino, W) uncino, X-Z<sub>2</sub>) tubos. *Birsteinia* (H), *Lamellibrachia* (Q), *Lamellisabella* (L), *Nerilinum* (M-N), *Oligobrachia* (G), *Osedax* (C), *Polybrachia* (B, I-J, U), *Riftia* (C), *Siboglinum* (A, D, O-P, S, V), *Spirobrachia* (F, K) (modificada de Ivanov 1963: A-B, D, F-R, T-U, Z<sub>2</sub>; Southward 2000: C, W-Z<sub>1</sub>, Nielsen 1965: S y Hartman 1961: V).

- 13(11) Tubo blanco-grisáceo, DM 0.8 mm; placas reniformes .....  
 ..... *Siphonobrachia ilyophora* Nielsen, 1965 G  
 - Tubo pardo; placas con forma de herradura (Fig. 2R) . . . *Lamellisabella* Uschakov, 1933 . . .  
 Con 22 tentáculos; escotadura ventral del diafragma en forma de U; tubo segmentado, DM 1.5 mm .....  
 ..... *L. ivanovi* Kirkegaard, 1961<sup>2</sup> P

#### Comentarios

1) Las especies *Krampolinum galathea* Kirkegaard, 1956 basada en materiales recolectados frente al litoral

central de Colombia y *Galathealinum mexicanum* Adegoke, 1967 descrita para el Golfo de Tehuantepec a 3531-3603 m, registrados para el Pacífico oriental tropical, fueron descritas con un tubo y no pueden ubicarse en la clave.

2) Una forma indescrita del Gran Caribe reportada por Southward (1971), tiene un DM 0.5 mm, pero no se conoce el ejemplar.

### *Siboglinum* Caullery, 1914

(Modificada de Southward 1971)

- 1 Uncinos con denticulos en una serie sencilla (Fig. 2V) ..... *S. veleronis* Hartman, 1961<sup>3</sup> B  
 - Uncinos con denticulos en dos o más series (Fig. 2U) ..... 2
- 2(1) Con dos bandas blancas detrás del diafragma (Fig. 3E); tubo no segmentado, con anillos blancos, DM 0.46 mm ..... *S. candidum* Southward & Brattegard, 1968 G  
 - Con parches blancos u opacos pequeños, o formando un cinturón detrás del diafragma (Fig. 2F) ..... 3
- 3(2) Con un área epsiloide (forma de Y) ventral, elevada, con células claras hinchadas detrás del diafragma (Fig. 3G); tubo con anillos blancos, no segmentado, DM 0.41 mm .....  
 ..... *S. mergophorum* Nielsen, 1965 G  
 - Sin área epsiloide detrás del diafragma ..... 4
- 4(3) Parte anterior del tubo con segmentos (Fig. 3Y) ..... 5  
 - Parte anterior del tubo no segmentada (Fig. 3Z) ..... 9
- 5(4) Tubo con segmentos cortos e indistintos, cada uno con 3-4 anillos ..... 6  
 - Tubo con segmentos formados por 6-9 anillos ..... 7
- 6(5) Parte anterior 0.4 mm de largo; DM 0.16 mm; frénulo separado dorsalmente por un surco delgado (Fig. 3N) ; región media del tubo con anillos pardo-rojizos estrechos .....  
 ..... *S. pholidotum* Southward & Brattegard, 1968 G  
 - Parte anterior 0.9 mm de largo; DM 0.10 mm; frénulo fusionado dorsalmente; región media del tubo con anillos parduzcos estrechos ..... *S. callosum* Ivanov, 1971 G
- 7(5) Frénulo continuo dorsalmente (Fig. 3N); tubo liso ..... 8  
 - Frénulo discontinuo dorsalmente (Fig. 3I, X); tubo rugoso, DM 0.18 mm .....  
 ..... *S. southwardae* Gureeva, 1981 G
- 8(7) Tubo con 6-7 anillos amarillos por segmento, DM 0.14 mm .. *S. bayeri* Southward, 1971 G  
 - Tubo con 8-9 anillos amarillos por segmento, DM 0.17 mm ..... *S. ekmani* Jägersten, 1956 G
- 9(4) Tubo rígido, liso, con anillos pardo-rojizos estrechos, DM 0.16 mm .....  
 ..... *S. pholidotum* Southward & Brattegard, 1968 G  
 - Tubo blando ..... 10
- 10(9) Células opacas formando un anillo detrás del diafragma (Fig. 3I); tubo con anillos transparentes, incoloros, DM 0.21 mm ..... *S. fulgens* Southward & Brattegard, 1968 G  
 - Células opacas en un parche detrás del diafragma (Fig. 3J) ..... 11
- 11(10) Región metamérica del tronco con bandas de células blancas ..... 12  
 - Región metamérica del tronco sin células blancas ..... 13

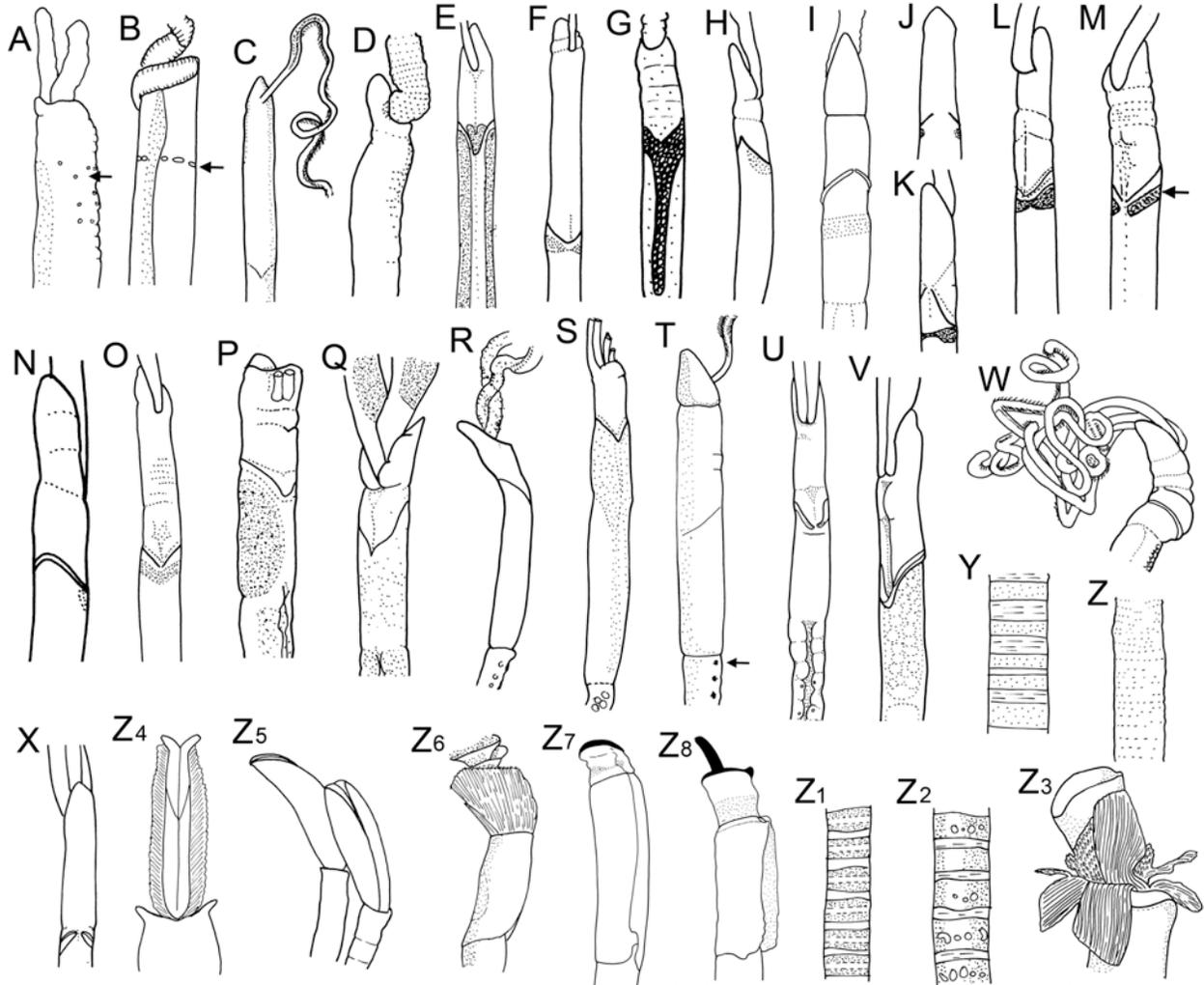


Figura 3. Región anterior y tubos de especies de Siboglinidae. A-X, Z<sub>3</sub>-Z<sub>8</sub>: región anterior; Y-Z: región anterior del tubo; Z<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>: región media del tubo. *Siboglinum major* (A), *S. magdalenae* (B), *S. albatrossianum* (C), *Unibrachium colombianum* (D), *S. candidum* (E), *S. angustum* (F, J), *S. mergophorum* (G), *S. bayeri* (H), *S. fulgens* (I), *S. gosnoldae* (K-L, Z), *S. holmei* (M), *S. nanum* (N), *S. longicollum* (O), *Crassibrachia sandersi* (P), *C. brasiliensis* (Q), *Nereilinum punctatum* (R), *Oligobrachia erythrocephala* (S), *S. ecuadoricum* (T), *Diplobrachia floridiensis* (U, X), *S. caribbeanus* (V), *S. floridana* (W), *S. oregoni* (Y, Z<sub>2</sub>), *S. parvulum* (Z<sub>1</sub>), *Lamellibrachia barhami* (Z<sub>3</sub>), *Riftia pachyptila* (Z<sub>4</sub>-Z<sub>5</sub>), *Oasia alvinae* (Z<sub>6</sub>), *Escarpia laminata* (Z<sub>7</sub>), *E. espicata* (Z<sub>8</sub>) (Todas modificadas de descripciones originales, excepto Z<sub>3</sub>-Z<sub>6</sub>, modificada de Southward 2006).

12(11) Células blancas detrás del diafragma en grupos laterales irregulares, unidas dorsal y centralmente por manchas blancas (Fig. 3K-L); tubo con anillos pardos en la parte media, blancos en la posterior, DM 0.5 mm ..... *S. gosnoldae* Southward & Brattegard, 1968 G  
 - Células blancas detrás del diafragma en grupos laterales pequeños, unidas sólo en la parte ventral (Fig. 2M); tubo con anillos largos, grises o pardo pálidos, DM 0.29 mm .....  
 ..... *S. holmei* Southward, 1963 G

13(11) Diafragma dorsalmente discontinuo (Fig. 3I) ..... 14  
 - Diafragma dorsalmente continuo (Fig. 3N); tubo liso ..... 17

14(13) Parte anterior corta, 0.6 mm de largo; tentáculo sin pínulas (Fig. 1A) .....	
.....	<i>S. risillum</i> Ivanov, 1971 G
- Parte anterior larga, por lo menos de 1 mm de largo .....	15
15(14) DM 0.11–0.13 mm .....	16
- DM 0.14 mm; parte anterior de hasta 1.1 mm de largo; escotadura ventral en forma de U (Fig. 3F) .....	<i>S. angustum</i> Southward & Brattegard, 1968 G
- DM 0.19 mm; parte anterior 1.4–2.1 mm de largo; escotadura ventral en forma de V (Fig. 3O) .....	<i>S. longicollum</i> Southward & Brattegard, 1968 G
16(15) Glándulas metaméricas indefinidas; parte anterior 1.35–1.46 mm de largo .....	
.....	<i>S. albatrossianum</i> Cutler, 1965 P
-Glándulas metaméricas bien definidas (Fig. 3T), 30–35 pares; parte anterior 0.69–0.77 mm de largo .....	<i>S. ecuadoricum</i> Cutler, 1965 P
17(13) Escotadura ventral en forma de V .....	18
- Escotadura ventral en forma de U; parte anterior de hasta 0.5 mm de largo; DM 0.14 mm ....	
.....	<i>S. nanum</i> Southward, 1972 G
18(17) Anillos del tubo dobles en la región media (Fig. 3Z1); parte anterior de hasta 0.6 mm de largo; DM 0.11 mm .....	<i>S. parvulum</i> Southward, 1972 G
- Anillos del tubo simples en la región media (Fig. 3Z2); parte anterior 1.0 mm de largo; DM 0.16 mm .....	<i>S. oregoni</i> Southward, 1972 G

## Comentario

3) Si los uncinos se observan de perfil, parecen tener una hilera sencilla, por lo que el material debe examinarse para clarificar sus afinidades. Ivanov (1963) sólo reorganizó la descripción original de Hartman (1961) y reprodujo las ilustraciones pero no pudo insertarla en su clave.

**Riftiinae Jones, 1981**

1 Tubo y cuerpo afilándose hacia el extremo posterior .....	2
- Tubo y cuerpo de anchura homogénea; opérculo blanco, liso; sin lamelas branquiales (Fig. 3Z <sub>4</sub> -Z <sub>5</sub> ) .....	<i>Riftia pachyptila</i> Jones, 1981 P
2(1) Opérculo blanco .....	3
- Opérculo negro (Fig. 3Z <sub>4</sub> , Z <sub>5</sub> ); sin lamelas branquiales . . .	<i>Escarpia</i> Jones, 1985 .....
3(2) Opérculo formado por una copa deprimida (Fig. 3Z <sub>3</sub> ) .....	4
- Opérculo formado por una copa deprimida y un verticilo basal provisto de tres proyecciones (Fig. 3Z <sub>6</sub> ); 20 pares de lamelas branquiales .....	<i>Oasia alvinae</i> Jones, 1985 P
4(3) Con 4–6 pares de lamelas branquiales . . .	<i>Lamellibrachia</i> Webb, 1969 .....
- Con 33 pares de lamelas branquiales; tubo blanco con collares oscuros definidos .....	<i>Tevnia jerichoniana</i> Jones, 1985 P
5(4) Tubo con anillos de crecimiento y bandas claras y oscuras; O:V 0.31–0.35; 4 pares de lamelas branquiales .....	<i>L. barhami</i> Webb, 1969 B
- Tubo liso sin anillos de crecimiento; O:V 0.21; 6 pares de lamelas branquiales .....	<i>L. luymesii</i> van der Land & Nørrevang, 1975 G
6(2) Opérculo sin proyección alargada (Fig. 3Z <sub>7</sub> ) .....	<i>E. lamellata</i> Jones, 1985 P
- Opérculo con una gran proyección alargada (Fig. 3Z <sub>8</sub> ) .....	<i>E. spicata</i> Jones, 1985 P

### Agradecimientos

Esta contribución se realizó con respaldo del proyecto "Taxonomía de poliquetos del Gran Caribe y evaluación molecular de especies anfiamericanas (Annelida: Polychaeta)," financiado por CONACYT (61609). Agradecemos a Clara Ramírez Jáuregui (ICML-UNAM) y a José Santos Gómez Morales (ECOSUR-Chetumal), su valiosa ayuda en la búsqueda de literatura.

### Referencias

- Adegoke OS 1967 Pogonophora from the northeastern Pacific: First records from the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Pac Sci* 21:188-192.
- Black MB, KM Halanych, PAY Maas, WR Hoeh, J Hashimoto, D Desbruyères, RA Lutz, & RC Vrijenhoek 1997 Molecular systematics of vestimentiferan tubeworms from hydrothermal vents and cold water seeps. *Mar Biol* 130: 41-149.
- Bartolomaeus T 1995 Structure and formation of uncini in *Pectinaria koreni*, *Pectinaria auricoma* (Terebellida) and *Spirorbis spirorbis* (Sabellida): implications for annelid phylogeny and the position of the Pogonophora. *Zoomorph* 115:161-177.
- Caullery M 1914 Sur les Siboglinidae, type nouveau d'invertébrés recueilli par l'Expedition du Siboga. *CR Acad Sci Paris* 158:2014-2017.
- Caullery M 1944 *Siboglinum* Caullery: Type nouveau d'invertébrés d'affinités à préciser. *Siboga Exped* 25bis:1-26.
- Cutler EB 1965 Pogonophora from the Eastern Tropical Pacific. including two new species of *Siboglinum*. *Pac Sci* 19:422-426.
- Gardiner SL & ML Jones 1994 On the significance of larval and juvenile morphology for suggesting phylogenetic relationships of the Vestimentifera. *Am Zool* 34:513-522.
- Gureeva MA 1981 Pogonophora Karibskogo Morya (po materialam 14-go Reisa Nis "Akademik Kurchatov"). *Trudy Inst Okeanol, Akad Nauk SSSR* 115:183-194.
- Halanych KM 2005 Molecular phylogeny of siboglinid annelids (a.k.a. pogonophorans): a review. *Hydrobiologia* 535/536:297-307.
- Halanych KM, RA Lutz & RC Vrijenhoek 1998 Evolutionary origins and age of vestimentiferan tube-worms, *Cah Biol Mar* 39:355-358.
- Halanych KM, RA Feldman & RC Vrijenhoek 2001 Molecular evidence that *Sclerolinum brattstromi* is closely related to Vestimentiferans, not to Frenulate Pogonophorans (Siboglinidae, Annelida). *Biol Bull* 201:65-75.
- Hartman O 1954 Pogonophora Johansson, 1938. *Syst Zool* 3:183-185.
- Hartman O 1961 New Pogonophora from the Eastern Pacific Ocean. *Pac Sci* 15:542-546.
- Ivanov AV 1951 [On including the genus *Siboglinum* in the class Pogonophora]. *Dokl Akad Nauk SSSR* 76:739-742.
- Ivanov AV 1963 Pogonophora. Academic Press, London, 479 pp (<http://www.archive.org/details/pogonophora00iv>).
- Ivanov AV 1971 New Pogonophora from the Atlantic and Pacific oceans. *J Zool* 164:271-304.
- Ivanov AV 1991 Monilifera - a new subclass of Pogonophora. *Dokl Akad Nauk SSSR* 319:505-507.
- Ivanov AV & A Petrunkevitch 1955 On the assignment of the class Pogonophora to a separate phylum of Deuterostomia, Brachiata A. Ivanov, phyl. nov. *Syst Zool* 4:177-178.
- Johansson KE 1937 Über *Lamellisabella zachsi* und ihre systematische Stellung. *Zool Anz* 117:23-26.
- Johansson KE 1939 *Lamellisabella zachsi* Uschakow, ein Vertreter einer neuen Tierklasse Pogonophora. *Zool Bidr Uppsala* 18:253-268.
- Jones ML 1981 *Riftia pachyptila*, new genus, new species, the vestimentiferan worm from the Galápagos Rift geothermal vents (Pogonophora). *Proc Biol Soc Wash* 93:1295-1313.
- Jones ML 1985 On the Vestimentifera, new phylum: Six new species, and other taxa, from hydrothermal vents and elsewhere. *Bull Biol Soc Wash* 6:117-158.
- Kirkegaard JB 1956 Pogonophora: First records from the Eastern Pacific. *Galathea Rep* 2:183-186.
- Kojima S, J Hashimoto, M Hasegawa, S Murata, S Ohta, H Seki & N Okada 1993 Close phylogenetic relationship between Vestimentifera (tube worms) and Annelida revealed by the amino acid sequence of elongation factor 1 alpha. *J Mol Evol* 37:66-70.
- McHugh D 1997 Molecular evidence that echiurans and pogonophorans are derived annelids. *Proc Nat Acad Sci U SA* 94:8006-8009.
- Nielsen C 1965 Four new species of Pogonophora from the Atlantic Ocean off Southern Florida. *Bull Mar Sci* 15:964-986.
- Nørrevang A 1970 On the embryology of *Siboglinum* and its implication for the systematic position of the Pogonophora. *Sarsia* 42:7-16.
- Pleijel F, TG Dahlgren & GW Rouse 2009 Progress in systematics: from Siboglinidae to Pogonophora and Vestimentifera and back to Siboglinidae. *Comp Rend Biol* 332:140-148.
- Rouse GW 2001 A cladistic analysis of Siboglinidae Caullery, 1914 (Polychaeta: Annelida) formerly the phyla Pogonophora and Vestimentifera. *Zool J Linn Soc* 132:55-80.
- Rouse GW & K Fauchald 1995 The articulations of annelids. *Zool Scr* 24:269-301.
- Rouse GW & K Fauchald 1997 Cladistics and Polychaetes. *Zool Scr* 26:139-204.
- Rouse GW, SK Goffredi & RC Vrijenhoek 2004 *Osedax*: Bone-eating marine worms with dwarf males. *Science*

- 305:668-671.
- Rousset V, GW Rouse, ME Siddall, A Tillier & P Pleijel 2004 The phylogenetic position of Siboglinidae (Annelida), inferred from 18S rRNA, 28S rRNA, and morphological data. *Cladistics* 20:518-533.
- Salazar-Vallejo SI 1996 Lista de especies y bibliografía de los poliquetos (Polychaeta) del Gran Caribe. *An Inst Biol, ser Zool, UNAM* 67:11-50 ([http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/671\(2\)zool.PDF](http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/671(2)zool.PDF)).
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico oriental tropical. *An Inst Biol, ser Zool, UNAM* 75:9-97 ([http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/anazoo751/anazoo751\\_2.pdf](http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/anazoo751/anazoo751_2.pdf)).
- Schulze A 2003 Phylogeny of Vestimentifera (Siboglinidae, Annelida) inferred from morphology. *Zool Scri* 32:321-342.
- Southward EC 1966 New records of Pogonophora from Central American Seas. *Bull Mar Sci* 16:643-647.
- Southward EC 1968 On a new genus of pogonophore from the Western Atlantic ocean, with descriptions of two new species. *Bull Mar Sci* 18:182-190.
- Southward EC 1971 Pogonophora of the Northwest Atlantic: Nova Scotia to Florida. *Smithson Contr Zool* 88:1-29 (<http://si-pddr.si.edu/dspace/handle/10088/5304>).
- Southward EC 1972 On some Pogonophora from the Caribbean and the Gulf of Mexico. *Bull Mar Sci* 22:739-776.
- Southward EC 1982 Bacterial symbionts in Pogonophora. *J Mar Biol Ass UK* 62:889-906.
- Southward EC 1988 Development of the gut and segmentation of newly settled stages of *Ridgeia* (Vestimentifera): Implications for relationship between Vestimentifera and Pogonophora. *J Mar Biol Ass UK* 68:465-487.
- Southward EC 2000 Class Pogonophora; pp 331-351 In Beesley, P.L., Ross, G.J.B. & Glasby, C.J. (eds.), *Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia, 4A. Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula*. CSIRO Publishing, Melbourne, 465 pp.
- Southward EC & T Brattegard 1968 Pogonophora of the Northwest Atlantic: North Carolina region. *Bull Mar Sci* 18:836-875.
- Southward EC & JK Cutler 1986 Discovery of Pogonophora in warm shallow waters of the Florida Shelf. *Mar Ecol Progr Ser* 28:287-289.
- Southward EC 2006 Annelida, Polychaeta, Sabellida, Siboglinidae; pp 255-265 In Desbruyères D, M Segonzac & M Bright (eds), *Handbook of Deep-Sea Hydrothermal Vent Fauna*. *Denisia* 18:1-544.
- Southward EC, A Schulze & SL Gardiner 2005 Pogonophora (Annelida): Form and function. *Hydrobiologia* 535/536:227-251.1965)
- Southward AJ & EC Southward 1968 Uptake and incorporation of labeled glycine by pogonophores. *Nature* 218:875-876.
- Southward AJ & EC Southward 1980 The significance of dissolved organic compounds in the nutrition of *Siboglinum ekmani* and other small species of Pogonophora. *J Mar Biol Ass UK* 60:1005-1034.
- Uschakov P 1933 Eine neue Form aus der Familie Sabellidae (Polychaeta). *Zool Anz* 104:205-208.
- Webb M 1964 The posterior extremity of *Siboglinum fiordicum* (Pogonophora). *Sarsia* 15:33-36.
- Webb M 1969 *Lamellibrachia barhami*, gen. nov., sp. nov. (Pogonophora), from the northeast Pacific. *Bull Mar Sci* 19:18-47.



## 45. Sigalionidae Kinberg, 1856

Patricia Salazar-Silva<sup>1,2</sup> y Sergio I. Salazar-Vallejo<sup>2</sup>

1) Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit  
salazarsilva01@yahoo.com

2) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal  
savs551216@hotmail.com, ssalazar@ecosur.mx

### Introducción

Los Sigalionidae son una familia de poliquetos que junto con otras familias son llamados gusanos escamosos por la presencia de élitros, estructuras parecidas a escamas sobre su dorso. El nombre de la familia se deriva del nombre del género tipo *Sigalion* Audouin & Milne-Edwards *in* Cuvier, 1830. La palabra deriva del griego Sigao, que significa silencio y al parecer fue nombrado en honor de Sigalion, dios griego del silencio mejor conocido como Harpócrates. Los autores quizá tomaron el término Sigalion de la obra del Renacimiento francés "Gargantúa y Pantagruel" (Rabelais 1532), en la que se indica que "... los egipcios decían que Harpócrates, el dios del silencio, llamado Sigalion en griego, era astomo, esto es que no tenía boca ..." Es posible que al notar el desarrollo lateral de los primeros setíferos, que se orientan hacia delante y bloquean la porción anterior de la cabeza, tuvieron la impresión de que los animales hallados no tenían boca. Mackie & Chambers (1990:52, pie de su tabla 2) mencionaron que "*Sigalion* es un nombre griego para el dios egipcio del silencio, mejor conocido como Harpócrates." En la historia de la medicina, se dice que acompañaba a Esculapio e Hygeia, y que implicaba el voto de silencio a observarse entre los médicos. En realidad, Harpócrates deriva del egipcio Harpajered o Harpakruthi: Horus niño o sol del amancer.

Los sigalióidos pueden distinguirse de otros escamosos por tener neurosetas compuestas. Además, tienen palpos largos, élitros delgados y lisos, el segmento tentacular lleva dos haces de setas capilares dirigidos hacia el frente y los

parápodos son birrámeos con notosetas simples y neurosetas compuestas. La mayoría son de color pálido aunque algunos presentan bandas de pigmentación oscura sobre el dorso o manchas sobre los élitros.

Los sigalióidos son un grupo cosmopolita presente en zonas intermareales y submareales, e incluso viven en zonas abisales y batiales (Kirkegaard 2001; Pettibone 1989). Son de vida libre, habitan principalmente fondos arenosos, algunos residen dentro de tubos resistentes contruidos por ellos mismos con mucus y arena, otros cubren su dorso y élitros con granos de arena o fragmentos de conchas, espículas y foraminíferos (Pettibone 1997). En su hábitat, los sigalióidos se distinguen de otros escamosos por sus cuerpos largos, movimientos ondulantes que les permiten escapar con rapidez entre el sedimento. Sus cuerpos son resistentes a la colecta pero si no son relajados antes de la fijación, por lo menos con hielo, tienden a fragmentarse aunque sin desprenderse de sus élitros como lo hacen los polinoidos. Como una adaptación a su modo de vida entre los sedimentos, Pernet (2000) señaló que *Sthenelais berkeleyi* Pettibone, 1971 y posiblemente en otras especies del género, las setas del primer segmento se arreglan en forma de un tubo dirigido antero-dorsalmente, funcionando como un "snorkel" para el intercambio de agua y facilitar la respiración mientras permanecen inmóviles entre el sedimento esperando a una presa.

A diferencia de otros gusanos escamosos, los sigalióidos y los folóidos presentan neurosetas compuestas, pero los sigalióidos llevan sólo élitros en la parte posterior, mientras que en los

folíidos en los segmentos posteriores los élitros se alternan. Por sus hábitos alimenticios, los sigalióidos se consideran como activos predadores, que se alimentan de diversos invertebrados pequeños (Fauchald & Jumars 1979). Aunque sus estrategias reproductivas han sido escasamente documentadas, se sabe que la mayoría tiene sexos separados y fertilización externa.

Los Sigalionidae no son abundantes pero, en muestreos del bentos se presentan con regularidad. En el mundo se han descrito unas 180 especies y se han reconocido 20 géneros (Aungtonya 2002). Para los litorales de México, el conocimiento de las especies es escaso y está registrado en las listas de especies para el Gran Caribe (Perkins & Savage 1975; Salazar-Vallejo 1996) con 28 especies y para el Pacífico Oriental Tropical (Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa 2004) con 25 especies y que incluyen registros para Baja California. Este trabajo contiene una clave taxonómica para las especies registradas en estas listas; incluye notas que indican la localidad tipo (LT) y comentarios a la distribución de las especies. La distribución de las especies se indica con "G" para las especies registradas en el Gran Caribe, incluyendo el Golfo de México y Caribe mexicano; con "P" para las especies registradas en el Pacífico oriental tropical y Baja California, también se indica con "C" a las especies con registro cuestionable. El estatus de los nombres fue revisado de acuerdo a los trabajos de revisión taxonómica más recientes para el grupo (Tabla 1).

### Sistemática

La autoría de la familia debe ser otorgada a Kinberg (1856), no obstante que en los trabajos de Fauchald & Rouse (1997) y de Wolf (1984) fue referida a Malmgren (1867); en otros, la autoría se ha omitido (Chambers & Muir 1997). En el esquema de clasificación de Fauchald (1977), la familia Sigalionidae fue ubicada en el Orden Phyllococida Dales, 1962 y en la superfamilia Aphroditacea Malmgren, 1867. Previo a este esquema, la jerarquía taxonómica de Sigalionidae había variado de subfamilia a familia (Day 1967) a pesar de que Kinberg (1856), Malmgren (1865) y Levinsen (1883) la consideraban desde esos tiempos como familia independiente.

La única propuesta de subfamilias dentro de los Sigalionidae fue planteada por Chamberlin (1919) y enunciada formalmente por Pettibone (1997). Siguiendo a estos autores, su clasificación incluiría las subfamilias Sigalioninae Kinberg, 1856 con casi todos los géneros y Pelogeniinae Chamberlin, 1919 que incluiría a las formas que adhieren granos de sedimento sobre sus élitros o sobre alguna región de su dorso.

La ubicación filogenética de los Sigalionidae fue propuesta por Rouse & Fauchald (1997), como parte de los Palpata, Aciculata, Phyllococida. La filogenia se basó en caracteres morfológicos que indicaron a Sigalionidae como grupo hermano de Aphroditoidea, grupo de escamosos con setas simples (Pleijel 2001). El trabajo más reciente sobre la filogenia de los afroditiformes (Wiklund *et al.* 2005) concluyó que la separación de Sigalionidae, Pholoidae y Pisionidae no está justificada debido a que los Sigalionidae forman clados con *Pisione* y con *Pholoe* por tanto, Sigalionidae podría incluir a estos dos géneros que se consideran familias independientes; así, Pisionidae y Pholoidae serían sinónimos menores de Sigalionidae.

En esta contribución, se mantiene el concepto tradicional de Sigalionidae y en la clave no se incluyen a las especies de Pisionidae ni de Pholoidae, lo cual dificultaría aun más el reconocimiento del grupo. Entre las revisiones sobre la familia y de utilidad regional están la de Hartman (1939) quien registró y describió varias de las especies del Pacífico oriental tropical; Wolf (1984) del norte del Golfo de México; Lana (1991) de las costas del sureste de Brasil y Barnich & Fiege (2003) que caracterizaron especies del Mediterráneo, algunas de ellas registradas para el Gran Caribe. Otros trabajos de revisión relevantes para los géneros del grupo se enlistan cronológicamente en la Tabla 1.

### Morfología

Aunque en muchas de las descripciones originales de las especies, la terminología es distinta, la utilizada aquí es acorde con la estandarizada en los trabajos de Pettibone (1997), Mackie & Chambers (1990), y revisada por Aungtonya (2003).

**Región cefálica.** El prostomio es un lóbulo subglobular sobre los setígeros 1 y 2, en este se encuentran las siguientes estructuras: la antena media puede insertarse en la superficie dorsal y anterior del prostomio (Fig. 1A, C) o cerca de la parte posterior. En algunos géneros, la antena media puede tener un par de proyecciones denominadas aurículas, que son estructuras parecidas a orejas y se insertan a los lados del ceratóforo (Fig. 1A). En los márgenes adyacentes pueden presentar otras estructuras ciliadas o ctenidios; los ctenidios difieren de las aurículas en que son lóbulos siempre ciliados (Aungtonya 2003), estos pueden también presentarse entre los notópodos; sobre los segmentos tentaculares, o en los labios (Fig. 1A-B). Su presencia es importante para separar a los géneros. Las antenas laterales, si se presentan, son pareadas y se insertan sobre el margen anterior del prostomio (Fig. 1C) o emergen de los parápodos tentaculares (Fig. 1A). Los ojos pueden ser hasta dos pares, cada uno redondo o alargado. Los órganos nucales se localizan entre la parte posterior del prostomio y el segmento II, pueden estar ocultos o ser visibles parcialmente (Fig. 1A). Los palpos son un par de apéndices largos, insertados ventralmente, afilados y lisos. Algunos géneros presentan un tubérculo facial, mismo que es una protuberancia sobre el labio superior, puede ser bulboso y es importante para separar géneros. Los labios pueden presentar estructuras como ctenidios o lóbulos delgados (Fig. 1B). La faringe es un tubo cilíndrico, eversible, distalmente lleva hasta 22 pares de papilas marginales y dos pares de maxilas curvadas.

**Segmento tentacular.** Es el primer segmento fusionado mediodorsalmente al prostomio, con un par de parápodos unirrámeos, dirigidos hacia el frente rodeando al prostomio; a estos setígeros también se les menciona como tentaculóforos y cada uno lleva un par de cirros tentaculares y notosetas simples (Fig. 1A). Otros atributos definidos por Aungtonya (2003) para los tentaculóforos son los lóbulos internos que se localizan distalmente y pueden ser cortos, largos o en forma de L (Fig. 1B); láminas internas que son apéndices foliosos en el lado interno; lamelas tentaculares, que constituyen apéndices en la parte media, pueden ser alargados y cónicos; y un reborde tentacular que son lamelas convexas extendidas dorsalmente.

**Segmentos corporales.** Cuerpo subrectangular, atenuado hacia la parte posterior, con pocos o con numerosos segmentos. El segmento II lleva el primer par de élitros y el segmento III puede estar fusionado al segmento II.

**Élitros.** Los élitros son apéndices carnosos, laminares, semejantes a una escama, están presentes sobre el dorso formando dos hileras laterales. Los élitros se fijan en los elitróforos, mismos que se distinguen como una cicatriz cuando el élitro se ha desprendido; están presentes en los segmentos 2, 4, 5, 7 y continúan alternándose hasta los segmentos 25 o 27. En segmentos posteriores, los elitróforos se presentan en todos los segmentos. Los elitróforos de setígeros anteriores pueden presentar extensiones digitiformes denominadas branquias por su posible función respiratoria (Fig. 2A). La morfología de los élitros es de importancia a nivel de especie, su superficie puede ser lisa, con papilas digitiformes (Fig. 3A), microtubérculos o puede llevar partículas de sedimento fijadas por papilas adhesivas (Fig. 3B). Su margen puede ser entero (Fig. 3A) o con una incisión; también puede presentar papilas filiformes, no ramificadas formando un flequillo o "fringe" como es nombrado en la literatura en inglés (Fig. 3B) o pueden ser ramificadas, en forma bipinada (Fig. 3C-D) o palmada (Fig. 3E). En el margen también pueden presentar pequeños lóbulos que son extensiones del mismo élitro (Fig. 3B).

**Parápodos.** La forma de los parápodos es relevante para distinguir géneros o especies (Fig. 2A-C); los notópodos pueden llevar ctenidios o estilodos (Fig. 2A-C) y en los neurópodos los lóbulos pueden ser oblicuos o subcónicos (Fig. 2A). Todos los neurópodos llevan un cirro ventral (Fig. 2B), estos pueden presentar pequeños lóbulos bulbosos y papilas. Los estilodos son proyecciones digitiformes principalmente asociadas a los notópodos y neurópodos, aunque también pueden estar presentes en la base de los cirros tentaculares o cirróforos; pueden ser papilados o lisos (Fig. 2B). Los parápodos pueden llevar un cirro dorsal (Fig. 2C) o un tubérculo dorsal.

**Setas.** Las notosetas son simples, lisas o espinuladas (Fig. 4B). Las neurosetas son simples o compuestas; las compuestas pueden ser falcígeros o espinígeros y en un mismo parápodo

pueden presentarse varios tipos (Fig. 4A, C-G). Los espinígeros pueden presentar un manubrio espinoso o liso (Fig. 4C); la lámina puede ser corta o larga, lisa o canaliculada (Fig. 4C). Los falcígeros pueden presentar lámina corta (Fig. 4A) o larga (Fig. 4D-G), entera (Fig. 4D-E) o multiarticulada (Fig. 4F-G); las puntas pueden ser bidentadas

(Fig. 4A, D-G) o enteras y el manubrio puede ser liso (Fig. 4A, D, G) o con espinas (Fig. 4E-F).

**Parte posterior.** En la parte posterior se localiza el pigidio, el cual lleva un par de cirros anales.

**Tabla 1. Revisiones y publicaciones relevantes sobre los Sigalionidae.**

<u>Publicación</u>	<u>Especies y géneros revisados o establecidos</u>
Pettibone 1969	<i>Euleanira</i> Horst, 1916, especies referidas a <i>Sthenelanella</i> Moore, 1910
Pettibone 1970a	<i>Euthalenessa</i> Darboux, 1900
Pettibone 1970b	<i>Leanira</i> Kinberg, 1856; varias spp a <i>Ehlersileanira</i> Pettibone, 1970
Pettibone 1970c	<i>Neoleanira</i> Pettibone, 1970 y <i>Horstileanira</i> Pettibone, 1970
Pettibone 1971	<i>Sthenelais</i> Kinberg, 1856, <i>Willeysthenelais</i> Pettibone, 1971 y <i>Fimbriosthenelais</i> Pettibone, 1971
Pettibone 1992	<i>Labiolethalepis</i> Pettibone 1992 y <i>Labioleanira</i> Pettibone 1992
Muir 1989	<i>Sigalion</i>
Mackie & Chambers 1990	<i>Thalnessa</i> Baird, 1866 y <i>Eusigalion</i> Augener, 1918 = <i>Sigalion</i>
Pettibone 1997	Subfamilia Pelogeniinae. <i>Claparedepelogenia</i> Pettibone, 1997, <i>Pottsipelogenia</i> Pettibone, 1997; <i>Heteropelogenia</i> Pettibone, 1997, <i>Psammolyce</i> Kinberg, 1856; <i>Neopsammolyce</i> Pettibone, 1997; <i>Hartmanipsammolyce</i> Pettibone, 1997; <i>Dayipsammolyce</i> Pettibone, 1997.
Aungtonya 2002	Define a los 20 géneros reconocidos
Aungtonya 2003	Fotografías de microscopio electrónico de los caracteres genéricos

### Clave para géneros<sup>1</sup>

(Modificada de Aungtonya 2002)

- 1 Antenas laterales en el margen anterior del prostomio (Fig. 1C) ..... 2  
 - Antenas laterales fusionadas a los parápodos tentaculares (Fig. 1A) ..... 3
- 2(1) Antenas sin ceratóforos ..... *Sigalion* Audouin & Milne-Edwards in Cuvier, 1830  
 - Antenas con ceratóforos (Fig. 1C) ..... *Euthalenessa* Darboux, 1900<sup>2</sup>
- 3(1) Ceratóforo de la antena media con aurículas (Fig. 1A) ..... 4  
 - Ceratóforos de la antena media sin aurículas (Fig. 1C) ..... 9
- 4(3) Parápodos sin estilodos (Fig. 2A), neurosetas de un tipo, sin capilares .....  
 ..... *Sthenelanella* Moore, 1910  
 - Parápodos con estilodos (Fig. 2B-C), neurosetas de varios tipos incluyendo capilares ..... 5
- 5(4) Neurosetas compuestas falcígeros, principalmente en parápodos de la región media ... 6  
 - Neurosetas compuestas espinígeros (Fig. 4C), principalmente en parápodos medios ..... 8
- 6(5) Cirros ventrales con papilas largas en la base; labios laterales de la boca sin ctenidios .....  
 ..... *Willeysthenelais* Pettibone, 1971<sup>3</sup>  
 - Cirros ventrales sin papilas en la base; labios laterales de la boca con ctenidios (Fig. 1B) .. 7

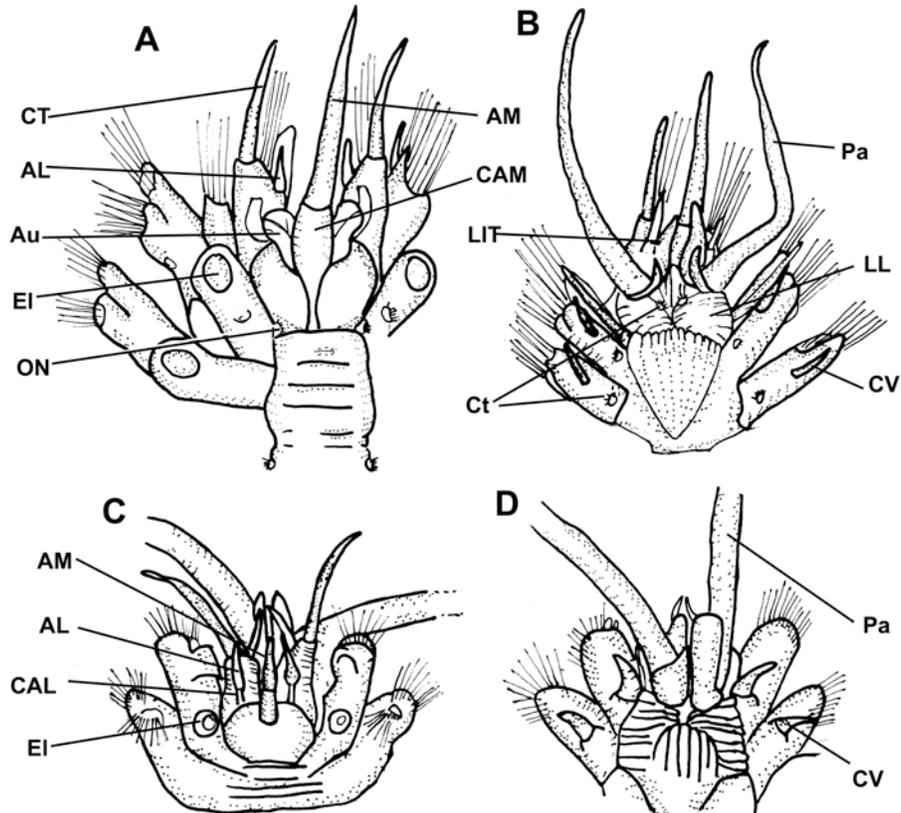


Figura 1. Sigalionidae, parte anterior: A-B) prostomio con aurículas en la antena media y antenas laterales fusionadas a los parápodos tentaculares, vista dorsal y ventral respectivamente. C-D) prostomio sin aurículas en la antena media y antenas laterales frontales, vista dorsal y ventral respectivamente (Abreviaturas: AM = antena media, AL = antenas laterales, Au = aurículas, CAM = ceratóforo de antena media; CT = cirros tentaculares, CV = cirro ventral, EI = elitróforo, LIT = lóbulo interno del tentaculóforo, LL = labios laterales, ON = órganos nucales, Pa = palpos, Ct = ctenidio).

- 7(6) Parápodos con estíloidos papilados ..... *Fimbriosthenelais* Pettibone, 1971
- Parápodos con estíloidos no papilados (Fig. 2C) ..... *Sthenelais* Kinberg, 1856
  
- 8(5) Parápodo tentacular con lóbulo interno; neurópodo con lóbulo presetal cónico (Fig. 2A);  
segmento III con tubérculo dorsal ..... *Sthenolepis* Willey, 1905
- Parápodo tentacular sin lóbulo interno; neurópodo con lóbulo presetal redondeado (Fig.  
2B); segmento III sin tubérculo dorsal ..... *Ehlersileanira* Pettibone, 1970
  
- 9(3) Antenas laterales con ceratóforos (Fig. 1C); superficie de los élitros lisa .....  
..... *Leanira* Kinberg, 1856
- Antenas laterales sin ceratóforos; superficie de los élitros con papilas adhesivas cubiertas  
con granos de arenas u otros materiales del sedimento (Fig. 3B) ..... 10
  
- 10(9) Segmento III con cirro dorsal ..... *Pelogenia* Schmarida, 1861
- Segmento III sin cirro dorsal ..... 11

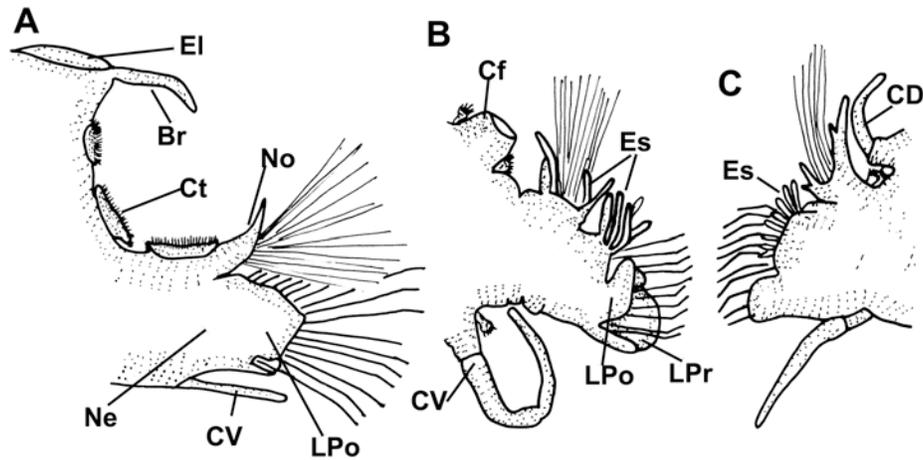


Figura 2. Parápodos: A) parápodo de segmento medio, vista posterior, con branquia y ctenidios; B) parápodo del segmento III, vista anterior, con cirróforo y estilodos; C) parápodo de segmento III, vista posterior con cirro dorsal y estilodos (Abreviaturas: Br= Branquia, CD = cirro dorsal, Cf = cirróforo, Ct = ctenidio, CV = cirro ventral, Es = estilodos, Ne = neurópodos, No = notópodo, LPr = Lobulo presetal, LPo = Lobulo posetal).

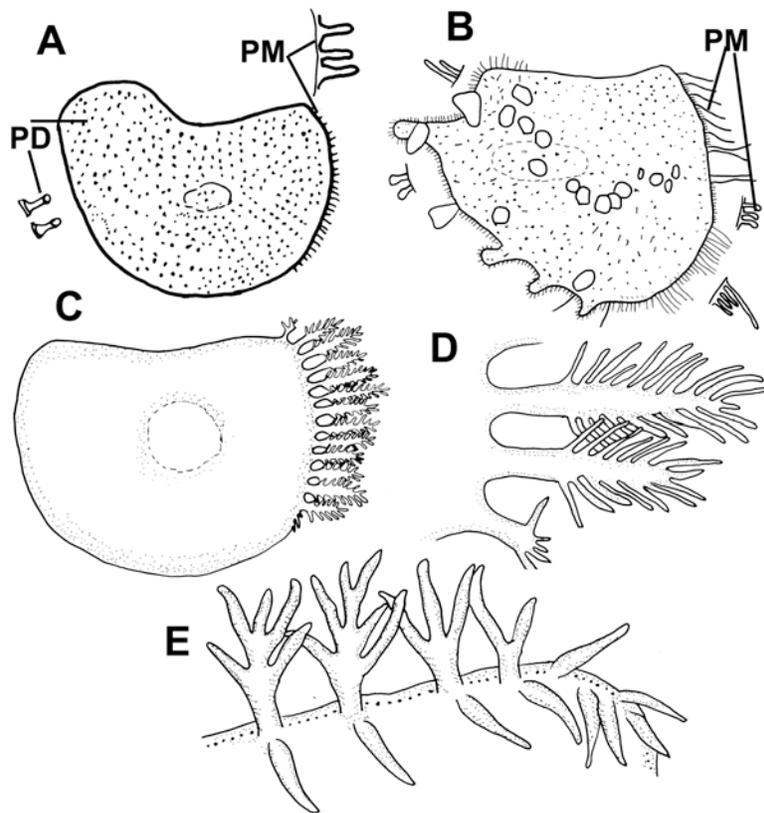


Figura 3. Ornamentación de élitros: A) élitro de segmento medio con la superficie papilada, margen entero con papilas cortas, B) élitro de segmento medio con gránulos del sedimento sobre la superficie, margen lobulado con papilas marginales filiformes largas, C) élitro de segmento medio con la superficie lisa, margen con papilas bipinadas, D) detalle de las papilas bipinadas, E) detalle de papilas marginales palmadas (Abreviaturas: PM= Papilas marginales, PD= papilas digitiformes).

11(10) Neurópodos del segmento II con lóbulo proyectado, delgado, largo; neurosetas compuestas espiníferas, puntas atenuadas, furcadas ... *Psammolyce* Kinberg, 1856 ... neurosetas de la región media con puntas furcadas; dorso liso en segmentos anteriores, en segmentos posteriores con papilas y gránulos de arena ..... *P. flava* Kinberg, 1855<sup>4</sup> G, C  
- Neurópodos del segmento II sin lóbulo proyectado; neurosetas compuestas falcíferas .. 12

12(11) Sin ojos; neurópodo del segmento III con lóbulo distal globoso . . . *Hartmanipsammolyce* Pettibone, 1997 . . . dorso con gránulos de sedimento y papilas compuestas; vientre con papilas largas en segmentos anteriores ..... *H. pendula* (Hartman, 1942)<sup>5</sup> G  
- Con ojos; neurópodo; del segmento III sin lóbulo distal globoso ..... 13

13(12) Tubérculo facial bulboso; ceratóforo de la antena media con pequeños ctenidios . . . *Dayipsammolyce* Pettibone, 1997 . . . élitro 2 con 5 lóbulos en su borde lateral, vientre con papilas largas ..... *D. ctenidophora* (Day, 1973)<sup>6</sup> G  
- Tubérculo facial ausente; ceratóforo de la antena media sin ctenidios .....  
..... *Neopsammolyce* Pettibone, 1997

#### Comentarios

- 1) No se incluye *Neoleanira areolata* (McIntosh, 1885). LT, Yedo, Japón. Sus registros para P son cuestionables.
- 2) Dos especies se han registrado para el Golfo de California: *E. digitata*? McIntosh, 1885 y *E. djiboutiensis* (Gravier, 19001) y son cuestionables. La primera fue descrita de Admiralty Islands, Nueva Guinea. La segunda fue descrita de Djibouti, Golfo de Aden, Océano Indico.
- 3) *Willesthenelais colorata* (Monro, 1924). LT, Puerto Denison, Australia; fue sinonimizada con *W. diplocirrus* (Grube, 1875) de Filipinas por Pettibone (1971). Esto es cuestionable. Los registros para la región son cuestionables, igualmente los de Hartman (1939) para Panamá, Costa Rica y México.
- 4) LT, Brasil (22°30' S, 40° 55' W). Su registro en G es amplio, incluye la Florida y requiere confirmación.
- 5) LT, Cuba. Sólo registrada para G.
- 6) LT, Carolina del Norte, registrada para G.

### Claves para especies

#### *Ehlersileanira* Pettibone, 1970

1 Élitros gruesos; cirro ventral con una papila corta basal; espiníferos articulados largos; más de 200 segmentos ..... *E. incisa* (Grube, 1877)<sup>7</sup> G, C  
- Élitros delgados; cirro ventral sin papila basal; espiníferos articulados cortos; menos de 200 segmentos ..... *E. simplex* (Ehlers, 1887)<sup>8</sup> G

#### Comentarios

- 7) Descrita como *Sthenelais incisa* Grube, 1877. LT, Congo, África.
- 8) Descrita como *Sthenelais simplex* Ehlers, 1887. LT, Tortugas, Florida. G. La especie fue sinonimizada por Augener (1918) con *E. incisa* del Congo, la sinonimia es cuestionable.

#### *Fimbriosthenelais* Pettibone, 1971

1 Branquias desde el segmento VI; vientre papilado; neurópodo con lóbulo posterior bilobulado; élitros con microtubérculos y papilas, sin granos de arena .....  
..... *F. hobbsi* Pettibone, 1971 G9  
- Branquias desde el segmento IV; vientre liso; neurópodos con lóbulo posterior no bilobulado; élitros con microtubérculos incrustados de granos de arena .....  
..... *F. minor* (Pruvot & Racovitza, 1895)<sup>10</sup> G, C

## Comentarios

9) LT, Bahía Siguaneya, Isla de Pinos, Cuba.

10) Descrita como *Sthenelais minor* Pruvot & Racovitza, 1895. LT, Francia. Registrada para el G pero es cuestionable. Wolf (1984) registró a la especie para la Florida, pero él mismo indicó diferencias en sus especímenes, sugiriendo así la necesidad de clarificar la identidad de los registros.

***Leanira Kinberg, 1855***

(Modificada de Pettibone 1970b)

- 1 Parápodos tentaculares con estíloidos numerosos; élitros con una mancha subcircular oscura, cerca de la inserción al elitróforo ..... *L. cirrata* (Treadwell, 1934)<sup>11</sup> G  
 - Parápodos tentaculares sin estíloidos; élitros sin pigmentación ..... *L. alba* Moore, 1910<sup>12</sup> P

## Comentarios

11) Descrita como *Eupholoe cirrata* Treadwell, 1934. LT, Puerto Rico.

12) LT, San Diego, California. Su registro es amplio en el Golfo de California.

***Neopsammolyce Pettibone, 1997***

(Modificada de Pettibone 1997)

- 1 Primer par de élitros con muescas profundas; neurosetas de parápodos posteriores al segmento III con falcíferos de manubrio liso ..... *N. occidentalis* (McIntosh, 1885)<sup>13</sup> G  
 - Primer par de élitros sin muescas profundas; neurosetas de parápodos posteriores al III con falcíferos de manubrio espinuloso ..... 2

- 2(1) Cirróforo del cirro ventral con papilas largas; ceratóforo de la antena media con pliegues laterales; falcíferos con punta bifida ..... *N. floccifera* (Augener, 1906)<sup>14</sup> G  
 - Cirróforo del cirro ventral sin papilas; ceratóforo de la antena media sin pliegues laterales; falcíferos con puntas enteras o bifidas ..... *N. spinosa* (Hartman, 1939)<sup>15</sup> G

## Comentarios

13) Descrita como *Psammolyce occidentalis* McIntosh, 1885. LT, Isla Sombrero, Antillas.

14) Descrita como *Psammolyce floccifera* Augener, 1906. LT, Dominica.

15) Descrita como *Psammolyce spinosa* Hartman, 1939. LT, Bahía Chatham, Isla Cocos, Panamá. Registrada para P y G. Su registro para G es amplio, incluyendo México; el registro de Nonato & Luna (1970) para Brasil es cuestionable; se ha confundido con *Sigalion spinosus* (Hartman, 1939).

***Pelogenia Schmarda, 1861***

(Modificada de Pettibone 1997)

- 1 Cirro dorsal del setígero 3 con cirróforo menor que el cirrostilo ..... 2  
 - Cirro dorsal del setígero 3 con cirróforo igual o mayor que el cirrostilo ..... 3

- 2(1) Élitros con lóbulos marginales redondeados (Fig. 3B); segmento III con branquia larga en la base del cirróforo dorsal; dorso con escasas papilas compuestas .....  
 ..... *P. hartmanae* Pettibone, 1997<sup>16</sup> G  
 - Élitros sin lóbulos marginales redondeados, margen entero (Fig. 3A); segmento III con branquia corta en la base del cirróforo dorsal; dorso con abundantes papilas simples digitiformes ..... *P. aniculata* (Hartman, 1939)<sup>17</sup> P; G C

- 3(1) Neurosetas compuestas con manubrios con pocas hileras de espínulas (0-3) ..... 4  
 - Neurosetas compuestas con manubrios con muchas hileras de espínulas (hasta 25) ..... 5

4(3) Ceratóforo de la antena media bulboso, prominente; ojos anteriores circulares; neurosetas del segmento I con manubrio espinuloso ..... *P. fimbriata* (Hartman, 1939)<sup>18</sup> G, C; P  
 – Ceratóforo de la antena media no prominente; ojos anteriores alargados; neurosetas del segmento I con manubrio liso ..... *P. myops* (Hartman, 1939)<sup>19</sup> P

5(3) Segmento II proyectado hacia el prostomio, hendido mediodorsalmente ..... *P. arenosa* (delle Chiaje, 1830)<sup>20</sup> G, C; P C  
 – Segmento II proyectado hacia el prostomio, sin incisión mediodorsalmente ..... *P. kinbergi* (Hansen, 1882)<sup>21</sup> G

#### Comentarios

16) LT, Mayaguez Harbor, Puerto Rico.

17) Descrita como *Psammolyce antipoda* (Schmarda, 1861) *anoculata* Hartman, 1939. LT, Playa Blanca, Pacífico de Costa Rica.

18) Descrita como *Psammolyce fimbriata* Hartman, 1939. LT, Isla Isabel, Nayarit (21°54' N, 105°53' W). Su registro es amplio en el P. Pettibone incluye registros para el G, estos últimos son cuestionables.

19) LT, Isla Espíritu Santo, México. La especie fue sinonimizada por Pettibone (1997) con *P. fimbriata* (Hartman, 1939); se mantienen separadas y se propone su revisión, ya que sus ilustraciones muestran diferencias.

20) Descrita como *Sigalion arenosum* delle Chiaje, 1830. LT, Golfo de Nápoles.

21) Descrita como *Psammolyce kinbergi* Hansen 1882, LT, Brasil.

#### *Sigalion* Audouin & Milne-Edwards in Cuvier, 1830<sup>22</sup>

1 Sin antena media ..... 2  
 – Con antena media ..... 3<sup>23</sup>

2(1) Neurópodos sin estíloos ..... *S. pourtalesi* Ehlers, 1887<sup>24</sup> G  
 – Neurópodos con dos estíloos redondeados ..... *S. arenicola* Verrill, 1880<sup>25</sup> G, C

3(1) Élitros con papilas marginales bipinadas (Fig. 3D); antena media atenuada; manubrio de las neurosetas de segmentos medios con muchas hileras de espinas ..... *S. spinosus* Hartman, 1939<sup>26</sup> P; G, C  
 – Élitros con papilas marginales palmadas (Fig. 3E); antena media con punta roma; manubrio de las neurosetas no fuertemente espinosas ..... 4

4(3) Antena media en el margen posterior del prostomio; ojos oscuros ..... *S. hancocki* Hartman, 1939<sup>27</sup> P  
 – Antena media en la parte media del prostomio; ojos inconspicuos ..... *S. lewisi* Berkeley & Berkeley, 1939<sup>28</sup> P; G, C

#### Comentarios

22) *Sigalion mathildae* Audouin & Milne-Edwards in Cuvier, 1830. LT, Iles Chausey, France. Erróneamente introducido a la lista de especies del P; sin registros en la región.

23) *Sigalion antillarum* Grube, 1875. Es otra especie del género registrada para el G, fue descrita como *Sigalion antillarum* Grube 1875, su LT no se conoce con mayor precisión, a pesar de que su descripción es demasiado breve, su registro es amplio. Lo único que se conoce es su ubicación en el género y la presencia de una antena media; el material tipo está perdido y podría ser una especie indeterminable.

24) LT, Sambos, Florida.

25) LT, Massachussets, U.S.A.

26) Descrita como *Eusigalion spinosum* Hartman, 1939. LT, Monterey Bay, California. Registrada para el P, también fue registrada para el G por Wolf (1984) para la Florida, como *Thalenessa* cf *spinosus* Hartman, 1939; su distribución hasta Galápagos requiere ser corroborada.

27) LT, San José, Guatemala. Su distribución hasta el Golfo de California según Hartman (1939) es cuestionable. Fue sinonimizada por Mackie & Chambers (1990) con *S. lewisi* Berkeley & Berkeley, 1939

de la Isla Espíritu Santo, México. La sinonimia es cuestionable, por lo que aquí se mantienen separadas y se propone su revisión.

28) LT, Isla Espíritu Santo, México. Los registros de Nonato & Luna (1970) y de Amaral & Nonato (1984) para Brasil pueden ser de una especie no descrita.

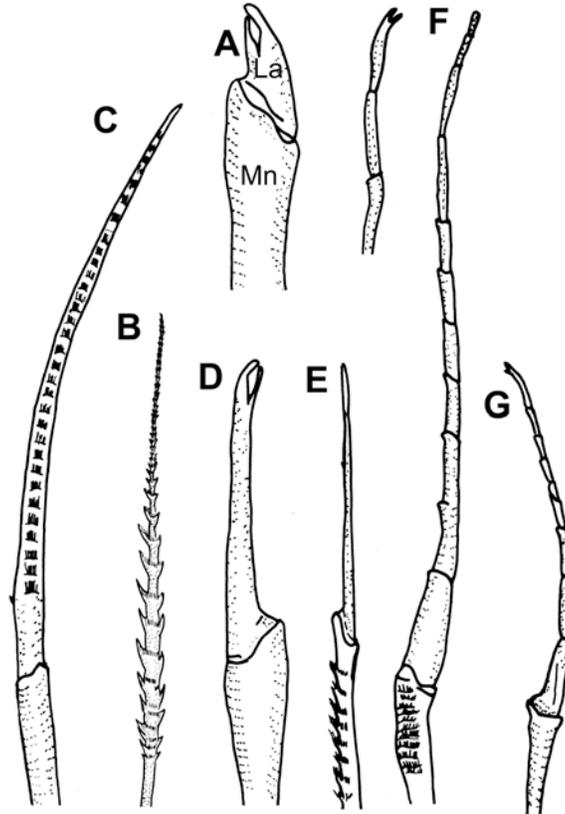


Figura 4. Tipo de setas: A) partes de una neuroseta compuesta, B) notoseta capilar, C-G) neurosetas compuestas: C) espinífero canalizado, D) falcífero bidentado, manubrio sin espinas, E) falcífero entero, manubrio espinuloso, F) falcífero multiarticulado bidentado, manubrio con espinas, G) falcífero multiarticulado, manubrio liso (Abeviaturas: La: Lámina, Mn=manubrio).

### *Sthenelais* Kinberg, 1856<sup>29</sup>

- 1 Manubrio de las neurosetas de segmentos medios con numerosas hileras de espinas ..... 2  
 - Manubrio de las neurosetas de segmentos medios con pocas hileras de espinas ..... 5
- 2(1) Vientre con papilas ..... *S. berkeleyi* Pettibone, 1971<sup>30</sup> P  
 - Vientre sin papilas 3
- 3(2) Neurosetas articuladas con hasta 15 artejos ..... *S. tertiglabra* Moore, 1910<sup>31</sup> P  
 - Neurosetas articuladas con pocos artejos ..... 4
- 4(3) Élitros con numerosos microtubérculos; papilas marginales abundantes; órganos nucales ocultos por el segmento II ..... *S. articulata* (Kinberg, 1856)<sup>32</sup> G, C  
 - Élitros con microtubérculos dispersos, papilas marginales escasas; órganos nucales no ocultos ..... *S. setosa* Bush in Verrill, 1900<sup>33</sup> G

- 5(1) Neurosetas con puntas bífidas y algunas con puntas enteras; élitros con 3–4 tubérculos cónicos esclerotizados en el borde posterior ..... *S. neoleanirae* Hartman, 1939<sup>34</sup> P  
– Neurosetas siempre bífidas; superficie de los élitros sin tubérculos cónicos ..... 6
- 6(5) Élitros medios o posteriores con una hilera de papilas en el borde lateral .....  
..... *S. verruculosa* Johnson, 1897<sup>35</sup> P M  
– Élitros medios o posteriores con varias hileras de papilas en el borde lateral ..... 7
- 7(6) Borde lateral de los élitros hasta con 6 hileras submarginales de papilas .....  
..... *S. fusca* Johnson, 1897<sup>36</sup> P  
– Borde lateral de los élitros hasta con 2 hileras submarginales de papilas ..... 8
- 8(7) Parápodos con branquias cortas, poco ciliadas; microtubérculos abundantes .....  
..... *S. helenae* Kinberg, 1856<sup>37</sup> P, C  
– Parápodos con branquias largas, ciliadas; microtubérculos dispersos .....  
..... *S. maculata* Hartman, 1939<sup>38</sup> P, C; G, C

## Comentarios

29) Se omiten varias especies por ser cuestionables: a) *S. boa* (Johnston, 1833), LT, Berwick-upon-Tweed, Inglaterra; b) *S. caerulea* (Schmarda, 1861), LT, Chile; los registros para Panamá y Galápagos requieren ser corroborados; fue sinonimizada por Pettibone (1971) con *S. helenae* Kinberg, 1856; c) *S. leidy* de Quatrefages, 1866, LT, Nueva Inglaterra, EU; Hartman (1942) sinonimizó a *S. pica* Verrill, 1873 de Vineyard Sound, Massachusetts con *S. leidy*, la sinonimia es cuestionable; d) *S. malayana* Horst, 1917, LT, Célebes, Indonesia y e) *S. variabilis* Potts, 1910, LT, Islas Maldivas y Zanzíbar; la identidad de la especie requiere ser delimitada.

30) LT, California, USA.

31) LT, Isla Coronado, Baja California, Monterey, Bay, California.

32) LT, Rio de Janeiro, Brasil, Sao Paulo, Brasil.

33) LT, Bermuda.

34) LT, Bahía Escondido, Isla Carmen, B.C.S.

35) LT, San Pedro California.

36) LT, San Pedro y San Francisco, California, USA.

37) LT, Valparaíso, Chile. Registrada para P, su registro para G es amplio y cuestionable. Hartman (1942) sinonimizó a *Sthenelais pica* Verrill, 1873 de Vineyard Sound, New Haven, Massachusetts con *S. leidy*, la sinonimia es cuestionable.

38) LT, Independencia, Perú. Registrada para P y G. Los registros en G requieren ser confirmados, asimismo los de Nayarit y del Golfo de California de Hartman (1939).

***Sthenelanelle* Moore, 1910<sup>39</sup>**

- 1 Prostomio redondeado (tan largo como ancho); área ocular no elevada .....  
..... *S. uniformis* Moore, 1910<sup>40</sup> P, M  
– Prostomio ovoide (dos veces más ancho que largo); área ocular elevada .....  
..... *S. atypica* Berkeley & Berkeley, 1941<sup>41</sup> P

## Comentarios

39) *S. corallicola* Thomassin, 1972 es cuestionable; LT, Madagascar.

40) LT, California.

41) LT, California. Registrada sólo para P. Pettibone (1969) la sinonimizó con *S. uniformis* Moore, 1910 de California. La sinonimia es cuestionable y aquí se mantienen separadas.

*Sthenolepis* Willey, 1905

- 1 Prostomio con ojos ..... 2  
 - Prostomio sin ojos ..... 6
- 2(1) Neurópodos de segmentos medios sin neurosetas compuestas o articuladas ..... 3  
 - Neurópodos de segmentos medios con neurosetas compuestas o articuladas ..... 4
- 3(2) Neurópodos de segmentos medios con neurosetas supraaciculares simples, espinulosas ..... *S. grubei* (Treadwell, 1901)<sup>43</sup> G  
 - Neurópodos de segmentos medios sin neurosetas supraaciculares simples .....  
 ..... *S. fimbriarum* (Hartman, 1939)<sup>42</sup> P
- 4(2) Élitros sin papilas en el margen; ojos anteriores alargados . *S. oculata* (Hartman, 1942)<sup>44</sup> G  
 - Élitros con papilas en el margen; ojos anteriores redondos ..... 5
- 5(4) Cuerpo con hasta 82 segmentos ..... *S. gracilior* Augener, 1927<sup>45</sup> G  
 - Cuerpo con más de 100 segmentos ..... *S. kukenthali* Augener, 1922<sup>46</sup> G
- 6(1) Notópodo con estíloidos sobre el margen dorsal , tres espaciadas y largas en la parte posterior ..... *S. spargens* Fauchald, 1972<sup>47</sup> P  
 - Notópodo sin estíloidos sobre el margen dorsal, seis formando un grupo en la parte posterior ..... *S. racemosa* Fauchald, 1972<sup>48</sup> P

## Comentarios

42) LT, Bahía Escondido (Golfo de California) y Panamá.

43) LT, Bahía Boquerón y San Antonio, Puerto Rico. Wolf (1984) describe una forma parecida para la Florida.

44) LT, Cuba.

45) LT, Curacao, Antillas Holandesas.

46) LT, Kingston, Jamaica.

47) LT, Isla Cedros, México.

48) LT, Golfo de California.

**Agradecimientos**

A Charatsee Aungtonya por el envío de una copia de su publicación con la clave para los géneros de Sigalionidae. La lectura cuidadosa de dos revisores anónimos mejoró mucho la calidad final de esta contribución. Esta contribución se realizó con respaldo del proyecto "Taxonomía de poliquetos del Gran Caribe y evaluación molecular de especies anfiamericanas (Annelida: Polychaeta)," financiado por CONACYT (61609). La primera autora agradece al Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas por el tiempo otorgado para la realización de este trabajo.

**Referencias**

Amaral ACZ & Nonato EF 1984 Anelídeos Poliquetos da Costa Brasileira, 4. Polyodontidae, Pholoidae, Sigalionidae e Eulepethidae. Cons. Nal Desenvol Cient Tecnol, Sao Paulo, 54 pp.

Augner H 1918 Polychaeta. Beitrage zur Kenntnis des Meeresfauna West-Afrikas. Herausgegeben von W. Michaelsen. Z.L. Friederichsen & Co., Hamburg 2:67-625.

Aungtonya CS 2003 Scanning electron microscopy (SEM) and light microscopy (LM) study of important characters in the identification of Sigalionidae (Annelida: Polychaeta). Hydrobiologia 496:1-16.

Aungtonya CS 2002 A preliminary study of Sigalionidae (Annelida: Polychaeta) from the Andaman sea off Southwestern Thailand, with an overview of presently recognized genera. Phuket. Mar Biol Center, Sp Publ 24: 205-235.

Barnich R & D Fiege 2003 The Aphroditoidea (Annelida: Polychaeta) of the Mediterranean Sea. Abh Senckenberg Naturforsch Ges 559:1-167.

Chamberlin R 1919 The Annelida Polychaeta. Mem Mus Comp Zool Harv Univ 48:1-514.

Chambers SJ & AI Muir 1997 Polychaetes: British Chrysopetaloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea. Synopsis of the British Fauna (New Series), R.S.K. Barnes & J.H. Crothers (eds.). Linnean Society of

- London and Estuarine and Coastal Sciences Association, London, 202 pp
- Day JH 1967 A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa. Brit Mus (Nat Hist), London, 878 pp.
- Fauchald K 1977 The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera. Nat Hist Mus LA Cty, Sci Ser 28,1-190.
- Fauchald K & Jumars PA 1979 The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. Oceanog Mar Biol Ann Rev 17: 193-284.
- Fauchald K & G Rouse 1997 Polychaete systematics: past and present. Zool. Scripta 26:71-138.
- Hartman O 1939 Polychaetous annelids, 1. Aphroditidae to Pisionidae. Allan Hancock Pac Exped 7(1-2):1-155.
- Hartman O 1942 The polychaetous Annelida. Report on the scientific results of the Atlantis Expedition to the West Indies under the joint auspices of the University of Havana and Harvard University. Mem Soc Cub Hist Nat 16(2):89-107.
- Kirkegaard JB 2001 Deep-sea polychaetes from North-west Africa, including a description of a new species of Neopolynoe (Polynoidae). J Mar Biol Ass UK 81: 391-397.
- Kinberg JGH 1856 Nya sl gten och arten af Annelider, 1. Aphroditae Savigny.  fver Kongl Vetenskaps-Akad F rhandl 12:381 -388
- Lana PC 1991 Sigalionidae (Polychaeta) from the coast of Paraná (SE Brazil) and adjacent areas. Ophelia Suppl 5:121-132.
- Levinsen MR 1883 Systematisk-geographisk-Oversigt over de nordiske Annulata, Gephyrea, Chaetognathi og Balanoglossi. Vidensk Meddel Naturhist Foren Kjobenhavn 1882:160-250.
- Mackie ASY & SJ Chambers 1990 Revision of the type species of Sigalion, Thalenessa and Eusigalion (Polychaeta: Sigalionidae). Zool Scripta 19:39-56.
- Malmgren AJ 1865 Nordiska Hafs-Annulater.  fversigt K Vet-Akad F rhandlingar 22(1):51-110.
- Malmgren AJ 1867 Annulata Polychaeta: Spetsbergiae, Groenlandiae, Islandiae et Scandinaviae. Hactenus Cognita. Kongl Vetensk-Akad F rhand 1867(4):127-235.
- Muir AI 1989 Species of the genus Sigalion (Annelida: Polychaeta) reported from north-west European waters, with a note on the authorship of the generic name. Cah Biol Mar 30:339-345.
- Nonato EF & JAC Luna 1970 Sobre algunos polyquetas de escama do Nordeste do Brasil. Bol Inst Oceanogr S Paulo 18(1):63-91.
- Perkins TH & T Savage 1975 A Bibliography and Checklist of Polychaetous Annelids of Florida, the Gulf of México, and the Caribbean Region. Fla Mar Res Publ 14:1-62.
- Pernet B 2000 A scaleworm's setal snorkel. Invert Biol 119:147-151.
- Pettibone MH 1969 The genera Sthenelanelle Moore and Euleanira Horst (Polychaeta, Sigalionidae). Proc Biol Soc Wash 82:429-38.
- Pettibone MH 1970a Revision of the genus Euthalenssa Darboux (Polychaeta: Sigalionidae). Smithson Contr Zool 52:1-30.
- Pettibone MH 1970b Revision of some species referred to Leanira Kinberg (Polychaeta: Sigalionidae). Smithson Contr Zool 53:1-25.
- Pettibone MH 1970 Two new genera of Sigalionidae (Polychaeta). Proc Biol Soc Wash 83(34):365-86.
- Pettibone MH 1971 Partial revision of the genus Sthenelais Kinberg (Polychaeta: Sigalionidae) with diagnoses of two new genera. Smithson Contr Zool 109:1-40.
- Pettibone MH 1971 Descriptions of Sthenelais fusca Johnson 1897 and S. berkeleyae n. sp. (Polychaeta: Sigalionidae from the Eastern Pacific. J Fish Res Bd Can 28(10):1393-1401.
- Pettibone MH 1989 Polynoidae and Sigalionidae (Polychaeta) from hydrothermal vent of the Galapagos Rift 21 N, and seep-sities in the Gulf of Mexico (Florida and Louisiana). Proc Biol Soc Wash 102(1):154-168
- Pettibone MH 1992 Two new genera and four new combinations of Sigalionidae (Polychaeta). Proc Biol Soc Wash 105:614-629.
- Pettibone MH 1997 Revision of the sigalionid species (Polychaeta) referred to Psammolyce Kinberg 1856, Pelogenia Schmarda 1861, and belonging to the subfamily Pelogeniinae Chamberlin 1919. Smithson Contr Zool 581:1-89.
- Pleijel F 2001 15 Sigalionidae Kinberg, 1856. In Rouse, G & Pleijel F. Polychaetes, Oxford University Press, pp 80-81.
- Rabelais F 1532 Gargantua and Pantagruel. Chapter 4. LVII.  
<http://etext.library.adelaide.edu.au/r/rabelais/francois/r11g/part211.html>
- Rouse G & Fauchald K 1997 Cladistics and polychaetes. Zool Scripta 26:139-204.
- Salazar-Vallejo 1996 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Gran Caribe. An Inst Biol UNAM, ser Zool 67(1): 11-50.
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del P cifico Oriental Tropical. An Inst Biol UNAM, ser Zool 75:9-97
- Wiklund H, A. Nygren, F Pleijel & P Sundberg 2005 Phylogeny of Aphroditiformia (Polychaeta) based on molecular and morphological data. Mol Phylogenet Evol 37:494-502.
- Wolf PS 1984 Family Sigalionidae Malmgren, 1867. In Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of México. J.M. Uebelacker & P.G. Johnson (eds.), Barry A. Vittor Ass., Mobile, 7 vols. pp 25.1-25.3.



## 46. Sphaerodoridae Malmgren, 1867

Alexandra E. Rizzo<sup>1</sup> y Sergio I. Salazar-Vallejo<sup>2</sup>

1) Universidade do Estado de Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
aerizzo@hotmail.com

2) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal  
ssalazar@ecosur.mx

### Introducción

Los esferodóridos son poliquetos pequeños cuyo cuerpo está cubierto por protuberancias o verrugas esféricas. Las protuberancias corporales se denominan papilas o microtubérculos y macrotubérculos y su forma y arreglo espacial tienen relevancia taxonómica.

Sus representantes son poco abundantes y viven en fondos blandos o mixtos; pueden vivir en fondos consolidados (Fauchald 1974) y entre algas (Sardá-Borroy 1987). Ocurren desde aguas someras hasta aguas profundas y algunas especies parecen confinadas a profundidades batiales o abisales (Borowski 1994) o, como en el caso de *Sphaerodoropsis anae* Aguado & Rouse, 2006, viven en ventilas hidrotermales. Pocas especies son simbioses de otros invertebrados como estrellas de mar y *Commensodorum commensalis* (Lützen, 1961) está asociada con tricobránquidos.

Probablemente son consumidores de depósito que ingieren lodo de la superficie del sedimento con su faringe muscular (Kudenov 1984). El tracto digestivo es un tubo recto. Se conoce poco sobre los órganos excretores, sean protonefrideos o metanefrideos. *Sphaerodorum flavum* es un caso único entre los anélidos porque tiene protonefrideos asociados a un sistema vascular sanguíneo bien desarrollado, con lo que acerca a los Sphaerodoridae a los Phyllodocidae en lugar de los Syllidae, entre los Phyllodocida (Kuper & Purschke 2001). Falta el sistema circulatorio en los esferodóridos pequeños y en *Sphaerodorum gracilis* el sistema circulatorio parece ser abierto (Ruderman 1911). Los sexos son separados, pero

parece haber hermafroditismo en por lo menos una especie. A menudo, se encuentran hembras maduras con la cavidad celómica llena de grandes oocitos; la fertilización es externa, el desarrollo larval es directo y tienen larvas lecitotróficas demersales (Fauchald 1974, Wilson 2000).

### Sistemática

La familia fue reconocida por Malmgren (1867:79) pero la denominó Spaerodoridae, y la basó en *Spaerodorum* Örsted, 1843. Ese nombre era un error ortográfico y el mismo Örsted lo modificó unas páginas delante de la primera mención (*Sphaerodorum* Örsted, 1843:43). No obstante y como mero comentario anecdótico, el error motivó dos enmiendas al nombre original (*Sphaerodora* Wagner, 1885 y *Sphaerodorum* (¿) Webster & Benedict, 1887), que ahora son considerados como sinónimos menores.

Los primeros esferodóridos descritos fueron *Ephesia gracilis* Rathke, 1843, de Noruega y *Sphaerodorum flavum* Örsted, 1843, de Dinamarca, aunque la publicación de Rathke antecede en dos meses a la otra. Luego, como el nombre *Ephesia* ya había sido usado entre los Lepidoptera, el género reconocido para la familia fue *Sphaerodorum* Örsted, 1843, y la especie reconocida por prioridad fue *S. gracilis* (Rathke, 1843).

Hartman (1967) propuso *Levidorum*, para incluir especies aberrantes en los Sphaerodoridae, que carecen de macro- y microtubérculos, papilas epidérmicas y antenas, y tienen setas simples y falcígeros compuestos y la región bucal

compuesta por dos segmentos. Se realizaron varias tentativas para acomodar las distintas formas de esferodóridos. Fauchald (1974) revisó la familia Sphaerodoridae, hizo claves de identificación para géneros y especies y resolvió varios problemas nomenclaturales. Fauchald (1974, 1977) consideró 46 especies válidas en 9 géneros. Más tarde, Perkins (1987) propuso Levidoridae para excluir a *Levidorum* de Sphaerodoridae, pero Glasby (1993) consideró que el género era asignable a Syllidae. Aunque hay algunos atributos compartidos entre sílidos y esferodóridos, las evidencias del sistema excretor (Kuper & Purschke 2001) y los marcadores moleculares (Aguado *et al.* 2007) apuntan a una mayor afinidad con los filodócidos.

Actualmente hay 95 especies (Bakken 2007) y unas 50 corresponden a *Sphaerodoropsis*. Borowski (1994:202) propuso 4 grupos para separar las especies de *Sphaerodoropsis* según la distribución de los macrotubérculos en hileras longitudinales en el cuerpo y transversales por segmento.

### Morfología

La principal dificultad para la identificación es distinguir entre antenas y palpos o cirros, así como diferenciar entre tubérculos y papilas. Los siguientes son los principales atributos para identificar un esferodórido.

**Cuerpo.** La forma del cuerpo puede ser larga, cilíndrica con más de 50 segmentos, o puede ser corta, globosa, con unos 30-50 segmentos.

**Tubérculos y papilas.** Los macrotubérculos (Fig. 1B, G) son casi siempre dorsales mientras que los microtubérculos (Fig. 1F, V) y las papilas (Fig. 1V) también se presentan ventralmente; pueden tener un patrón uniforme o estar dispersos de manera irregular. Los macrotubérculos pueden ser sésiles o pedunculados, con o sin papilas terminales y aunque la mayoría son esféricos (Fig. 1B, L, P), algunos son distalmente hundidos, o con forma de campana. Los microtubérculos (Fig. 1F, V) se presentan en las especies provistas con 2-4 series de macrotubérculos con papilas terminales, se distinguen de las papilas por tener una base estrecha y una papila terminal alargada pudiendo incluso estar fusionados parcialmente a los

macrotubérculos o encima de ellos. Las papilas pueden ser simples, cónicas o cilíndricas (Fig. 1V); se distinguen de los microtubérculos por carecer de proyección distal.

**Prostomio y peristomio.** El prostomio tiene tres antenas, dos laterales y una media inserta más dorsalmente, con un par de palpos simples ventrales (que algunos han denominado antenas ventrales) (Fig. 1E, L, P). La longitud relativa de las antenas se ha usado para separar a dos géneros muy cercanos (*Clavodorum* Hartman & Fauchald, 1971 y *Sphaerodoridium* Lützen, 1961) y aunque no es un atributo de relevancia generica y se ha rechazado esa separación (Borowski 1994), no ha habido revisión que lo respalde. Hay 0-2 pares de ojos y sus áreas pigmentadas son crecientes o circulares (Fig. 1E, P). También presentan un par de cirros tentaculares (Fig. 1E, L, P) y el primer segmento carece de parápodos y setas.

**Parápodos.** Son unirrámeos, tienen una acícula y pueden presentar lamelas pre- y postsetales (Fig. 1A, H, Q, R, T). Los cirros dorsal y ventral pueden ser globosos, digitados, clavados o de otra forma, aunque parece que no se ha definido adecuadamente la organización parapodial, ya que el lóbulo setal puede estar muy proyectado y lo que correspondería al cirro dorsal, puede quedar fijo sobre el margen corporal (Fig. 1H, B, M, Q, R, T).

**Setas.** Las setas son de un mismo tipo en todos los setíferos; son simples (Fig. 1J, X) o compuestas (Fig. 1K, N, O, S), aunque en las especies de algunos géneros (*Ephesiella*, *Ephesiopsis*, y algunas especies de *Sphaerodorum*), el setífero 1 tiene 1-2 pares de ganchos (Fig. 1C, I, W). Las setas simples son ligeramente falcadas, aguzadas, ensanchadas subdistalmente (Fig. 1J, X), mientras que las compuestas son falcíferos con hoja curta o longa, lisa o denticulada (Fig. 1K, N, O, S).

**Pigidio.** Presenta dos cirros globulares y una papila mediana.

### Claves

Las claves siguientes se basan en las listas disponibles (Salazar-Vallejo 1996, Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa 2004) pero se han revisado y

corregido algunos errores o inconsistencias. La distribución de las especies se indica con G para las del Gran Caribe y P para las del Pacífico Oriental tropical; sin embargo, como el litoral occidental de Baja California no es tropical, se

indica con B; los registros para otras localidades en México se marcan con M. Cuando haya un registro cuestionable, se agrega una C. Para los pies de figura, las vistas se abrevian así: VD para una vista dorsal y VL para una vista lateral.

### Clave para géneros

- 1 Macrotubérculos con papilas distales (Fig. 1G); setas simples o compuestas ..... 2  
 - Macrotubérculos sin papilas distales; todas las setas compuestas ..... 4
- 2(1) Macrotubérculos en cuatro hileras longitudinales, papilas distales muy cortas; todas las setas compuestas ..... *Sphaerephesia* Fauchald, 1972  
 - Macrotubérculos en dos hileras longitudinales, papilas distales muy largas ..... 3
- 3(2) Setas simples solamente ..... *Sphaerodorum* Örsted, 1843  
 - Setas simples restringidas al setífero 1, como ganchos falcados, otros setíferos con setas compuestas ..... *Ephesiella* Chamberlin, 1919  
 - Setas simples y compuestas en todos los setíferos, excepto el primero . . . *Ephesiopsis* Hartman & Fauchald, 1971 . . . Ganchos falcados presentes en el setífero 1 (Fig. 1I); pigidio sin macrotubérculos con papilas terminales; con ojos ..... *E. guayanae* Hartman & Fauchald, 1971 G
- 4(1) Macrotubérculos pedunculados ..... 5  
 - Macrotubérculos sésiles ..... *Sphaerodoropsis* Hartman & Fauchald, 1971
- 5(4) Antena media y laterales del mismo tamaño, o la media mayor .....  
 ..... *Clavodorum* Hartman & Fauchald, 1971  
 - Antena media más corta que las laterales ..... *Sphaerodoridium* Lützen, 1961<sup>1</sup> ..... Parápodos con 2 papilas distales; vientre con 6 hileras de papilas ..... *S. lutzeni* Kudenov, 1987 G C

#### Comentarios

1) *Sphaerodoridium guilbaulti* Rullier, 1974, descrito para la costa Atlántica de los Estados Unidos, no pertenece al género ni a la familia. Es un sílido, del género *Eurysyllis* Ehlers, 1864 y a reserva de que se haga la revisión, debe transferirse a dicho género y familia.

### Claves para especies

#### *Clavodorum* Hartman & Fauchald, 1971

- 1 Antenas laterales enteras; 10 hileras irregulares de papilas ventrales .....  
 ..... *C. mexicanum* Kudenov, 1987 G  
 - Antenas laterales bifurcadas; 4 hileras longitudinales de papilas ventrales .....  
 ..... *C. clavatum* Fauchald, 1972 P M

#### *Ephesiella* Chamberlin, 1919

(Modificada de Fauchald 1974)

- 1 Macro- y microtubérculos fusionados parcialmente; setífero 1 con dos ganchos (Fig. 1C) por lado ..... *E. mammifera* Fauchald, 1974 P M  
 - Macro- y microtubérculos separados, no fusionados; setífero 1 con 1-2 ganchos por lado ..... 2

- 2(1) Margen superior del parápodo con dos papilas; setífero 1 con un solo gancho por lado ..... *E. bipapillata* Kudenov, 1987 G  
 - Margen superior del parápodo sin papilas; setífero 1 con dos ganchos por lado ..... *E. brevicapitis* (Moore, 1909) P B

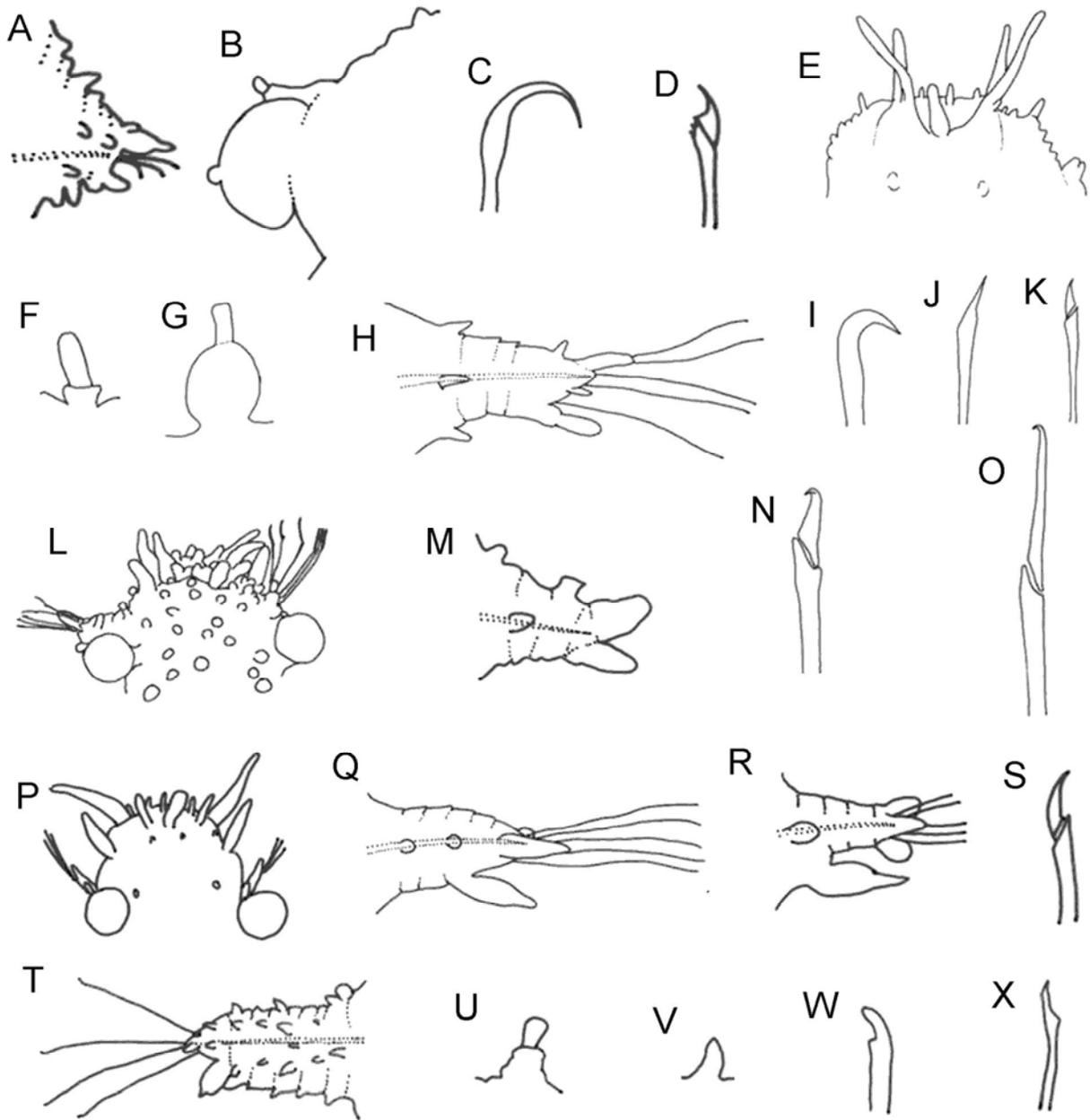


Figura 1. *Ephesiella mamifera*: A) Parápodo medio, B) Mismo, VD, C) Gancho, D) Falcígero; *Ephesiopsis guayanae*: E) Extremo anterior, VD, F) Microtubérculo, G) Macrotubérculo, H) Parápodo medio, I) Gancho, J) Seta simple, K) Falcígero; *Sphaerodoropsis biserialis*: L) Extremo anterior, VD, M) Parápodo medio, N) Falcígero con hoja corta, O) Falcígero con hoja larga; *S. longipalpa*: P) Extremo anterior, VD, Q) Parápodo medio; *S. minuta*: R) Parápodo, S) Falcígero; *Sphaerodorum papillifer*: T) Parápodo medio, U) Microtubérculo, V) Papila, W) Gancho, X) Seta simple.

***Sphaerephesia* Fauchald, 1972**

(Modificada de Fauchald 1974)

- 1 Setas no más largas que el parápodo; microtubérculos presentes o ausentes ..... 2  
 - Setas dos veces más largas que la longitud del parápodo; microtubérculos presentes entre parápodos ..... *S. longisetis* Fauchald, 1972 P M
- 2(1) Parápodos con papilas esféricas, mucho menores que el cirro dorsal .....  
 ..... *S. similisetis* Fauchald, 1972 P M  
 - Parápodos con macrotubérculos ovoides, alargados, de la mitad del tamaño del cirro dorsal ...  
 ..... *S. fauchaldi* Kudenov, 1987 G

***Sphaerodoropsis* Hartman & Fauchald, 1971**

(Modificada de Fauchald 1974)

- 1 Dorso con 4 hileras de macrotubérculos; dos pares de antenas laterales ..... 2  
 - Dorso con 10-12 hileras de macrotubérculos; neurópodos con dos lóbulos postsetales cortos; cirro ventral aguzado, basal, de la misma anchura y longitud que el lóbulo setal .....  
 ..... *S. minuta* (Webster & Benedict, 1887) P C
- 2(1) Parápodos con lóbulos pre- y post-setales; cirro ventral hinchado medialmente, proyectado más allá del lóbulo setal (Fig. 1Q) ..... *S. longipalpa* Hartman & Fauchald, 1971 G  
 - Parápodos sin lóbulos o sólo con el lóbulo presetal ..... 3
- 3(2) Parápodos con una gran papila dorsal truncada (Fig. 1M) y pocas papilas grandes; cirro ventral digitado, distal, menor que el lóbulo presetal .....  
 ..... *S. biserialis* (Berkeley & Berkeley, 1944) P M  
 - Parápodos sin papilas truncadas y muchas papilas chicas, globosas; cirro ventral afilado, distal, de tamaño similar al lóbulo presetal ..... *S. vittori* Kudenov, 1987 G

***Sphaerodorum* Örsted, 1843**

- 1 Cuerpo y parápodos con papilas abundantes; parápodos con lados paralelos con hasta 12 papilas marginales (Fig. 1T) ..... *S. papillifer* Moore, 1909 P B  
 - Cuerpo y parápodos con pocas papilas; parápodos cónicos con unas 5 papilas .....  
 ..... *S. ophiurophoretos*<sup>2</sup> Martin & Alva, 1988

2) No se ha registrado en la región. Fue descrita como simbiote de la estrella cosmopolita, luminiscente e incubadora *Amphipholis squamata* (delle Chiaje, 1828), que supuestamente ocurre en el Gran Caribe (Hendler *et al.* 1995:162-164). No obstante, ya se ha demostrado que se trata de un complejo de especies (Deheyn & Jangoux 1999, Sponer & Roy 2002), pero es posible que las especies regionales contengan alguna especie similar.

**Agradecimientos**

Esta contribución se realizó con respaldo del proyecto "Taxonomía de poliquetos del Gran Caribe y evaluación molecular de especies anfiamericanas (Annelida: Polychaeta),"

financiado por CONACYT (61609). La lectura cuidadosa por Carlos Rivera y un revisor anónimo mejoró mucho la calidad final de esta contribución.

## Referencias

- Aguado MT & GW Rouse 2006 First record of Sphaerodoridae (Phyllodocida: Annelida) from hydrothermal vents. *Zootaxa* 1383: 1–21.
- Aguado MT, A Nygren & ME Siddall 2007 Phylogeny of Syllidae (Polychaeta) based on combined molecular analysis of nuclear and mitochondrial genes. *Cladistics* 23:552–564.
- Bakken T 2007 Family Sphaerodoridae. <http://folk.ntnu.no/vmzotbak/polychaeta/sphaerodoridae/index.htm>. Last updated: 29 Aug, 2007.
- Borowski C 1994 Three new deep-sea species of Sphaerodoridae (Annelida, Polychaeta) from the eastern tropical South Pacific. *Zool Scripta* 23:193–203.
- Deheyn D & M Jangoux 1999 Colour varieties as sibling species in the polychromatic ophiuroid *Amphipholis squamata* (Echinodermata): evidence from inheritance of body colour and luminescence characters. *J Exp Mar Biol Ecol* 234:219–234.
- Fauchald K 1974 Sphaerodoridae (Polychaeta: Errantia) from world wide areas. *J Nat Hist* 8:257–289.
- Fauchald K 1977 The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Los Angeles Cty Mus Nat Hist, Sci Ser 28:1–190.
- Glasby CJ 1993 Family revision and cladistic analysis of the Nereidoidea (Polychaeta: Phyllodocida). *Invert Taxon* 7:1551–1573.
- Hartman O 1967 Polychaetous annelids collected by the USNS Eltanin and Staten Island cruises, chiefly from Antarctic seas. *Allan Hancock Monogr Mar Biol* 2:1–387.
- Hendler G, JE Miller, DL Pawson & PM Kier 1995 *Sea Stars, Sea Urchins, and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean*. Smithsonian, Washington, 390 pp.
- Kudenov JD 1984 Family Sphaerodoridae. Chapter 36. *In: JM Uebelacker & PG Johnson (eds) Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico*. BA Vittor & Associates Inc. Mobile, Alabama.
- Kuper M & G Purschke 2001 The excretory organs in *Sphaerodorum flavum* (Phyllodocida, Sphaerodoridae): a rare case of co-occurrence of protonephridia, coelom and blood vascular system in Annelida. *Zoomorphology* 120:191–203.
- Malmgren AJ 1867 *Annulata Polychaeta: Spetsbergiae, Groenlandiae, Islandiae et Scandinaviae. Hactenus Cognita*. Helsingforsiae, Ex Officina Frenckelliana, 127 pp.
- Örsted AS 1843 *Annulatorum Danicorum Conspectus*, 1. Maricolae. Hafniae, 52 pp.
- Perkins TH 1987 Levidoridae (Polychaeta), new family, with remarks on two new species of *Levidorum* from Florida. *Bull Biol Soc Wash* 7:162–168.
- Ruderman L 1911 Recherches sur *Ephesia gracilis* Rathke, Annélide polychète de la famille des sphaerodorides; morphologie, anatomie, histology. *Mém. Soc. zool. Fr.* 24: 1–96.
- Salazar-Vallejo SI 1996 Lista de especies y bibliografía de los poliuetos (Polychaeta) del Gran Caribe. *An Inst Biol, ser Zool, UNAM* 67:11–50 ([http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/671\(2\)zool.PDF](http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/671(2)zool.PDF)).
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004 Lista de especies y bibliografía de poliuetos (Polychaeta) del Pacífico oriental tropical. *An Inst Biol, ser Zool, UNAM* 75:9–97 ([http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/anazoo751/anazoo751\\_2.pdf](http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/Art-Zoo/anazoo751/anazoo751_2.pdf)).
- Sardá-Borroy R 1987 Sphaerodoridae (Annelida, Polychaeta) from the region of the Gibraltar Strait with description of *Euritnia hamulisetosa* gen. et sp. n. *Zool Scr* 16: 47–50.
- Sponer R & MS Roy 2002 Phylogeographic análisis of the brooding brittle star *Amphipholis squamata* (Echinodermata) along the coast of New Zealand reveals high cryptic genetic variation and cryptic dispersal potential. *Evolution* 56:1954–1967.
- Wilson RS 2000 Family Sphaerodoridae. Pp. 160–161 *In: Beesley PL, GLB Ross & CJ Glasby (eds) Polychaetes & Allies: The southern synthesis. Fauna of Australia vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula*. CSIRO Publ. Melbourne, xii, 465p.

# 47. Spionidae Grube, 1850

Víctor Hugo Delgado-Blas

Universidad de Quintana Roo  
blas@correo.uqroo.mx

## Introducción

Spionidae es una de las familias más diversas y abundantes de poliquetos, contiene unas 1000 especies nominales. La mayoría de los espionidos habitan diferentes tipos de hábitat en el medio marino, dominan en fondos blandos de aguas someras, aunque también están bien representados en aguas profundas, incluyen pocas especies registradas en agua dulce.

Los espionidos son pequeños (1 mm a 5 cm) y se alimentan arrastrando los palpos peristomiales sobre el sedimento; transportan las partículas de detrito hacia la boca con un canal ciliado y, en ocasiones, con sus palpos capturan plancton y partículas suspendidas (Johnson 1984). Muchas veces se ha registrado una alta densidad de algún espionido y se ha visto que tienen la habilidad de cambiar su patrón de alimentación de suspensión a depósito; además, se han considerado como alimentadores selectivos de depósito superficial, de suspensión o de ambos en la interfase sedimento-agua (Dauer *et al.* 1981).

Cuando las partículas son muy grandes, se utilizan para construir tubos, los cuales son reforzados por secreciones mucosas que salen de sus glándulas segmentales; las partículas que utilizan para la construcción del tubo se capturan cuando las especies están en modo de alimentadores suspensívoros.

Muchas especies del complejo *Polydora* Bosc, 1802 taladran sustratos calcáreos, incluyendo conchas de moluscos, corales vivos, escombros de corales, algas coralinas.

Otro aspecto importante es la abundancia de algunas especies como *Caraziella carrascoi* Blake, 1979, *Prionospio peruana* Hartmann-Schröder, 1962

y *Spiophanes bombyx* (Claparède, 1870), en localidades con contaminación orgánica; presentan valores altos en números de individuos y biomasa, por lo que se les ha considerado como especies oportunistas (Quiroga *et al.* 1999).

Existen dos tipos de reproducción asexual entre los espionidos: paratomía y arquitomía. La paratomía se desarrolla con la división de la mitad del cuerpo y estas mitades se regeneran; está reportada para *Polydora tetrabranchia* Hartman, 1945, *Pseudopolydora prolifera* (Augener, 1914) y *P. stolonifera* Blake & Kudenov, 1978. La arquitomía es una reproducción asexual simple que se da por fragmentación del cuerpo en segmentos individuales o una fragmentación de algunos segmentos. Esta reproducción se ha reportado en laboratorio para *Polydora socialis* Schmarda, 1861, *Pygospio elegans* Claparède, 1863 y *Pygospio californica* Hartman, 1936 (Blake & Arnofsky 1999). La reproducción sexual es gonocórica, aunque el hermafroditismo se ha registrado para algunas especies de *Polydora* y *Spio* (Schroeder & Hermans 1975). La reproducción sexual tiene una amplia variedad de patrones y características sexuales en oogénesis, espermiogénesis, transferencia de esperma, y formación de cápsulas ovígeras, que dividen a los espionidos en dos grupos y que han demostrado tener valor sistemático (Söderström 1920, Hannerz 1956): El primero incluye a *Laonice* Malmgren, 1867, *Prionospio*, *Spiophanes*, *Malacoceros*, *Rhynchospio*, *Dispio*, *Scolecopsis* y *Aonides* con nefridios simples, huevos con membrana gruesa, altamente vascularizados, esperma con cabeza corta y fertilización externa por descarga de gametos directamente al agua. El segundo incluye *Spio*, *Microspio*, *Pygospio* y los géneros del complejo *Polydora*, con una alta modificación de nefridios epitoquiales, receptáculos seminales en hembras, huevos

con membrana delgada, espermas con cabeza larga y fertilización interna por transferencia de espermátóforos (Blake 1996).

Existen varios tipos de desarrollo larval entre los espionidos, pero, debido a la especialización que caracteriza a Spioninae, la mayoría de los estudios se han enfocado a estudiarla. Algunos taxa tienen larvas lecitotróficas y otras son planctotróficas. Los huevos pueden ser fertilizados o no dentro de las cápsulas; en esta situación, las larvas desarrolladas ingieren a los huevos no fertilizados en la misma cápsula ovígera; este proceso se llama adelfofagia y aparentemente se encuentra en más de la mitad de las especies de los espionidos estudiados (Blake & Kudenov 1981).

Algunas especies de espionidos tienen varios modos de desarrollo en su ámbito geográfico, o época del año; esto es un fenómeno que se conoce como pecilogonia, y algunas de características son: vida pláncica más larga y presencia de huevos no fertilizados en las cápsulas que influyen en la nutrición de la larva (Blake & Arnofsky 1999), éste fenómeno se ha observado en algunas especies de *Boccardia*, *Pygospio* and *Streblospio* (Gibson *et al.* 1999, Morgan *et al.* 1999). Los espionidos exhiben una considerable variabilidad en la selección de hábitat, modos de vida, métodos de alimentación, reproducción y patrones de desarrollo; esto probablemente ha influido en su capacidad de adaptarse a varios procesos biológicos que contribuyen a la existencia de especies de amplia distribución y el eventual establecimiento de nuevas especies.

### Sistemática

Spionidae Grube, 1850 se incluye en el orden Spionida (Pettibone 1982) y está agrupada con las familias Apistobranchidae Mesnil & Caullery, 1898, Longosomatidae Hartman, 1944, Poecilochaetidae Hannerz, 1956, Trochochaetidae Pettibone, 1963 y Uncispionidae Green, 1982; a estas familias se les conoce como espioniformes. Posteriormente, el análisis cladístico de poliquetos de Rouse & Fauchald (1997), se incluyen Chaetopteridae Audouin & Milne-Edwards, 1833 y Magelonidae Cunningham & Ramage, 1888. Sin embargo, en el reciente análisis de Rousset *et al.* (2007) involucran caracteres morfológicos y

moleculares mostrando una nueva agrupación en el orden Spionida representado por Apistobranchidae, Chaetopteridae, Magelonidae y Spionidae.

La familia fue establecida con los géneros *Spio* Fabricius, 1785, *Polydora*, *Scolecopsis* de Blainville, 1828 y *Malacoceros* de Quatrefages, 1843 (Blake 1996). El primer trabajo formal en sistemática de espionidos fue el de Mesnil (1896) quien con base en caracteres morfológicos propuso la primera clasificación, dividiendo a la familia en dos grupos: 1) especies con un prostomio estrecho, como *Polydora*, *Boccardia*, *Laonice* Malmgren, 1867, *Spio*, *Microspio* (Mesnil, 1896), *Nerinides* Mesnil, 1896, *Aonides* Claparède, 1864, *Nerine* Johnston, 1838, *Spionides* Webster & Benedict, 1887 y *Pygospio* Claparède, 1863; y 2) especies con procesos laterales o cuernos en el prostomio, como *Scolecopsis*, y *Marenzelleria* Mesnil, 1896. Posteriormente, Söderström (1920) incluyó caracteres involucrados en la reproducción sexual, proponiendo el establecimiento de las subfamilias Spioninae, Nerininae, Laonicinae y Disomina, sin embargo ésta última ha sido transferida a otra familia. Esta clasificación ha sido generalmente aceptada y sólo ha sido parcialmente modificada por estudios más recientes (Hannerz 1956; Orrhage 1964); en donde Orrhage (1964) estableció una nueva subfamilia Scolelepidinae (= Nerininae Söderström, 1920). Ahora, se reconocen tres subfamilias: Spioninae, Laonicinae y Scolelepidinae.

Actualmente, se han realizado análisis cladísticos para clarificar la sistemática de los espionidos. Sigvaldadóttir *et al.* (1997) realizaron una evaluación de las relaciones intergenéricas usando las especies tipo de 28 géneros y hallaron cuatro clados: 1) *Aonidella* Maciolek en López-Jamar, 1989 y *Xandaros* Maciolek, 1981, 2) *Prionospio* Malmgren, 1867, *Laonice*, *Spiophanes* Grube, 1860 y *Aonides*, 3) una politomía con *Polydora*, *Scolecopsis*, *Malacoceros* y *Spio*, 4) *Atherospio* Mackie & Duff, 1986, *Pseudatherospio* Lovell, 1994 y *Pygospio* Blake, 1983. Ellos argumentaron que su resultado debería de considerarse preliminar, debido a la falta de información de caracteres de muchos géneros. Posteriormente, Blake & Arnofsky (1999), discutieron dichos resultados mencionando que el soporte de esos clados es débil ya que la selección del grupo externo (*Poecilochaetus* y *Trochochaeta*), y

géneros de espionidos presentan una fuerte homología con la morfología de huevos y larvas.

Estos autores realizaron otro análisis, incluyendo características reproductivas, larvales y adultas de 36 taxa, excluyeron algunos géneros como *Australospio* Blake & Kudenov, 1978, *Lauberiellus* Maciolek, 1981, *Orthoprionospio* Blake & Kudenov, 1978, *Pseudatherospio*, *Xandaros*, *Apoprionospio* Foster, 1969 y *Aurospio* Maciolek, 1981 por falta de información. El árbol resultante arrojó tres clados: 1) *Pygospio*, 2) *Microspio*, *Pygospio*, *Spio*, y "polidoras" (*Amphipolydora* Blake, 1983, *Boccardia*, *Boccardiella* Blake & Kudenov, 1978, *Carazziella* Blake y Kudenov, 1978, *Dipolydora* Verrill, 1881, *Tripolydora* Woodwick, 1964, *Polydora* y *Pseudopolydora* Czerniavsky, 1881) los cuales constituyen la tradicional subfamilia Spioninae, 3) un clado grande que consiste de 21 géneros, que se puede dividir en cuatro pequeños clados: A) Complejo *Prionospio*, incluyendo *Streblospio* Webster, 1879, B) *Dispio* Hartman, 1951, *Aonides* y *Aonidella* C) Ocho o nueve grupos de géneros (*Lindaspio* Blake & Maciolek, 1992, *Spiophanes*, *Rhynchospio* Hartman, 1936, *Scolecopides* Ehlers, 1907, *Malacoceros*, *Marenzelleria*, *Scolecopsis* y *Parascolecopsis* Maciolek, 1987) y D) *Laonice*, junto con géneros ajenos a Spionidae como *Heterospio*, *Uncispio*, *Poecilochaetus* y *Trochochaeta* que demuestran la relación que se deriva de los que tienen huevos con una densa envoltura en forma de panal; debido a este resultado preliminar, propusieron que el estatus independiente de las familias Uncispionidae Green, 1982, Trochochaetidae Pettibone, 1963, Longosomatidae Hartman, 1944 y Poecilochaetidae Hannerz, 1956, necesita ser revisado en conjunto, dado que este resultado muestra que Spionidae es una familia parafilética.

Yokoyama (2007) realizó un análisis filogenético de las especies de *Paraprionospio* e incluyó algunos géneros del complejo *Prionospio*. Yokoyama incluyó nueve especies de *Paraprionospio*, y otras del complejo *Prionospio* como son: *Aurospio dibranchiata* Maciolek, 1981a, *Lauberiellus grasslei* Maciolek, 1981b, *Orthoprionospio cirriformia* Blake & Kudenov, 1978, *Prionospio* (*Prionospio*) *steenstrupi* Malmgren, 1867 and *Prionospio* (*Aquilaspio*) *krusadensis* Fauvel, 1929. Sin embargo, uno de los caracteres más importantes del género *Paraprionospio* no los considero en su análisis

filogenético como son las formas de las lamelas notopodiales y sólo incluyó la forma de la segunda lamela neuropodial, siendo éste un carácter morfológico utilizado para separar a las especies de *Prionospio*. Así como también, dejó fuera de su análisis filogenético a varias especies de *Prionospio* que presentan las supuestas apomorfias de *Paraprionospio* que señala Yokoyama (2007) como son: una cresta dorsal en el segmento 2 y cutículas dorsales transparentes. Así como también, algunas de las especies fueron sinonimizadas antes de realizar el análisis filogenético y por lo tanto varios caracteres morfológicos no se incluyeron en el análisis. Por lo que es necesario, realizar otro análisis filogenético donde se considere todos los caracteres morfológicos que se han descrito en *Paraprionospio* e incluir a más especies del complejo *Prionospio*.

### Morfología

El cuerpo de los espionidos es alargado, subcilíndrico en corte transversal y no está regionalizado. Los segmentos son numerosos, cortos y similares, pero los anteriores normalmente son más anchos y el cuerpo se va adelgazando posteriormente (Blake 1996).

**Prostomio y peristomio.** La forma del prostomio es variable; puede ser redondeada (Fig. 1A), puntiaguda (Fig. 1B), con forma de campana (Fig. 1C), o con proyecciones laterales (forma de T) (Fig. 1D), como si fueran cuernos frontales. La región posterior del prostomio puede desarrollar una carúncula (Fig. 1E) y sobre ella puede presentarse un tentáculo occipital como en *Laonice* Malmgren, 1867, *Scolecopsis* Blainville, 1828 y *Spiophanes* Grube, 1860 (Fig. 1C). Los ojos pueden faltar o consistir de varios pares, ubicados en la región media del prostomio (Fig. 1E); en su región posterior del prostomio se encuentra un par de órganos nucales (Fig. 1D).

Todos los espionidos poseen un par de palpos tentaculares (Fig. 1B) que salen de la región posterior dorsal del prostomio; son largos y muy activos. Los palpos presentan surcos ciliados a lo largo de los canales (Fig. 1F). La faringe es blanda, sin maxilas, ciliada y ligeramente eversible (Blake 1996). El peristomio es aqueto y puede ser largo; ventralmente, alrededor de la boca y en la parte

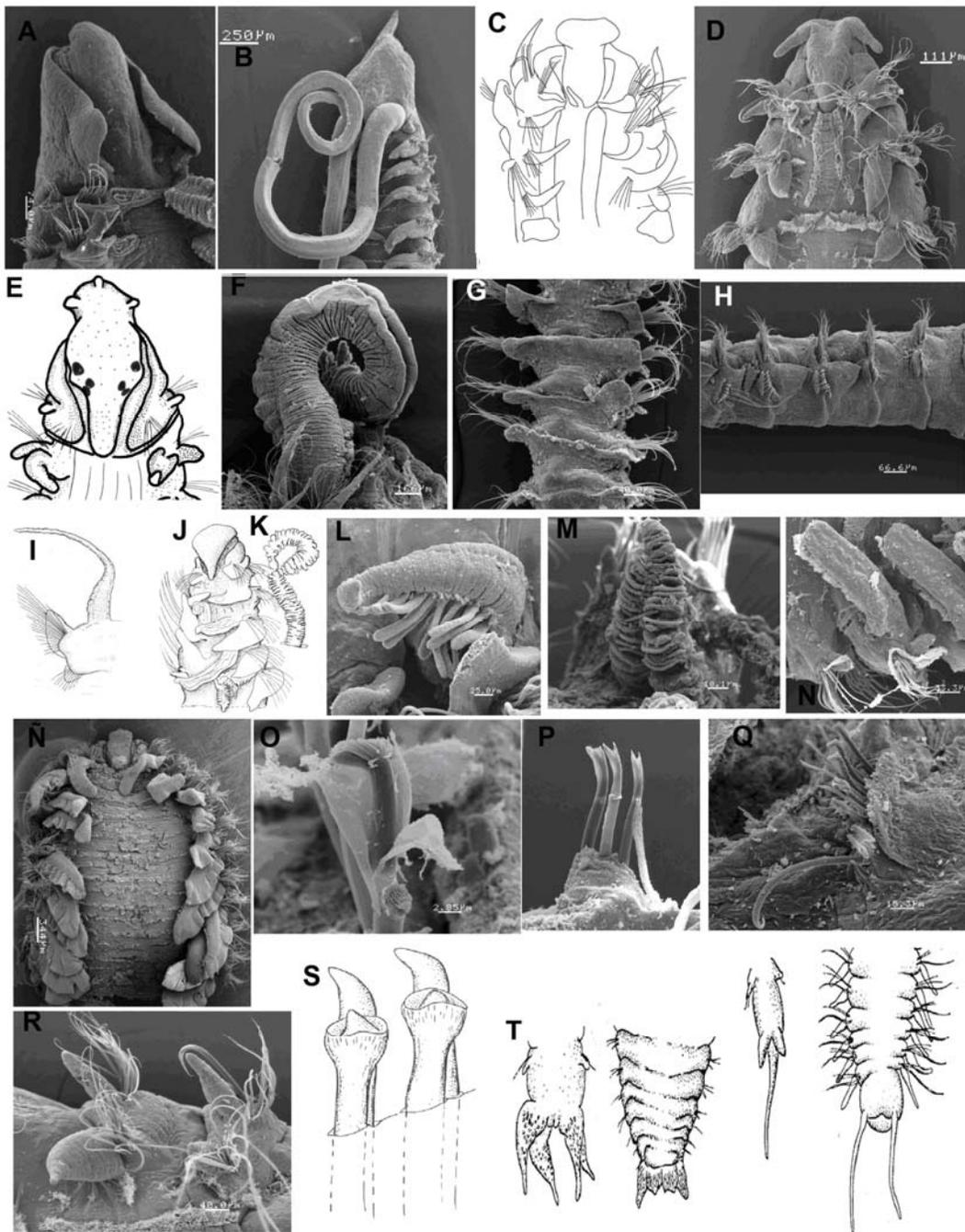


Figura 1. *Paraprionospio* sp.: A) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *Scolelepis* (*S.*) *vossae*: B) Región anterior, VD; *Spiophanes* sp.: C) Prostomio en forma de campana con antena occipital (VD); *Spiophanes* sp.: D) Prostomio con cuernos laterales (VD); *Prionospio* sp.: E) Prostomio mostrando ojos y carúncula (VD); F) Palpo; *Prionospio* sp.: G) Cresta y pliegue dorsal (VD); *Paraprionospio* sp.: H) Bolsas interparapodiales, vista dorso lateral (VDL); *Minuspio* sp.: I) Parápodo y branquias cirriforme; *Minuspio* sp.: J) Extremo anterior con branquias triangulares y arrugadas; *Minuspio* sp.: K) Branquia arrugada; *Prionospio* sp.: L) Branquia pinadas; *Apoprionospio* sp.: M) Branquia con lamelas apiladas; *Polydora* sp.: N) Branquias acintadas; *Scolelepis* sp.: Ñ) Extremo anterior mostrando branquias fusionadas a las notolamelas; *Prionospio* sp.: O) Ganchos cubierto multidentado; P) Ganchos semicubiertos bidentados; *Prionospio* sp.: Q) Seta sable, ganchos cubiertos y setas capilares; *Spiophanes* sp.: R) Primer y segundo parápodo con seta tipo garfio; S) Espinas del setígero 5; T) Pigidios.

dorsal del prostomio hay un par de lóbulos laterales que algunas veces se amplían hasta formar alas membranosas erectas que la cubren (e.g. *Paraprionospio* Caullery, 1914) (Fig. 1A).

**Parápodos y setas.** La división del peristomio con el primer setífero es difícil de distinguir, pero este último es usualmente birrámeo y bien desarrollado (Foster 1971). Sin embargo, en muchos géneros (*Polydora* Bosc, 1802 y algunos *Boccardia* Carazzi, 1893, *Prionospio* Malmgren, 1867 y *Scoletepis* Blainville, 1828) no hay notosetas en el segmento 1; el resto de los parápodos son birrámeos y constan de crestas pequeñas o almohadillas sin acículas; hay usualmente lamelas postsetales asociadas a los notópodos y neurópodos de la región anterior. Todas las lamelas tienden a decrecer en tamaño en la región posterior; en algunos géneros (*Prionospio* Malmgren, 1867), la lamela postsetal ó lóbulo está bien desarrollada y en ocasiones forma una membrana dorsal (cresta) (Fig. 1G) que conecta los parápodos de los segmentos inmediatamente después de las branquias, o pueden aparecer en los setíferos medios o posteriores; otros grupos (*Laonice* Malmgren, 1867) pueden desarrollar bolsas interparapodiales o membranas interranciales, algunas veces llamadas bolsas genitales (Fig. 1H).

Con o sin branquias (*Spiophanes* Grube, 1860); cuando están presentes, pueden estar restringidas en pocos setíferos anteriores, sólo en la región posterior o en la región anterior y media; las branquias pueden estar parcial o totalmente unidas (Fig. 1Ñ) o separadas de una lamela postsetal (Fig. 1I); se han reportado branquias ventrales para *Lindaspio* Blake & Maciolek, 1992. La forma de las branquias es muy variable, pueden ser cirriformes (Fig. 1I), triangulares (Fig. 1J), arrugadas (Fig. 1K), pinadas (Fig. 1L), lamelares apiladas (Fig. 1M), o acintadas (Fig. 1N).

Los lóbulos parapodiales están reducidos a una almohada glandular llamada tori, donde emergen las setas; todas las setas son simples e incluyen lisas y capilares con alas (limbadas) y ganchos cubiertos (Fig. 1O), parcialmente cubiertos (Fig. 1P) y no cubiertos con uno o varios dientes y con setas sable (Fig. 1Q) en algunos neurópodos. Se presentan diferentes tipos de ganchos modificados en el quinto setífero como en *Polydora* Bosc, 1802 y géneros relacionados (Fig. 1S), setas plegadas curvas en el primer setífero como en *Spiophanes* Grube, 1860 (Fig. 1R) y espinas modificadas notopodiales posteriores, agujas o ganchos curvos en algunas especies de *Microspio* Mesnil, 1896, *Polydora* Bosc, 1802 y *Boccardia* Carazzi, 1893.

**Pigidio.** El pigidio esta formado por un collar o embudo que puede llevar lóbulos romos o cirros alargados (Fig. 1T).

### Claves

La cobertura geográfica para la clave comprende las áreas biogeográficas del Gran Caribe (GC), Pacífico Oriental Tropical (POT), Provincia Californiana del Pacífico mexicano (PCPM.) y Provincia Cortes (PC.) de acuerdo con las listas disponibles y las nuevas descripciones de espionidos para el GC (Hernández-Alcántara et al. 1994; Hernández-Alcántara & Solís-Weiss 1995; Salazar-Vallejo 1996; Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa 2004; Delgado-Blas 2004, 2006, 2008; Hernández-Alcántara et al. 2008). Los registros dudosos se marcan con "C", debido a que la localidad tipo de esas especies corresponden a litorales de otros continentes o latitudes, sin embargo en muy pocas especies se ha comprobado su existencia en el Pacífico Tropical, en el Gran Caribe o ambas.

### Clave para géneros

- 1 Sin branquias; con 1-2 ganchos gruesos en el primer neurópodo (Fig. 1R) ..... *Spiophanes* Grube, 1860
- Con branquias; sin ganchos gruesos en el primer neurópodo ..... 2
- 2(1) Setífero 5 sin setas modificadas ..... 3
- Setífero 5 con setas modificadas (Fig. 1S) ..... 23

- 3(2) Prostomio puntiagudo o cónico con el ápice redondeado ..... 4  
 - Prostomio anteriormente redondeado o expandido, con cuernos latero-frontales o en forma de campana ..... 7
- 4(3) Branquias desde el setígero 1, setígero 1 con setas extremadamente largas (Fig. 4O) .....  
 ..... *Dispio* Hartman, 1951  
 - Branquias desde el setígero 2, setígero 1 sin setas extremadamente largas ..... 5
- 5(4) Branquias fusionadas basal o totalmente a la notolamela (Fig. 1Ñ) en casi todos los parápodos .....  
 ..... *Scolelepis* Blainville, 1828  
 - Branquias libres de la notolamela en setígeros anteriores, ausentes en posteriores .....  
 ..... 6
- 6(5) Prostomio aguzado; con carúncula ..... *Aonides* Claparède, 1864  
 - Prostomio expandido y aplanado en forma de espátula; sin carúncula .....  
 ..... *Aonidella* Maciolek in López-Jamar, 1989
- 7(6) Prostomio con cuernos latero-frontales o en forma de campana o bilobulado anteriormente ..... 8  
 - Prostomio anteriormente redondeado, truncado o inciso ..... 11
- 8(7) Branquias desde el setígero 1 ..... 10  
 - Branquias desde el setígero 2 ..... 9
- 9(8) Con notosetas en el setígero 1; sin espinas aciculares ventrales .....  
 ..... *Rhynchospio* Hartman, 1936  
 - Sin notosetas en el setígero 1; con espinas aciculares ventrales ..... *Lindaspio* Blake & Maciolek, 1992 ..... con branquias ventrales (Fig. 2A) .....  
 ..... *L. dibranchiata* Blake & Maciolek, 1992. PC.
- 10(8) Prostomio con cuernos laterofrontales ..... *Malacoceros* Quatrefages, 1843  
 - Prostomio en forma de campana o bilobado anteriormente ..... *Marenzelleria* Mesnil, 1896
- 11(7) Branquias limitadas a los setígeros medio-posteriores del cuerpo, excepto por un sólo par en el setígero 2 en machos maduros sexualmente (Fig. 2B) ..... *Pygospio* Claparède 1863 ...  
 branquias desde los setígeros 11-13; ganchos cubiertos neuropodiales desde los setígeros 8-9  
 ..... *P. elegans* Claparède 1863. GC. C.  
 - Branquias desde los setígeros 1, 2, 3 o 4 y continúan por un número variable de setígeros  
 ..... 12
- 12(11) Peristomio con grandes alas laterales plegadas sobre el prostomio; branquias desde el setígero 1, 2 o 3 ..... 13  
 - Peristomio sin alas laterales; branquias desde el setígero 4 ... *Xandaros* Maciolek 1981 .....  
 setígero 1 sin lamela notopodial y setas; con largas branquias arrugadas (Fig. 2C) .....  
 ..... *X. acanthodes* Maciolek 1981. POT.
- 13(12) Branquias concentradas en los setígeros anteriores (1-22) ..... 14  
 - Branquias presentes en la mayor parte del cuerpo ..... 21
- 14(13) Branquias desde el setígero 1 ..... 15  
 - Branquias desde los setígeros 2 o 3 ..... 16

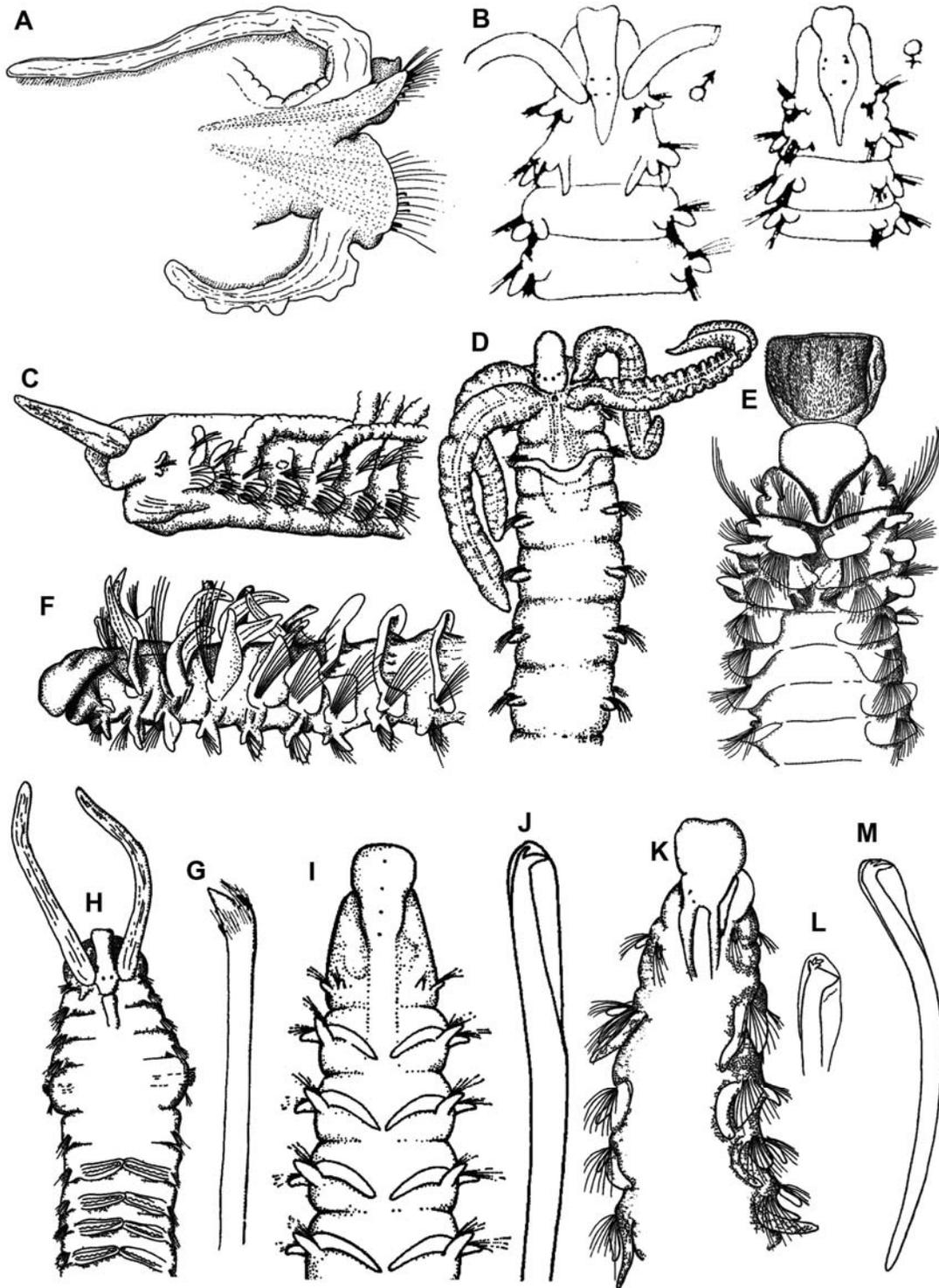


Figura 2. *Lindaspio dibranchiata*: A) Parápodo y branquia, vista lateral (VL); *Pygospio elegans*: B) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *Xandaros acanthodes*: C) Extremo anterior, vista lateral (VL); *Streblospio benedicti*: D) Extremo anterior, VD; *Aurospio dibranchiata*: E) Extremo anterior, VD; *Laubieriellus grasslei*: F) Extremo anterior, VL; *Carazziella phillipensis*: G) espinas con cerdas; *Carazziella hobsonae*: H) Extremo anterior, VD; *Aonidella cirrobranchiata*: I) Extremo anterior, VD, J) Gancho cubierto; *Aonides paucibranchiata*: K) Extremo anterior, VD, L) Gancho; *Aonides paucibranchiata*: M) Gancho.

- 15(14) Con un par de branquias cirriformes; con un collar dorsal através del setígero 2 (Fig. 2D) . . . *Streblospio* Webster, 1879 . . . con antena nugal; setas sable desde el setígero 7 .....  
 ..... *S. benedicti* Webster 1879. POT-C, GC.  
 - Con tres pares de branquias pinadas; con una cresta dorsal através del setígero 1 .....  
 ..... *Paraprionospio* Caullery, 1914
- 16(14) Branquias desde el setígero 2, con 3 o más pares de branquias ..... 17  
 - Branquias desde el setígero 3, con 2 pares de branquias cirriformes . . . *Aurospio* Maciolek, 1981 . . . branquias acintadas (Fig. 2E), basalmente fusionadas a las notolamelas; ganchos sin cubierta secundaria ..... *A. dibranchiata* Maciolek, 1981. POT- C, GC.
- 17(16) Notópodos con ganchos cubiertos; sin crestas ventrales ..... 18  
 - Notópodos sin ganchos cubiertos; con crestas ventrales ..... *Laubieriellus* Maciolek, 1981 .....  
 ganchos cubiertos neuropodiales con 7 dientes accesorios; crestas dorsales en setígeros 7-9 (Fig. 2F) ..... *L. grasslei* Maciolek, 1981. POT.
- 18(17) Pares de branquias 1-3 cirriformes, cuarto par con lamelas apiladas .....  
 ..... *Apoprionospio* Foster, 1969  
 - Branquias con otro patrón, cirriformes, triangulares, pinadas o alguna de la combinación entre ellas ..... 19
- 19(18) Con 4 o más pares de branquias cirriformes y triangulares ..... *Minuspio* Foster, 1971  
 - Con 4 o 5 pares de branquias pinadas y cirriformes o con 2-4 pares de branquias pinadas ....  
 ..... 20
- 20(19) Con 4 o 5 pares de branquias pinadas y cirriformes ..... *Prionospio* Malmgren, 1867  
 - Con 2-4 pares de branquias pinadas . . . *Aquilaspio* Foster, 1971 ..... con tres pares de branquias; con crestas dorsales ..... *A. aucklandica* (Augener 1924). POT. C.
- 21(13) Branquias desde el setígero 1, no fusionadas a la notolamela ..... 22  
 - Branquias desde el setígero 2, basalmente fusionadas a la notolamela .....  
 ..... *Microspio* Mesnil, 1896
- 22(21) Notópodos anteriores con lamelas grandes; con un par de órganos nucales extendiéndose hasta la región media del cuerpo; con antena occipital .....  
 ..... *Laonice* Malmgren, 1867  
 - Notópodos anteriores con lamelas pequeñas o inconspicuas; con un par de órganos nucales cortos; sin antena occipital ..... *Spio* Fabricius, 1785
- 23(2) Branquias desde el setígero 2 (a veces inconspicuas) ..... 24  
 - Branquias desde los setígeros 6-11 ..... 25
- 24(23) Espinas del setígero 5 de un tipo, falcadas simples .....  
 ..... *Boccardiella* Blake & Kudenov, 1978  
 - Espinas del setígero 5 de dos tipos, distalmente capitadas hirsutas o dentadas y espinas falcadas simples ..... *Boccardia* Carazzi, 1893
- 25(23) Manubrio de ganchos cubiertos con constricción ..... 26  
 - Manubrio de ganchos cubiertos sin constricción ..... *Dipolydora* Verrill, 1881
- 26(25) Setígero 5 moderadamente modificado; espinas del setígero 5 de dos tipos, arregladas en doble hilera en forma de U o J ..... *Pseudopolydora* Czerniavsky, 1881

- Setígero 5 fuertemente modificadas; espinas del setígero 5 de 1 o 2 tipos arreglados en una sola línea curva ..... 27

27(26) Espinas del setígero 5 de 2 tipos, espinas expandidas y falcadas, uno o ambos tipos de setas cubiertos con cerdas (Fig. 2G) ..... *Carazziella* Blake & Kudenov, 1978 ..... con carúcula dividida en dos partes (Fig. 2H); sin notosetas en el setígero 1 ..... *C. hobsonae* Blake, 1979. GC.

- Espinas del setígero 5 de un tipo, espinas falcadas con un diente lateral ..... *Polydora* Bosc, 1802

## Claves para especies

### *Aonidella* Maciolek en López-Jamar, 1989

1 Prostomio redondeado; sin ojos (Fig. 2I); ganchos con un diente accesorio (Fig. 2J) ..... *A. cirrobranchiata* (Day, 1961). POT-GC, C.

- Prostomio con hendidura frontal; con ojos (Fig. 3K); ganchos con 2-4 dientes accesorios (Fig. 3L) ..... *A. dayi* Maciolek, 1983. POT.

### *Aonides* Claparède, 1864

1 Ganchos cubiertos bidentados ..... 2  
- Ganchos cubiertos tridentados (Fig. 2M) ..... *A. paucibranchiata* Southern, 1914. GC-C.

2(1) Con antena occipital (Fig. 3A); con más de 15 pares de branquias ..... 3  
- Sin antena occipital (Fig. 3B); con 13-14 pares de branquias ..... *A. californiensis* Rioja, 1947. POT.

3(2) Con 20-30 pares de branquias; ganchos cubiertos neuropodiales desde los setígeros 28-46; ganchos notopodiales desde los setígeros 30-46 ..... *A. oxycephala* (Sars 1862). POT-C.  
- Con 15-16 pares de branquias; ganchos cubiertos neuropodiales desde los setígeros 19-23; ganchos notopodiales desde los setígeros 21-24 ..... *A. mayaguezensis* Foster, 1969. GC.

### *Apoprionospio* Foster, 1969

1 Con cresta dorsal en el setígero 7 (Fig. 3C) ..... *A. dayi* Foster, 1969. POT-C, GC.  
- Sin cresta dorsal en el setígero 7 ..... *A. pygmaea* (Hartman 1961). POT. GC-C.

### *Boccardia* Carazzi, 1893

1 Segundo tipo de espinas del setígero 5 con punta cepillada (Fig. 2G) ..... 2  
- Segundo tipo de espinas del setígero 5 sin punta cepillada ..... 5

2(1) Prostomio redondeado y con/sin una escotadura frontal ..... 3  
- Prostomio inciso ..... 4

3(2) Con ojos; carúcula se extiende hasta el setígero 3 (Fig.3D); dientes de los ganchos cubiertos de diferente tamaño (Fig. 3E) ..... *B. proboscidea* (Hartman, 1940). POT

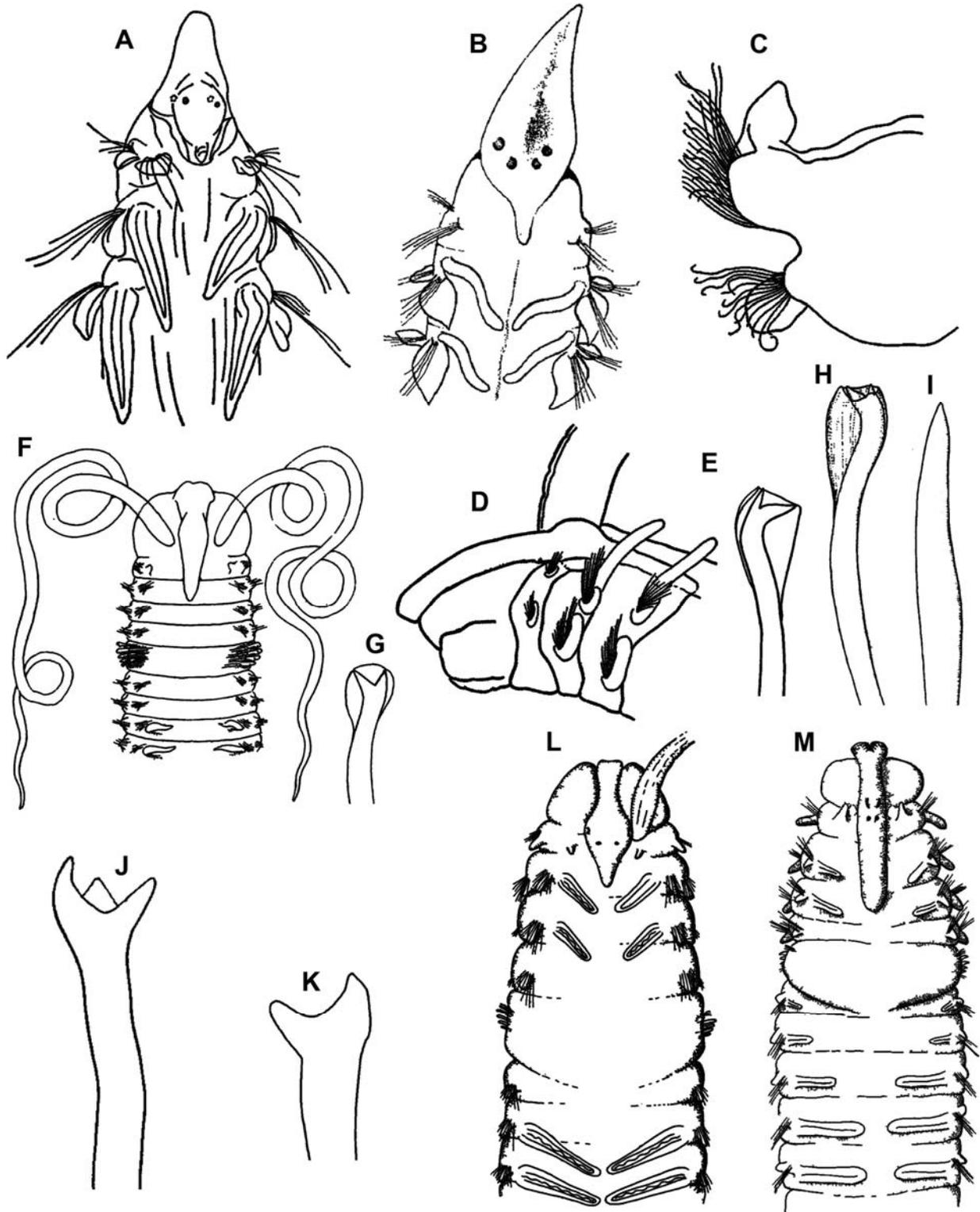


Figura 3. *Aonides mayaguezensis*: A) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *A. californiensis*: B) Extremo anterior, VD; *Apoprionospio dayi*: C) Parápodo con cresta dorsal, vista lateral (VL); *Boccardia proboscidea*: D) Extremo anterior, VL, E) Gancho cubierto; *B. anophthalma*: F) Extremo anterior, VD, G) Gancho cubierto; *B. galapagense*: H) Ganchos semicubierto bidentado, I) ganchos unidentado descubierto; *B. tricuspa*: J) Espinas del setígero 5; *B. salazari*: K) Espinas del setígero 5; *Boccardiella ligerica*: L) Extremo anterior, VD; *B. hamata*: M) Extremo anterior, VD.

- Sin ojos; carúncula se extiende hasta el setígero 2 (Fig. 3F); dientes de los ganchos cubiertos de igual tamaño (Fig. 3G) ..... *B. anophthalma* (Rioja, 1962). PCPM.

4(2) Notópodos posteriores con espinas; sin ojos; setígeros anteriores con ganchos cubiertos bidentados (Fig. 3H), posteriores con unidentados (Fig. 3I) ... *B. galapagense* Blake, 1986. POT

- Notópodos posteriores sin espinas; con 6-8 ojos; todos los setígeros con ganchos cubiertos bidentados ..... *B. polybranchia* (Haswell, 1885). POT

5(1) Espinas del setígero 5 tridentadas (Fig. 3J) ..... *B. tricuspa* (Hartman, 1939). POT.

- Espinas del setígero 5 con las puntas expandidas formando dos protuberancias con una hendidura central (Fig. 3K) ..... *B. salazari* Delgado-Blas, 2008. GC.

### ***Boccardiella* Blake & Kudenov, 1978**

1 Carúncula se extiende hasta el setígero 2 (Fig. 3L); con branquias en los setígeros 2, 3, 7 .....  
..... *B. ligerica* (Ferronière, 1898). GC-C.

- Carúncula se extiende hasta el setígero 3 o 4 ..... 2

2 - Con branquias en los setígeros 2, 3, 6; carúncula se extiende hasta el setígero 3 (Fig. 3M) ..  
..... *B. hamata* (Webster, 1879) POT.

- Con branquias en los setígeros 2, 3, 6, 7; carúncula se extiende hasta el setígero 4 (Fig. 4A) ..  
..... *B. uncata* Berkeley & Berkeley, 1952. POT

### ***Dipolydora* Verrill, 1881**

1 Con antena nucal (Fig. 4B) ..... *D. anatentaculata* Delgado-Blas, 2008. GC.  
- Sin antena nucal ..... 2

2(1) Ganchos cubiertos desde el setígero 7; espinas del setígero 5 con o sin dientes accesorios; con carúncula ..... 3

- Ganchos cubiertos desde los setígeros 10-14; espinas del setígero 5 curvas con un borde lateral (Fig. 4C); sin carúncula (Fig. 4D) ..... *D. commensalis* Andrews, 1891. POT-C. GC.

3(2) Espinas del setígero 5 sin dientes accesorios, rebordes o collares no cepillados ..... 9

- Espinas del setígero 5 con dientes accesorios, rebordes, collares, y/o ápice cepillado ..... 4

4(3) Espinas del setígero 5 con collar de fino cepillado sobre el lado convexo de la punta falcada; notópodos posteriores con largas espinas con lengüetas a lo largo del eje (Fig. 4E) ....

..... *D. barbilla* (Blake, 1981). PC.

- Espinas del setígero 5 con varios dientes accesorios, rebordes, o collares, no restringidos a lado convexo de la espina; notópodos posteriores sin espinas o con espinas sin lengüetas .....

..... 5

5(4) Notópodos posteriores sin espinas; espinas del setígero 5 con un diente accesorio largo sobre el lado concavo y pequeño espolón sobre el lado convexo, la punta de las espinas no están cepilladas (Fig. 4F) ..... *D. giardi* Mesnil, 1896. POT-C.

- Notópodos posteriores con espinas; espinas del setígero 5 con dos dientes accesorios o sin estructuras accesorias, la punta cepillada ..... 6

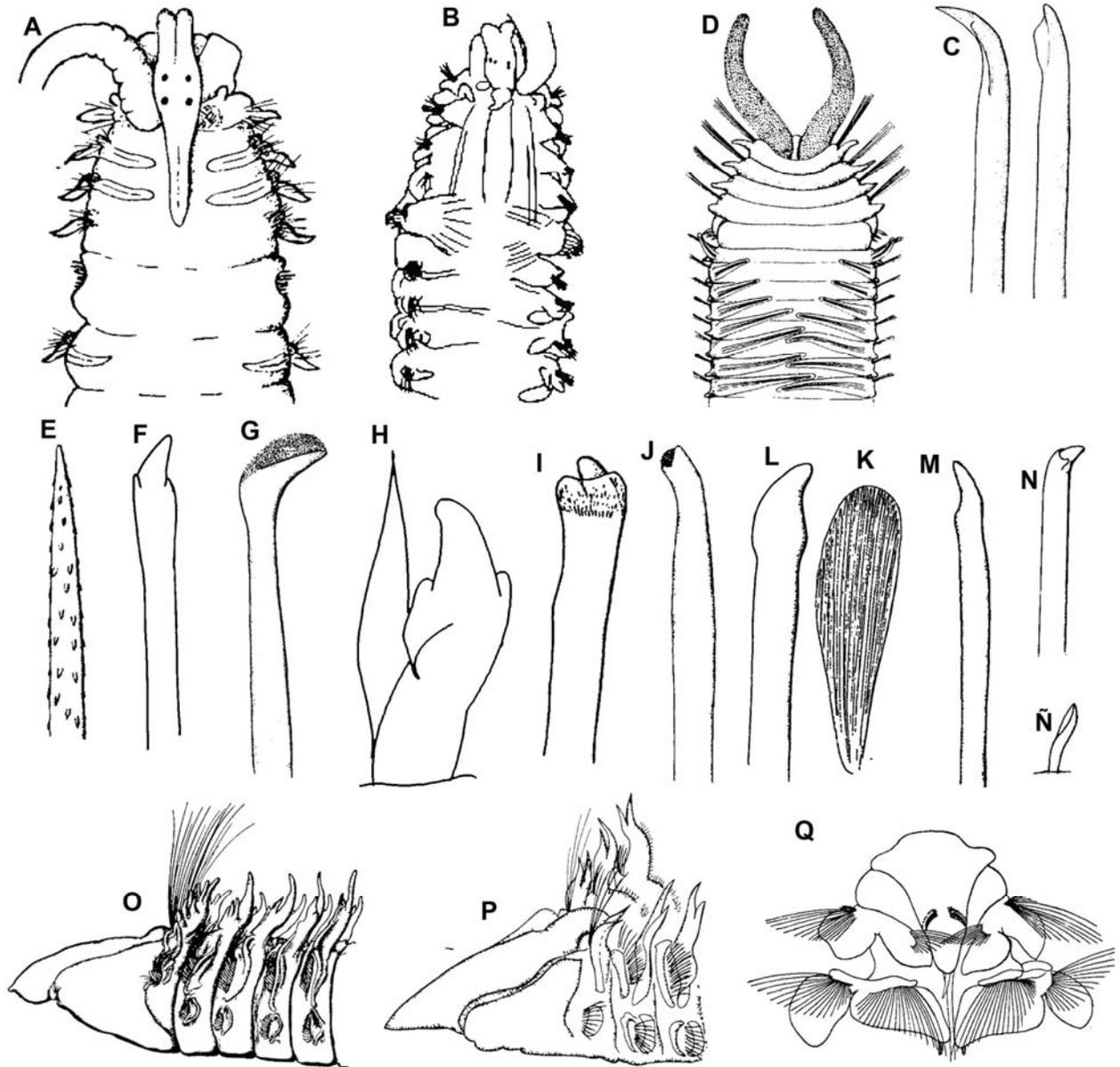


Figura 4. *Boccardiella uncata*: A) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *Dipolydora anantentaculata*: B) Extremo anterior, VD; *D. commensalis*: C) Espinas del setígero 5, D) Extremo anterior, VD; *D. barbilla*: E) Espinas posteriores; *D. giardi*: F) Espinas del setígero 5; *D. caulleryi*: G) Espinas del setígero 5; *D. contoyensis*: H) espinas del setígero 5 y setas acompañantes; *D. armata*: I) Espinas del setígero 5; *D. quadrilobata*: J) Espinas del setígero 5; *D. flava*: K) Estructuras modificadas de segmentos posteriores, L) Espinas del setígero 5; *D. socialis*: M) Espinas del setígero 5; *D. convexa*: N) Espinas del setígero 5, N̄) ganchos cubiertos unidentados; *Dispio uncinata*: O) Extremo anterior, VL; *D. glabrilamellata*: P) Extremo anterior, VL; *Laonice japonica*: Q) Extremo anterior, VD.

- 6(5) Espinas del setígero 5 con el ápice extremadamente largo, plano, curvo y cepillado (Fig. 4G) ..... *D. caulleryi* (Mesnil, 1897). GC-C.  
 - Espinas del setígero 5 con dos dientes ..... 7

- 7(6) Branquias desde el setígero 7; espinas del setígero 5 con un diente o estructura accesoria ..... 8  
 - Branquias desde el setígero 11; espinas del setígero 5 con 2 dientes accesorios (Fig. 4H) .....  
 ..... *D. contoyensis* Delgado-Blas, 2008. GC.
- 8(7) Espinas del setígero 5 bidentados, conectados por un borde lateral o capucha sobre un lado, finamente cepillado (Fig. 4I); sin ojos ..... *D. armata* Langerhans, 1880. POT-GC, C.  
 - Espinas del setígero 5 bidentados, finamente cepillado, sin borde lateral o capucha (Fig. 4J); con ojos ..... *D. quadrilobata* (Jacobi, 1833). POT-C.
- 9(3) Notópodos posteriores sin setas aciculares; espinas del setígero 5 con una protuberancia subterminal o collar ..... 10  
 .- Notópodos posteriores con setas aciculares (Fig. 4K); espinas del setígero 5 con una protuberancia subterminal en ambos lados del eje (Fig. 4L) .....  
 ..... *D. flava* (Claparède, 1870). POT-C.
- 10(9) Espinas del setígero 5 con una protuberancia subterminal de un solo lado del eje (Fig. 4M); neurópodos posteriores con ganchos cubiertos bidentados; notópodos posteriores sin estructuras especializadas ..... *D. socialis* (Schmarda, 1861). POT. GC. Q.  
 - Espinas del setígero 5 con un collar (Fig. 4N); neurópodos posteriores con ganchos cubiertos unidentados (Fig. 4Ñ); notópodos posteriores con estructuras especializadas .....  
 ..... *P. convexa* (Blake & Woodwick, 1972). POT.

#### ***Dispio* Hartman, 1951**

- 1 Primeros tres notópodos ramificado (Fig. 4O) ..... *D. uncinata* (Hartman, 1951). POT. GC.  
 - Primeros tres notópodos enteros (Fig. 4P) .....  
 ..... *D. glabrilamellata* Blake & Kudenov, 1978. POT.

#### ***Laonice* Malmgren, 1867**

- 1 Bolsas laterales inician antes del setígero 8; prostomio con incision frontal o aplanado anteriormente ..... 2  
 - Bolsas laterales inician en los setígero 25-26; prostomio sin incisión .....  
 ..... *L. cirrata* Sars, 1851. POT- GC, C.
- 2(1) Prostomio con cuernos laterales (Fig. 4Q); carúncula se extiende hasta el setígero 18; neuroganchos inician en el setígero 41 ..... *L. japonica* (Moore, 1907). POT-C.  
 - Prostomio sin cuernos laterales; carúncula se extiende hasta el setígero 7 o setígero 25; neuroganchos inician antes del setígero 34 ..... 3
- 3(2) Con ojos (Fig. 5A); carúncula se extiende hasta el setígero 25; neuroganchos inician en los setígeros 30-33 ..... *L. pugettensis* Banse & Hobson, 1968. POT.  
 - Sin ojos; carúncula se extiende hasta el setígero 7 (Fig. 5B); neuroganchos inician en los setígeros 22-23 ..... *L. bassensis* Blake & Kudenov, 1978. POT



Figura 5. *L. pugettensis*: A) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *L. bassensis*: B) Extremo anterior, VD; *Malacoceros indicus*: C) Extremo anterior, VD; *M. vanderhorsti*: D) Extremo anterior, VD; *Marenzelleria jonesi*: E) Extremo anterior, VD; *M. viridis*: F) Extremo anterior, VD; *Microspio pigmentata*: G) Extremo anterior, VD; *M. paradoxa*: H) setas anteriores, I) ganchos semicubiertos; *M. minuta* J) Ganchos cubiertos; *Minuspio fauchaldi*: K) Extremo anterior, VD; *M. japonica*: L) Parápodo con branquia cirriforme.

**Malacoceros de Quatrefages, 1843**

- 1 Prostomio entero, con cuernos latero-frontales (Fig. 5C); ganchos con 2 dientes accesorios; ganchos cubiertos a partir de los setígeros 30-50; con 4 cirros anales ..... *M. indicus* (Fauvel, 1928). POT- GC, C.  
 - Prostomio con hendidura frontal, con cuernos frontales (Fig. 5D); ganchos con 3-4 dientes accesorios; ganchos cubiertos a partir del setígero 70; con 2 cirros anales ..... *M. vanderhorsti* (Augener, 1927). POT-C, GC.

**Marenzelleria Mesnil, 1896**

- 1 Prostomio con hendidura frontal; peristomio más grande que la mitad del prostomio (Fig. 5E); neurópodos posteriores con muesca ..... *M. jonesi* Maciolek, 1984. GC.  
 - Prostomio entero; peristomio más pequeño que la mitad del prostomio (Fig. 5F); neurópodos posteriores sin muesca ..... *M. viridis* (Verrilli, 1873). GC.

**Microspio Mesnil, 1896**

- 1 Con notosetas en el setígero 1 (Fig. 5G) ..... *M. pigmentata* (Reish, 1959). POT. GC-C.  
 - Sin notosetas en el setígero 1 ..... 2
- 2(1) Prostomio redondeado con una ligera incisión en el margen anterior ..... *M. mecznikowianus* (Claparède, 1870). POT-C.  
 - Prostomio bilobado ..... 3
- 3(2) Con capilares gruesos (Fig. 5H) arreglados en U en setígeros 4-5; con capilares hirsutos en setígeros 7-10; ganchos cubiertos bi- y tridentados (Fig. 5I) . *M. paradoxa* Blake, 1983. POT.  
 - Sin capilares gruesos arreglados en U en setígeros 4-5; sin capilares hirsutos; ganchos cubiertos bidentados (Fig. 5J) ..... *M. minuta* (Hartmann-Schoröder, 1962). POT.

**Minuspio Foster, 1971**

- 1 Con cuatro pares de branquias ..... 2  
 - Con seis o más pares de branquias ..... 3
- 2(1) Pares de branquias 1 y 4 largas, arrugadas, pares 2-3 cortas, lisas a ligeramente arrugadas (Fig. 5K); con crestas dorsales ..... *M. fauchaldi* (Maciolek, 1985). GC.  
 - Todas las branquias cirriformes (Fig. 5L); sin crestas dorsales ..... *M. japonica* (Okuda, 1935) POT-C.
- 3(1) Setígero 1 con lamela notopodial (Fig. 6J) ..... 6  
 - Setígero 1 sin lamela notopodial (Fig. 6A) ..... 4
- 4(3) Con crestas dorsales ..... 5  
 - Sin crestas o costillas dorsales ..... *M. lighti* (Maciolek, 1985). POT- GC, C.
- 5(4) Prostomio con hasta 1 protuberancia hueca (Fig. 6B); con 6 pares de branquias cirriformes (Fig. 6C) ..... *M. delta* (Hartman, 1965). POT-C. GC.

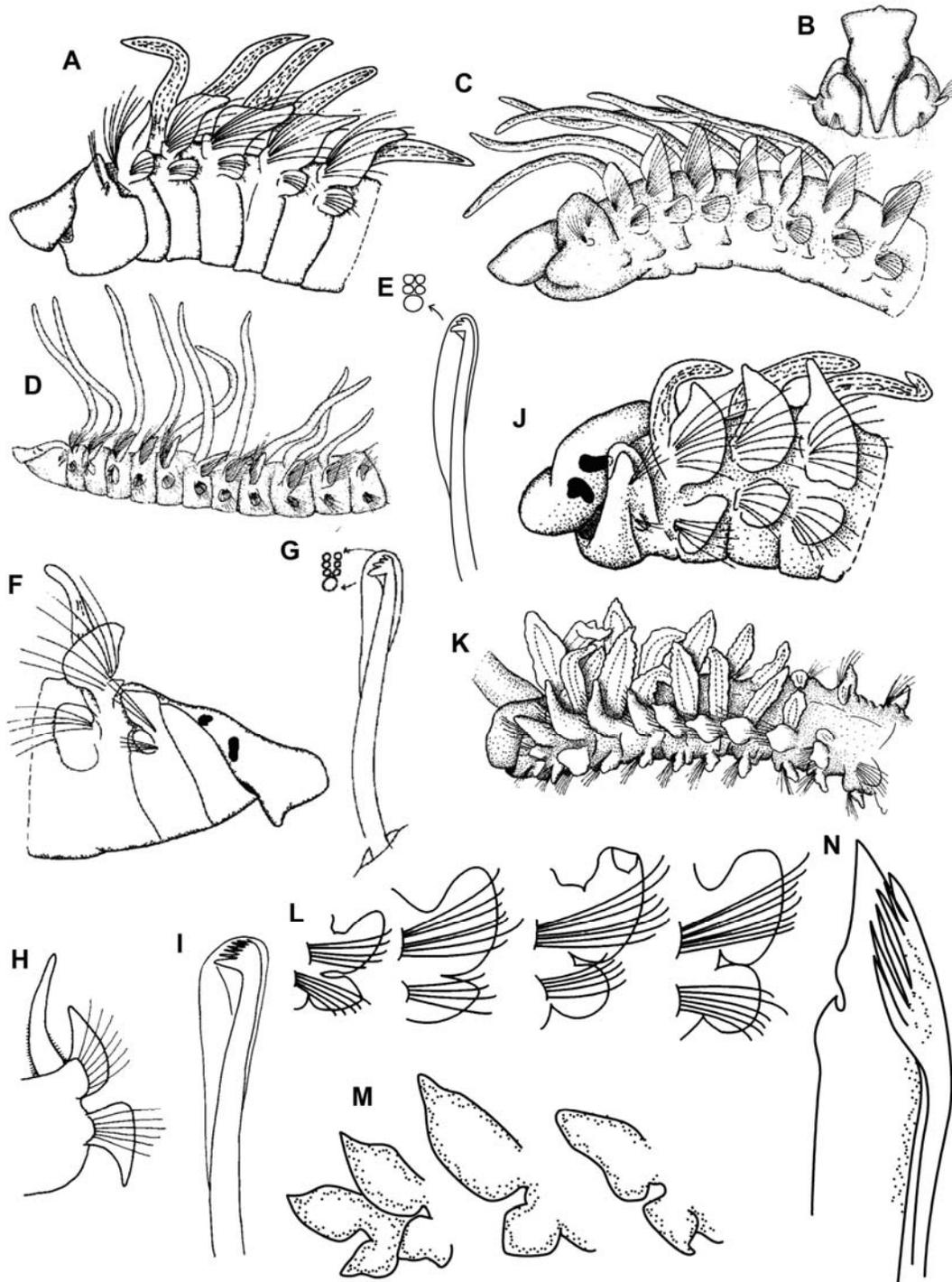


Figura 6. *Minuspio lighti*: A) Extremo anterior, vista lateral (VL); *M. delta*: B) Extremo anterior, VD, C) Extremo anterior, VL; *M. pulchra*: D) Extremo anterior, VL; *M. perkinsi*: E) gancho cubierto; *M. wireni*: F) Extremo anterior, VL, G) Gancho cubierto; *M. cirrifera*: H) Parápodo con branquia, I) Gancho cubierto multidentado; *M. multibranchiata*: J) Extremo anterior, VL; *M. sandersi*: K) Extremo anterior, VL; *Paraprionospio tamaii*: L) Parápodos anteriores; *P. yokoyamai*: M) Parápodos anteriores; *Polydora cornuta*: N) Espinas y setas acompañantes del setígero 5.

- Prostomio con 5 protuberancias huecas; con 9-10 pares de branquias cirriiformes (Fig. 6D) ...  
..... *M. pulchra* Imajima, 1989 POT-C.
- 6(3) Con setas sables; ganchos cubiertos multidentados ..... 7
- Sin setas sables; ganchos cubiertos con dos pares de dientes accesorios (Fig. 6E) .....  
..... *M. perkinsi* (Maciolek, 1985). GC.
- 7(6) Con crestas o costillas dorsales; con 3 o 5-6 pares de dientes accesorios ..... 8
- Sin crestas o costillas dorsales; con 4 pares de dientes accesorios ..... 9
- 8(7) Neurolamela del setígero 2 ventralmente redondeada (Fig. 6F); con 8-10 pares de  
branquias; con 3 pares de dientes accesorios (Fig. 6G) ..... *M. wireni* (Maciolek, 1985). GC.
- Neurolamela del setígero 2 ventralmente puntiaguda (Fig. 6H); con 4-6 pares de branquias;  
con 5-6 pares de dientes accesorios (Fig. 6I) ..... *M. cirrifera* (Wirén, 1883). POT-C.
- 9(7) Peristomio con grandes alas laterales; con ojos; branquias triangulares, lisas (Fig. 6J) .....  
..... *M. multibranchiata* (Berkeley, 1927). POT. GC-C.
- Peristomio sin alas laterales; sin ojos; branquias arrugadas (Fig. 6K), robustas .....  
..... *M. sandersi* Maciolek, 1981. POT.

#### ***Paraprionospio* Caullery, 1914**

- 1 Lamela neuropodial del setígero 2 redondeada ..... *P. pinnata* (Ehlers, 1901). POT.
- Lamela neuropodial del setígero 2 lanceolada ..... 2
- 2(1) Lamela notopodial de setígeros 1-4 ovales (Fig. 6L) ..... *P. tamaii* Delgado-Blas, 2004<sup>1</sup>. GC.
- Lamela notopodial del setígero 1-4 triangulares (Fig. 6M) .....  
..... *P. yokoyamai* Delgado-Blas, 2004<sup>1</sup>. GC.

#### Comentario

1) Yokoyama (2007) sinonimizó ambas especies con *P. alata* (Moore, 1923), por presentar las dos especies crestas dorsales en setígeros 21-28; la morfología de las lamelas apiladas de las branquias es similar con *P. alata*; y la forma de las lamelas notopodiales anteriores las considero una variación intraespecífica. Otra diferencia que no considero importante es el grosor de las branquias. Sin embargo, uno de los caracteres más importantes que se han empleado para separar especies en otros géneros de espionidos son las notolamelas anteriores. Estas lamelas notopodiales son completamente diferentes en *P. yokoyamai*, *P. tamaii* y *P. alata*. También, la distribución geográfica está bien definida entre ellas, *P. tamaii* se distribuye del lado Atlántico de Florida y posiblemente hacia el norte del Atlántico y *P. yokoyamai* del Golfo de México hacia el sur del Caribe, distinguiéndose ambas especies por el mismo patrón morfológico de las lamelas notopodiales anteriores, por lo que deben considerarse válidas.

#### ***Polydora* Bosc, 1802**

- 1 Con tentáculo nucal ..... 2
- Sin tentáculo nucal ..... 4
- 2(1) Espinas del setígero 5 con un diente accesorio (Fig. 6N) ... *P. cornuta* Bosc, 1802. POT. GC.
- Espinas del setígero 5 sin diente accesorio ..... 3

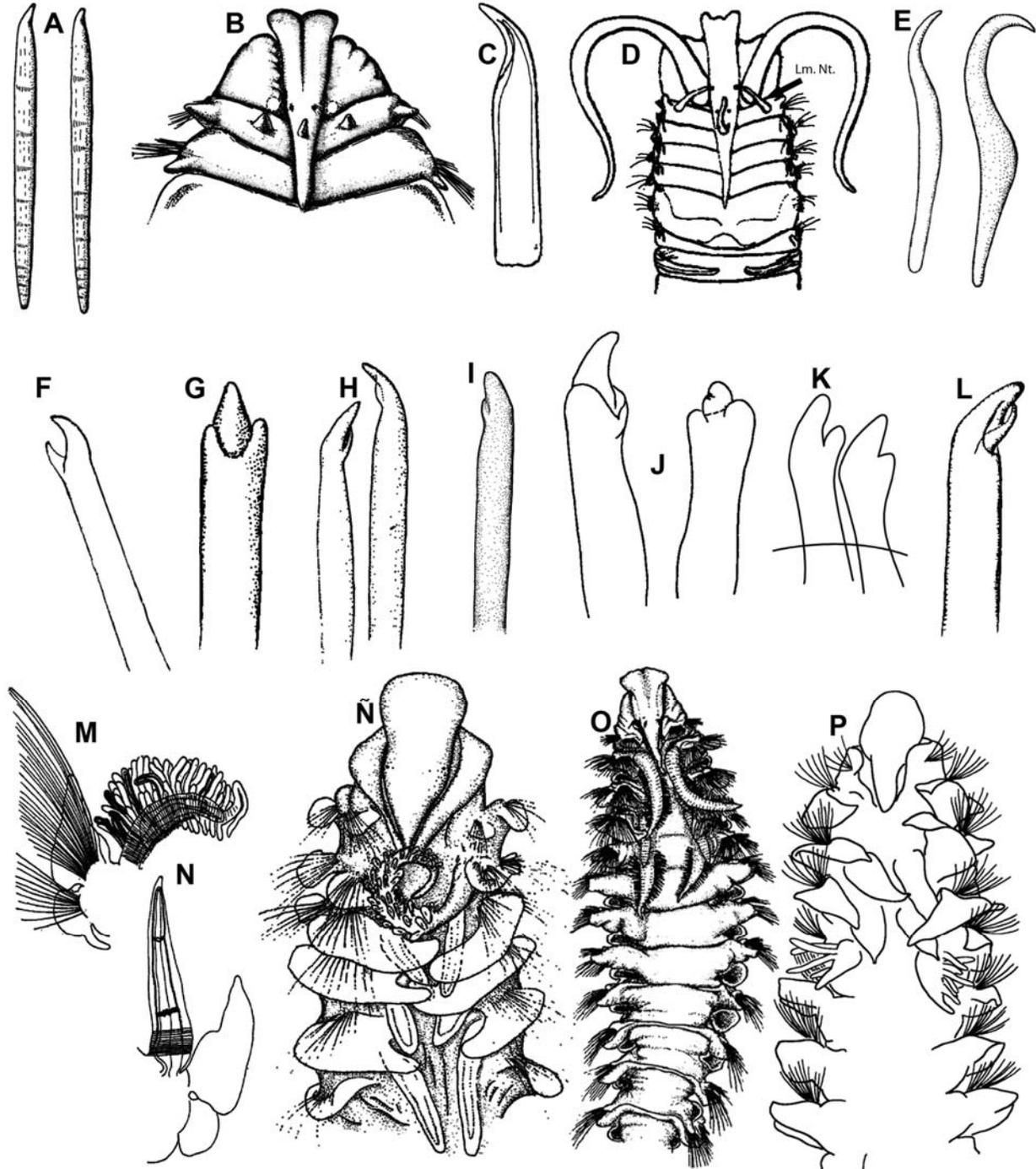


Figura 7. *Polydora nuchalis*: A) Espinas del setígero 5, B) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *P. cirrosa*: C) Espina del setígero 5, D) Extremo anterior, VD; *P. colonia*: E) Espinas de segmentos posteriores; *P. heterochaeta*: F) Espinas y setas acompañantes del setígero 5; *P. spongicola*: G) Espina del setígero 5; *P. websteri*: H) Espinas del setígero 5 de dos ángulos; *P. aggregata*: I) Espina del setígero 5; *P. ciliata*: J) Espinas del setígero 5; *P. quintanarooensis*: K) Espinas del setígero 5; *P. ricketts*: L) Espina del setígero 5; *Prionospio heterobranchia*: M) Parápodo y branquia pinada, N) Parápodo con branquia cirriforme; *P. ehlersi*: Ñ) Extremo anterior, VD; *P. bocki*: O) Extremo dorsal, VD; *P. dubia*: P) Extremo anterior, VD.

- 3(2) Espinas del setígero 5 delgadas, con el ápice débilmente curvo (Fig. 7A); lamela notopodial del setígero 1 corta, digitiforme (Fig. 7B) ..... *P. nuchalis* Woodwick, 1953. POT.  
 - Espinas del setígero 5 robustas, curvas con el ápice agudo y excavada en la parte convaca (Fig. 7C), con una ligera protuberancia subterminal; lamela notopodial del setígero 1 larga, o más larga que la antenna occipital (Fig. 7D) ..... *P. cirrosa* Rioja, 1943. POT.
- 4(1) Notópodos posteriores con espinas aciculares (Fig. 7E) ..... *P. colonia* Moore, 1907. GC.  
 - Notópodos posteriores sin espinas aciculares ..... 5
- 5(4) Ganchos cubiertos desde el setígero 7; espinas falcadas del setígero 5 con o sin un diente accesorio ..... 6  
 - Ganchos cubiertos desde el setígero 9 o posteriores; espinas falcadas del setígero 5 con un diente accesorio (Fig. 7F) ..... *P. heterochaeta* Rioja, 1939. POT.
- 6(5) Espinas del setígero 5 sin diente accesorio, con reborde o collar ..... 7  
 - Espinas del setígero 5 con un diente accesorio lateral, sin reborde o collar ..... 9
- 7(6) Espinas del setígero 5 con un collar subterminal, dando la apariencia de dos largos dientes (Fig. 7G) ..... *P. spongicola* Berkeley & Berkeley, 1950. POT.  
 - Espinas del setígero 5 sin collar ..... 8
- 8(7) Espinas del setígero 5 falcadas con borde o ceja lateral (Fig. 7H) .....  
 ..... *P. websteri* Hartman, 1943. POT. GC.  
 - Espinas del setígero 5 falcadas, con una débil protuberancia lateral (Fig. 7I) .....  
 ..... *P. aggregata* Blake, 1969. GC.  
 - Espinas del setígero 5 con una concavidad subdistal confinada por un reborde .....  
 ..... *P. wobberi* Light, 1970. POT. Bahía San Francisquito, Baja California
- 9(6) Prostromio entero; carúncula se extiende hasta los setígero 3-4 ..... 10  
 - Prostromio inciso; carúncula se extiende hasta el setígero 2 (Fig. 7J) .....  
 ..... *P. ciliata* (Johnston, 1838). POT.
- 10(9) Con dos ojos; carúncula se extiende hasta el setígero 3; espinas del setígero 5 con un diente accesorio corto (Fig. 7K) ..... *P. quintanarooensis* Delgado-Blas, 2008. GC.  
 - Sin ojos; carúncula se extiende hasta el setígero 5; espinas del setígero 5 con un diente accesorio largo (Fig. 7L) ..... *P. rickettsi* Woodwick, 1961. POT.

### *Prionospio* Malmgren, 1867

- 1 Con cinco pares de branquia, 1, 4 y 5 pinadas (Fig. 7M), 2 y 3 cirriformes (Fig. 7N); neurolamela del setígero 2 con el lóbulo ventral digitiforme (Fig. 7M) .....  
 ..... *P. heterobranchia* Moore, 1907. POT-C, GC.  
 - Con cuatro pares de branquias; neurolamela del setígero 2 diferente ..... 2
- 2(1) Con cuatro pares de branquias, pares 1 y 4 pinados, 2 y 3 cirriformes ..... 3  
 - Con cuatro pares de branquias, par 1 pinado, 2-4 cirriformes (Fig. 7Ñ) .....  
 ..... *P. ehlersi* Fauvel, 1928. POT-C.  
 - Con cuatro pares de branquias: pares 1-3 apinados, 4 pinado .....  
 ..... *P. vermillionensis* (Fauchald, 1972). PC.

- 3(2) Con bolsas interparapodiales (Fig. 7O) ..... *P. bocki* Söderström, 1920. POT-C.  
 - Sin bolsas interparapodiales ..... 4
- 4(3) Sin crestas ..... 5  
 - Con crestas ..... 6
- 5(4) Prostomio frontalmente truncado; neuroganchos cubiertos a partir del setígero 27,  
 ganchos con 5-7 hileras de dientes accesorios .....  
 ..... *P. anuncata* Fauchald, 1972. POT.  
 - Prostomio frontalmente redondeado (Fig. 7P); neuroganchos cubiertos a partir de los  
 setígeros 13-22, ganchos con 3-4 hileras de dientes accesorios .....  
 ..... *P. dubia* Day, 1961. POT. GC-C.
- 6(4) Prostomio redondeado anteriormente; neurolamela del setígero 2 ventralmente  
 redondeada; cresta dorsal membranosa en setígeros 7 y 9, pliegues dorsales en setígero 8 y  
 10-12 ..... *P. cristata* Foster, 1971. GC.  
 - Prostomio truncado anteriormente; neurolamela del setígero 2 ventralmente puntiaguda;  
 cresta dorsal membranosa en números variables de setígeros; con o sin pliegues dorsales,  
 cuando están presentes en un número variable de setígeros ..... 7
- 7(6) Sin pliegues dorsales; con cresta dorsal en setígero 7 (Fig. 8A) .....  
 ..... *P. fallax* Söderström, 1920. GC-C.  
 - Con pliegues dorsales; con crestas dorsales en un número variable de setígeros ..... 8
- 8(7) Con crestas dorsales pequeñas en los setígero 6-18 (Fig. 8B); pares de branquias 1 y 4 del  
 mismo tamaño ..... *P. steenstrupi* Malmgren, 1865. POT-C.  
 - Con cresta dorsal prominentes desde el setígero 6 y a través de un número variable de  
 setígeros (Fig. 8C); pares de branquias 1 y 4 de distinto tamaño ..... *P. jubata* Blake, 1996. POT.

#### *Pseudopolydora Czerniavsky, 1881*

- 1 Con antena nucal; carúncula se extiende después del setígero 3 ..... 2  
 - Sin antena nucal; carúncula se extiende hasta el margen posterior del setígero 1 (Fig. 8D).....  
 ..... *P. reishi* Woodwick, 1964. POT.
- 2(1) Prostomio en forma de T (Fig. 8E) ..... *P. floridensis* Delgado-Blas, 2008. GC.  
 - Prostomio inciso ..... 3
- 3(2) Carúncula se extiende hasta los setígeros 5-6; espinas del setígero 5 bidentadas (Fig. 8F)  
 ..... *P. antennata* (Claparède, 1870). GC.  
 - Carúncula se extiende hasta los setígeros 3-4; espinas del setígero 5 unidentadas .....  
 ..... *P. kempfi* (Southern, 1921). POT-C.

#### *Rhynchospio Hartman, 1936*

- 1 Peristomio bien desarrollado (Fig. 8G); ganchos cubiertos desde los setígeros 13-21;  
 branquias largas y sobrelapadas entre ellas; con más de dos pares de ojos .....  
 ..... *R. glutaeus* (Ehlers, 1897). POT- GC, C.  
 - Peristomio reducido; ganchos cubiertos desde el setígero 37; branquias cortas; con un par  
 de ojos ..... *R. inflatus* (Foster, 1971) GC.

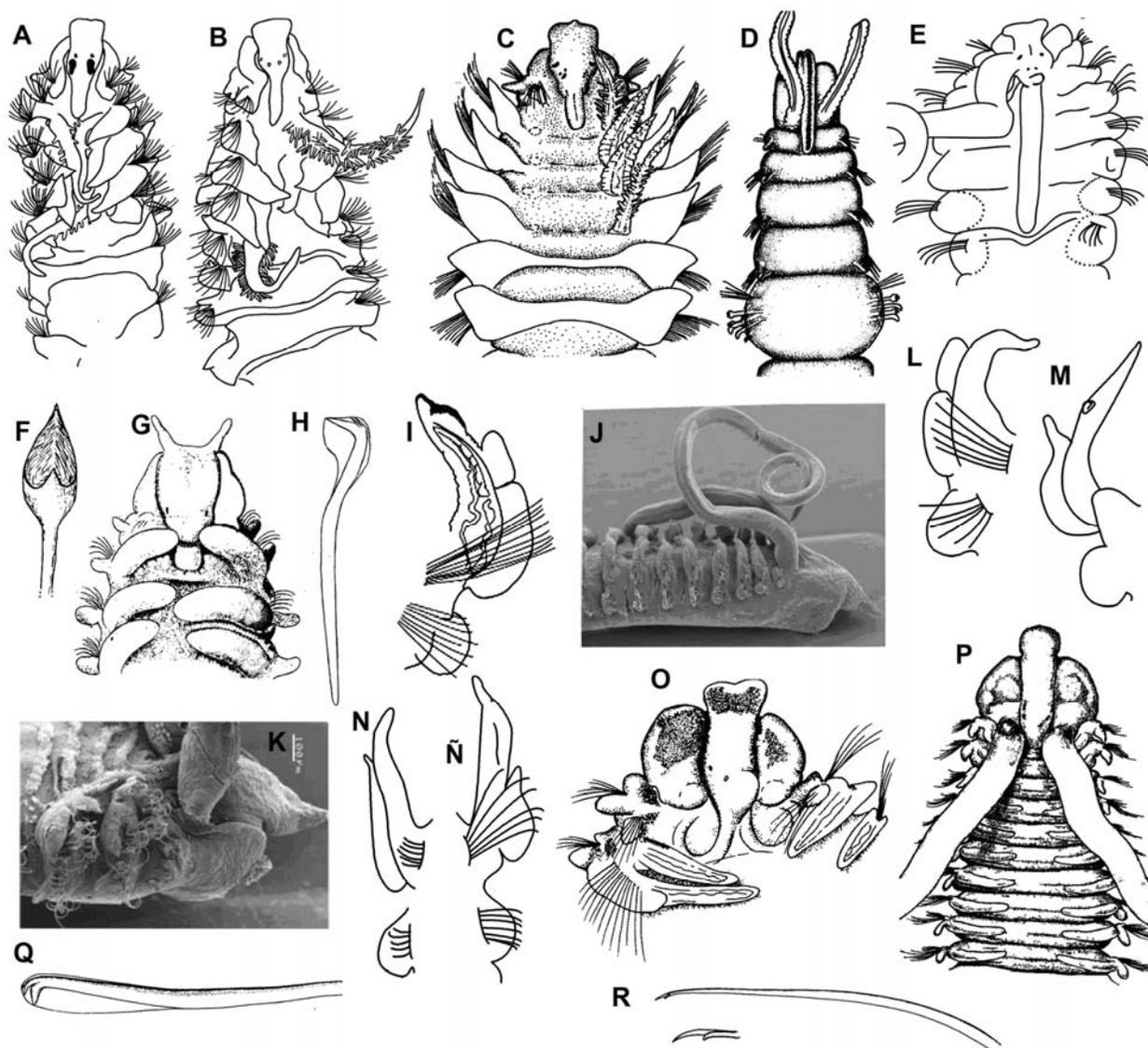


Figura 8. *Prionospio fallax*: A) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *P. steenstrupi*: B) Extremo anterior, VD; *P. jubata*: C) Extremo anterior, VD; *Pseudopolydora reishi*: D) Extremo anterior, VD; *P. floridensis*: E) Extremo anterior, VD; *Pseudopolydora antennata*: F) Espina bidentada, vista frontal (VF); *Rhynchospio glutaeus*: G) Extremo anterior, VD; *Scolelepis tridentata*: H) Gancho cubierto; *S. squamata*: I) Parápodo con branquia; *S. vossae*: J) Extremo anterior, vista lateral (VL); *S. lighti*: K) Extremo anterior, vista dorso-lateral (VDL); *S. agilis*: L) Parápodo con branquia; *S. goodbodyi*: M) Parápodo con branquia; *S. acuta*: N) Parápodo con branquia; *S. minuta*: Ñ) Parápodo con branquia; *Spio filicornis*: O) Extremo anterior, VD; *S. maculata*: P) Extremo anterior, VD, Q) Gancho cubierto; *S. blakei*: R) Setas bífidas.

### *Scolelepis* Blainville, 1828

- 1 Ganchos multidentados, eje de lo ganchos curvos . . . (*Parascolelepis*) Maciolek, 1987 ..... 2  
 - Ganchos falcados con 0-3 pequeños dientes, eje de los ganchos rectos ..... (*Scolelepis*)  
 Maciolek, 1987) ..... 3

- 2(1) Primer setígero unirrameo; ganchos cubiertos multidentados .....  
 ..... *S. (P.) texana* Foster, 1971. POT-C, GC.  
 - Primer setígero birrameo; ganchos cubiertos tridentados (Fig. 8H) .....  
 ..... *S. (P.) tridentata* (Southern, 1914). POT.
- 3(1) Con ganchos cubiertos notopodiales ..... 4  
 - Sin ganchos cubiertos notopodiales ..... 7
- 4(3) Ápice de las branquias con protuberancias glandulares (Fig. 8I) .....  
 ..... *S. (S.) squamata* (Müller, 1806). POT-C.  
 - Ápice de las branquias sin protuberancias glandulares ..... 5
- 5(4) Peristomio separado del prostomio, con pequeñas alas laterales (Fig. 8K); ganchos bi- y  
 tridentados ..... 6  
 - Peristomio completamente fusionado al prostomio, sin alas laterales (Fig. 8J); ganchos uni-  
 bi- y tridentados ..... *S. (S.) vossae* Delgado-Blas, 2006. GC.
- 6(5) Notópodos anteriores con lamelas enteras, onduladas; ganchos tridentados .....  
 ..... *S. (S.) lighti* Delgado-Blas, 2006. GC.  
 - Notópodos anteriores con lamelas bilobadas (Fig. 8L); ganchos bi- y tridentados .....  
 ..... *S. agilis* (Verrill 1873). POT-C, GC.
- 7(3) Con tentáculo occipital ..... *S. arenicola* Hartmann-Schröder, 1959. POT.  
 - Sin tentáculo occipital ..... 8
- 8 Peristomio corto; región media del cuerpo con branquias sin células glandulares sobre el  
 margen distal; ganchos tridentados ..... 9  
 - Peristomio largo; región media del cuerpo con branquias con células glandulares en el  
 margen distal (Fig. 8M); ganchos uni, bi-, tridentados ..... *S. (S.) goodbodyi* (Jones, 1962). GC.
- 9(8) Peristomio con alas laterales bien desarrolladas; branquias alargadas y cónicas (Fig. 8N);  
 notópodo del setígero 1 triangular ..... *S. (S.) acuta* (Treadwell, 1914) POT.  
 - Peristomio con alas laterales poco desarrolladas; branquias ovales alargadas y  
 abruptamente estrechas en el ápice (Fig. 8Ñ); notópodo del setígero 1 oval .....  
 ..... *S. (S.) minuta* (Treadwell, 1939). GC.

### *Spio* Fabricius, 1785

- 1 Prostomio con incision frontal (Fig. 8O); neuroganchos bidentados .....  
 ..... *Spio filicornis* (Müller, 1776). POT-C.  
 - Prostomio entero; neuroganchos tridentados (Fig. 8Q) ..... 2
- 2(1) Branquia del setígero 1 reducida (Fig. 8P) .....  
 ..... *S. maculata* Hartman, 1961. POT. Baja California.  
 - Branquia del setígero 1 bien desarrollada ..... 3
- 3(2) Setas sable falcadas bidentadas (Fig. 8R) ..... *S. blakei* Blake & Hudenov, 1978 POT-C  
 - Setas sable no falcadas, unidentadas ..... *S. pettibonae* Foster 1971. GC.

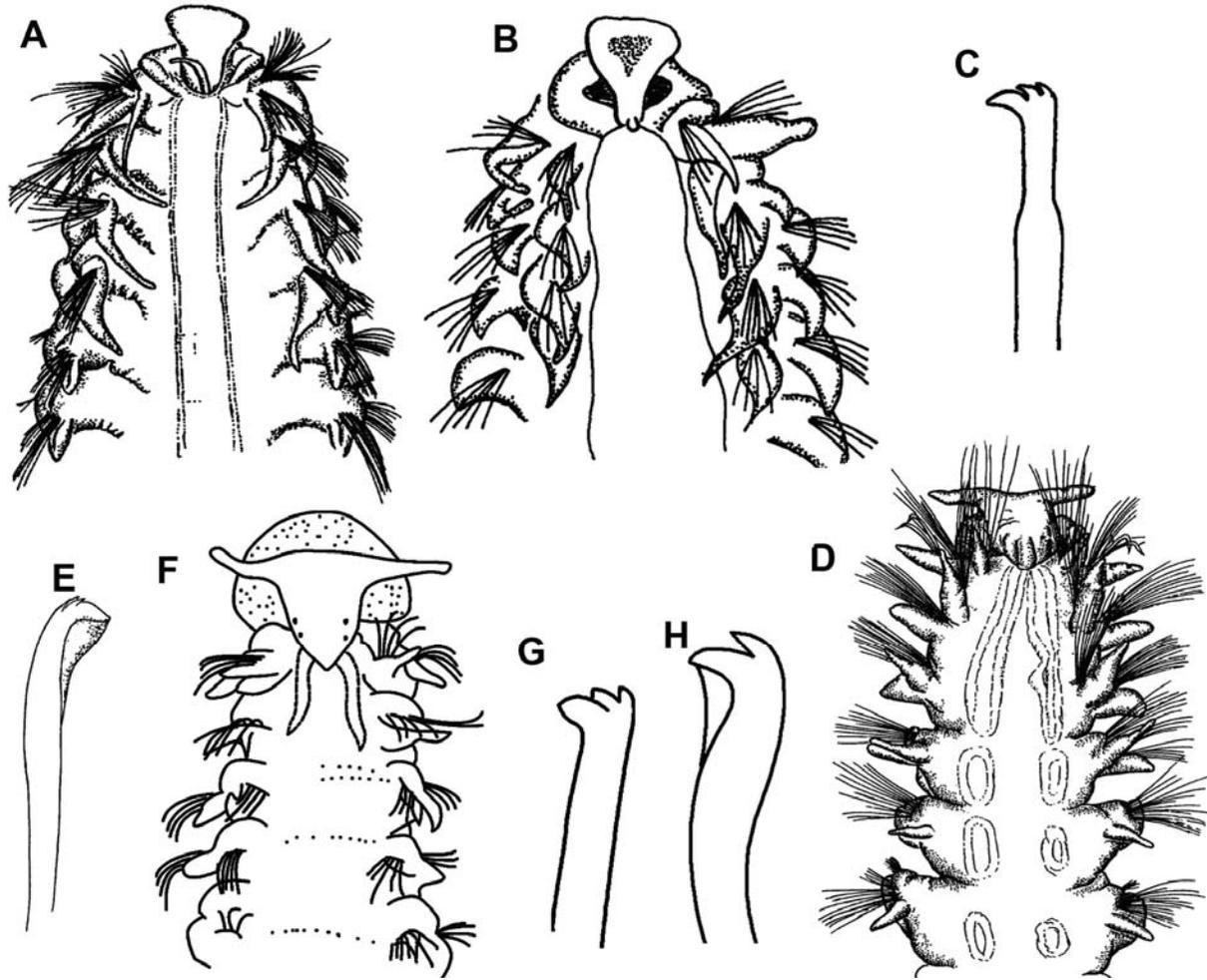


Figura 9. *Spiophanes kroeyeri*: A) Extremo anterior, vista dorsal (VD); *S. lowai*: B) Extremo anterior, VD; *S. berkeleyorum*: C) Gancho sin cubierta; *S. anoculata*: D) Extremo anterior, VD, E) Ganchos semicubiertos; *S. bombyx*: F) Extremo anterior, VD; *S. duplex*: G) Gancho sin cubierta; *S. wigleyi*: H) Gancho semicubierto.

***Spiophanes* Grube, 1860**

- 1 Con antenna occipital ..... 2
- Sin antenna occipital ..... 6
  
- 2(1) Con bolsas vetrolaterales intersegmentales ..... 3
- Sin bolsas ventrolaterales intersegmentales ..... 5
  
- 3(2) Órganos nucales se extienden hasta los setígeros 14-16 (Fig. 9A); lamelas de los setígeros 1-7 y 14-35 pigmentadas ..... *S. kroeyeri* Grube, 1860. POT- GC, C.
- Órganos nucales dorsales se extienden hasta los setígeros 8-11; lamelas de los setígeros 9-14 pigmentadas ..... 4
  
- 4(3) Prostomio pigmentado (Fig. 9B) ..... *S. lowai* Solís-Weiss, 1983. POT.

- Prostomio sin pigmentación ..... *S. fimbriata* Moore, 1923. POT.
- 5(2) Órganos nucales se extienden hasta el setígero 15; ganchos neuropodiales sin cubierta (Fig. 9C) ..... *S. berkeleyorum* Pettibone, 1962. POT.
- Órganos nucales se extienden hasta el setígero 3, prolongándose como parches hasta la mitad del cuerpo (Fig. 9D); ganchos neuropodiales con cubierta reducida (Fig. 9E) .....  
..... *S. anoculata* Hartman, 1960. POT.
- 6(1) Prostomio con cuernos digitiformes largos; órganos nucales se extienden hasta el setígero 2 (Fig. 9F) ..... *S. bombyx* (Claparède, 1870). POT- GC, C.
- Prostomio con cuernos cortos o sin proyecciones antero-laterales; órganos nucales se extienden hasta después del setígero 4 ..... 7
- 7(6) Órganos nucales se extienden hasta los setígeros 13-14; ganchos neuropodiales sin cubierta (Fig. 9G) ..... *S. duplex* (Chamberlin, 1919). POT.
- Órganos nucales se extienden hasta el setígero 4; ganchos neuropodiales con cubierta reducida (Fig. 9H) ..... *S. wigleyi* Pettibone, 1962. POT. GC-C.

## Referencias

- Blake JA 1996 Family Spionidae Grube, 1850. In: JA Blake, B Hilbig & PH Scott (eds) Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and the Western Santa Barbara Channel. The Annelida Part 3 vol. 6. Santa Barbara Mus Nat Hist, pp 81-223.
- Blake JA & PL Arnofsky 1999 Reproduction and larval development of the spioniform. Polychaeta with application systematics and phylogeny. Kluwer Academic publisher. Hidrobiologia 402: 57-106.
- Blake JA & JD Kudenov 1981 Larval development, larval nutrition, and growth for two *Boccardia* species (Polychaeta: Spionidae) from Victoria, Australia. Mar Ecol Progr Ser 6: 175-182.
- Dauer DM, CA Maybury & RM Ewing 1981 Feeding behavior and general ecology of several spionid polychaetes from the Chesapeake Bay. J Exp Mar Biol Ecol 54: 21-38.
- Delgado-Blas VH 2004 Two new species of *Paraprionospio* (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean region and comments of the genus status. Hydrobiologia 520: 189-198.
- Delgado-Blas VH 2006. Partial revision of *Scolecopsis* (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean Region, with the description of two new species and a key to species recorded in the area. Contr Zool 75(1/2): 75-97.
- Delgado-Blas VH 2008. Polydora and related genera (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean region. J Nat Hist 42(1): 1-19.
- Gibson G, I Paterson, H Taylor & B. Woodridge 1999. Molecular and morphological evidence of a single species, *Boccardia proboscidea* (Polychaeta: Spionidae), with multiple development modes. Mar Biol 134:743-751.
- Hannerz L 1956. Larval development of the polychaete families Spionidae Sars, Disomidae Mesnil and Poecilochaetidae n. fam. in the Gullmar Fjord (Sweden). Zool Bidrag Upps 31: 1-204.
- Hernández-Alcántara P, L González-Ortíz y Solís-Weiss V 1994. Los espionidos (Polychaeta: Spionidae) del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec, México. Rev Biol Trop 42(3): 567-577.
- Hernández-Alcántara P & V Solís-Weiss 1995. Seasonal variations of the Spionida (Palpata: Canalipalpata) in the sublittoral zone of the Gulf of California. Mar Ecol 26: 273-285.
- Hernández-Alcántara P, MA Tovar-Hernández & V Solís-Weiss 2008. Polychaetes (Annelida: Polychaeta) described for the Mexican Pacific: an historical review and an updated checklist. Lat Am J Aquat Res 36(1): 37-61.
- Johnson PG 1984. Family Spionidae Grube, 1850. In: Uebelacker, J.M. and P.G. Johnson (eds.) Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Barry A. Vittor & Associates, Inc. Mobile, AL. pp 6-1 to 6-69.
- Levin LA 1984. Multiple patterns of development in *Streblospio benedicti* (Webster) from three coasts of North America. Biol Bull 166: 494-508.
- Levin LA, L McCann & C Thomas 1991. The ecology of polychaetes on deep seamounts in the Eastern Pacific Ocean. Pp. 467-476 in Petersen. M.E. & Kirkegaard. J.B: (eds) Systematics. Biology and Morphology of World Polychaeta. Proceedings of the second International polychaete Conference. Copenhagen. August. 18-23, 1986. Ophelia Suppl 55: 1-723.
- Mesnil F 1896. Etudes de morphologie exteme chez les annelides. 1. Les spionidens des cotes de la manche.
- Orrhage L 1964. Anatomische und morphologische Studien liber die Polychaetenfamilien Spionidae,

- Disomidae, und Poecilochaetidae. Zool Bidrag Uppsala 36: 335-405.
- Pettibone MH 1982. Classification of Polychaeta. In Parker, S.P. (ed.), *Synopsis and Classification of Living Organisms*. McGraw-Hill 3-43.
- Quiroga E, R Soto & N Rozbaczylo 1999. Los poliquetos espionidos (Polychaeta: Spionidae) y su importancia en la estructura de una comunidad: un caso de estudio en bahía Iquique, Norte de Chile (20°11'S; 70°10'W). *Gayana* 63(1): 1-16.
- Rouse GW & K Fauchald 1997. Cladistics and polychaetes. *Zoologica Scripta* 26: 139-204.
- Rousset V, F Pleijel, G Rouse, C Erséus & M Sidall 2007. A molecular phylogeny of annelids. *Cladistics* 23: 41-63.
- Salazar-Vallejo SI 1996. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del gran Caribe. *An Inst Biol Univ Nal Auton Mexico Ser Zool* 67(1): 11-50.
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *An Inst Biol, Univ Nal Auton Mexico, Ser Zool* 75(1): 9-97.
- Sigvaldadóttir E, Mackie ASY & F Pleijel 1997. Generic interrelationships within Spionidae (Annelida Polychaeta). *Zool J Linn Soc* 119: 473-500.
- Söderström A 1920. Studien Über die Polychatenfamilie Spionidae. Inaugural-Dissertation, Uppsala, Almqvist and Wicksells. 288 pp.
- Taghon GL, ARM Nowell & PA Jumars 1980. Induction of suspension feeding in spionid polychaetes by high particle flux. *Science* 210: 562-564.



# 48. Syllidae Grube, 1850

Gerardo Góngora-Garza

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas  
gerardogongora@gmail.com

## Introducción

El grupo de los sílidos conforma una de las familias más grandes y variadas dentro de los poliquetos. Es la familia dominante, tanto en número de especies como en número de individuos, en muchas comunidades bénticas, principalmente en sustratos duros y en carpetas de macroalgas (Franke 1999). La principal particularidad de ésta familia es la presencia de una estructura compacta y dura llamada proventrículo, forma parte del aparato digestivo y se encuentra localizado en la parte anterior, justo detrás de la faringe, al parecer, funciona como una bomba que succiona durante la alimentación (Fauchald & Jumars 1979). Se han reportado en todos los mares y viven en una gran variedad de hábitats, desde la zona intermareal, donde son muy abundantes, hasta las profundidades donde son escasos, colonizando sustratos suaves y duros muy variados, como arenas, rocas, corales vivos y muertos, pastos marinos y entre raíces de mangles. Otros viven asociados a colonias de hidrozoarios y briozoarios, como simbioses con esponjas, corales e incluso con otros poliquetos. Algunos son parasitados por otros poliquetos de la familia Oeonidae (*Labrostratus parasiticus* en *Sphaerosyllis pirifera*, *L. luteus* en *Haplosyllis spongicola*) que viven en la cavidad celómica.

Se reproducen principalmente por dos formas: a).- Epigamia, que corresponde a la transformación completa del organismo para formar al individuo reproductor (*Odontosyllis*), y b).- Esquizogamia, en la cual el organismo solo modifica la parte posterior del mismo, para después desprenderse de esa porción y formar un individuo reproductor independiente llamado estolón, dentro de éste último tipo encontramos dos variantes: 1).- Escisiparidad que es la formación de un solo

estolón (*Syllis prolifera*) o un grupo formando un racimo (*Trypanosyllis* y 2).- Gemmiparidad, que es la formación de una cadena de estolones, uno tras otro, y se va desprendiendo el más posterior que es el que primero alcanza la madurez (*Myrianida*). Por lo general, después de reproducirse, los organismos mueren, aunque se han visto algunas excepciones (*Streptosyllis websteri*). Existen otros tipos de reproducción, aunque no son los más comunes. Por reproducción asexual, los adultos se seccionan en muchos segmentos cortos y cada uno de ellos empieza a regenerarse y formar organismos independientes (*Haplosyllis*); el otro tipo es el viviparismo (*Dentatisyllis*) en cuyo caso los organismos adultos gestan en la cavidad del celoma uno o dos embriones y los expulsan como juveniles.

## Sistemática

Grube (1850) fue el primer investigador en reconocer a los sílidos como una familia distinta. Actualmente se reconocen cinco subfamilias: Anoplosyllinae, Aguado & San Martín, 2009, Autolytinae Langerhans, 1879, Eusyllinae, Malaquin, 1893, Exogoninae Langerhans, 1879 y Syllinae, Grube, 1850. A cuatro de ellas (Anoplosyllinae, Autolytinae, Exogoninae y Syllinae) se les atribuye un origen monofilético, mientras que la quinta (Eusyllinae) tiene un origen polifilético. San Martín (2003) considera que los Exogoninos pueden o no formar un grupo monofilético, ya que dos grandes grupos se reproducen de manera distinta, el primer grupo incubaba los huevos en la parte ventral, mientras que el segundo lo hace en la parte dorsal del cuerpo. Aguado & San Martín, 2009, comentan que la familia Syllidae es tan compleja que quizás debería considerarse como una superfamilia dividida en varias familias, aunque prefieren

mantener la división a subfamilias mientras se encuentra nueva evidencia evolutiva que soporte esa nueva propuesta taxonómica. Hartman (1965) propuso la subfamilia Eurysyllinae para incluir los géneros *Eurysyllis* Ehlers, 1864 y *Plakosyllis* Hartmann-Schröder 1956, pero la mayoría de los autores no siguieron esta propuesta y consideran a éstos géneros dentro de la subfamilia Syllinae. Glasby (1993) incluye a las familias Calamyzidae y Levidoriidae como parte de la familia Syllidae. Esta familia comprende alrededor de 70 géneros y poco más de 700 especies.

En las claves, después de cada especie se agregan las siguientes abreviaturas para designar la distribución probable: GC (reportada para el Gran Caribe), POT (reportada para el Pacífico Oriental), CE (Complejo de especies).

### Morfología

Los sílidos son organismos pequeños, generalmente de pocos milímetros de longitud, aunque algunas especies de *Trypanosyllis* y *Syllis* pueden alcanzar hasta 90 mm de largo. Aunque la distinción entre las regiones es gradual, podemos dividir el cuerpo de los sílidos en tres partes: Región anterior, que consta del prostomio, peristomio y los primeros segmentos setíferos hasta la zona donde se encuentra el proventrículo. Región media, que corresponde a unos pocos segmentos setíferos después del proventrículo hasta cerca de la parte final del cuerpo, y por último la región posterior que consta de unos pocos segmentos muy cercanos al pigidio y el pigidio mismo. En general, la forma del cuerpo sigue un patrón más o menos definido, el prostomio, el peristomio y los primeros segmentos setíferos delgados, poco a poco ensanchándose hacia la zona del proventrículo y continuando hacia la zona media del cuerpo hasta alcanzar una anchura máxima, después adelgazándose de manera progresiva hacia la parte posterior y terminando de manera abrupta en unos pocos segmentos muy cortos y el pigidio. Para los organismos más pequeños, la zona más ancha del cuerpo se encuentra alrededor del proventrículo. En algunos Autolytinos la anchura del cuerpo parece ser más o menos pareja, con los adelgazamientos obvios en la parte anterior y el pigidio.

Para la correcta identificación de los sílidos tomemos en consideración los siguientes rasgos morfológicos:

**Cuerpo.** Lo primero que hay que notar en la identificación de los sílidos es su cuerpo, que puede ser de varias formas, los hay subcilíndricos con la parte ventral aplanada (*Exogone*, *Opisthodonta*), aplanados dorsoventralmente (*Trypanosyllis*, *Xenosyllis*) o con una combinación de ambas formas, en la parte anterior subcilíndricos y en la parte media-posterior y posterior aplanados dorsoventralmente (*Syllis castroviejoi*, *Syllis adamanteus*). La superficie dorsal del organismo puede ser lisa (*Myrianida*, *Amblyosyllis*, *Trypanoseta*), papilada (*Sphaerosyllis* sp, *Opisthosyllis leslieharrisae*), con gránulos subepidérmicos (*Syllis castroviejoi*), ó verrugas (*Opisthosyllis* sp), pueden tener una serie de tubérculos acomodados en filas longitudinales (*Eurysyllis*) o estrías longitudinales (*Xenosyllis*). También debemos tomar en cuenta el número de segmentos setíferos así como la longitud y la anchura del cuerpo, ésta última medida en la región del proventrículo, con y sin los parapodios. Estos rasgos hay que tomarlos con precaución ya que la reproducción de algunos sílidos es por esquizogamia, por lo que organismos que acaban de desprenderse del estolón serán más cortos y tendrán menos segmentos setíferos que aquellos individuos que no se están reproduciendo o aquellos que aún tienen el estolón en formación. Sin embargo es muy útil saber si se trata de especies “grandes” o “pequeñas”, ya que podemos tener organismos de unos pocos milímetros hasta 80-90 mm. La longitud se mide desde la punta de los palpos hasta la punta del pigidio, sin considerar la longitud de antenas, cirros peristomiales y cirros anales.

**Pigmentación.** El patrón de pigmentación es importante aunque hay que ser muy cuidadosos con éste rasgo ya que muchos especímenes pueden perderlo después de la fijación y podríamos confundirlos con especies sin pigmento. Generalmente la parte dorsal anterior es en la que se presenta el pigmento, que va disminuyendo gradualmente hacia la región media e incluso se pierde con frecuencia en la parte posterior del cuerpo. Los dibujos son variados, algunas especies presentan figuras en forma de ocho transversalmente (*Syllis alosae*),

otras presentan bandas sencillas (*Proceraea filiformis*) o dobles en cada segmento (*Syllis gracilis*), mientras que otras especies presentan la región anterior fuertemente pigmentada (*Syllis schulzi*). La manera más sencilla de observar el patrón de pigmentación es revisando organismos vivos, pero esto no siempre es posible, sobre todo si nuestros métodos de muestreo incluyen el anestesiado y fijación de los especímenes en el lugar mismo de la recolección.

**Parte anterior.** El prostomio puede ser de varias formas, los hay ovales, sub-cuadrangulares, sub-rectangulares o con una escotadura posterior. Los palpos pueden o no ser fusionados, cuando están fusionados a veces en la base, en la mitad de su longitud o por completo dejando una escotadura distal. Los ojos son generalmente 4, aunque a veces carecen de ellos (*Syllis anoculata*), pueden ser lenticulados o no. A veces se presentan también un par de manchas oculares situadas en el margen anterior del prostomio.

**Órganos nucales.** La presencia o ausencia de órganos nucales es útil para la separación de géneros y especies. Al parecer funcionan como órganos sensoriales. En la subfamilia Autolytinae están bien desarrollados, tienen forma de lengüeta y se extienden por el dorso de los primeros segmentos. Para las demás subfamilias se presentan como pequeños surcos o parches en la parte posterior del prostomio, a veces quedando cubiertos por el pliegue anterior del peristomio. En raras ocasiones se presenta un engrosamiento dorsal que se extiende hasta el primer segmento, formado por pliegues en forma de peine o lamelas (*Nuchalosyllis lamellicornis*).

**Caperuza occipital.** En algunas especies se presenta una prolongación del peristomio que cubre parcialmente el prostomio formando una caperuza occipital. Puede formar un pliegue muy pequeño (*Syllis cf. prolifera*) o cubrir parcial o casi totalmente el prostomio (*Odontosyllis*, *Opisthosyllis*).

**Apéndices corporales.** Los apéndices corporales son de varios tipos: antenas, cirros peristomiales o tentaculares, cirros dorsales, cirros ventrales y cirros anales. Pueden ser lisos, articulados, o irregularmente lisos o articulados. Las antenas, generalmente son tres, una media y dos laterales,

cuya importancia estriba en el tamaño y la relación entre ellas, así como la zona de inserción en el prostomio. Uno o dos pares de cirros tentaculares o peristomiales, la longitud y la proporción entre ellos y con respecto a las antenas tiene su valor taxonómico también. Los cirros dorsales pueden ser cortos o largos, medidos con respecto a la anchura del cuerpo, y pueden alternar en tamaño y grosor. Los cirros anales pueden ser cortos o largos y a veces se presenta un tercer cirro de posición ventral y liso. Su importancia taxonómica es relativa.

**Setas.** Las setas son de varios tipos: Falcígeros con la lámina corta, falcígeros de lámina larga, pseudoespinígeros (falcígeros con la lámina muy larga semejantes a los verdaderos espinígeros que se encuentran en otras familias de poliquetos como en Nereididae), setas simples de posición dorsal, setas simples en posición ventral, falcígeros o pseudoespinígeros modificados que se han convertido en setas simple por dos vías principales, por la fusión del mango y el artejo o por la pérdida del artejo y el engrosamiento del mango. Los falcígeros pueden ser unidentados, sub-bidentados o bidentados, cuya forma es de importancia para la separación específica; en el caso de los sub-bidentados y bidentados el tamaño de cada uno de los dientes y la relación entre ellos es importante también. La gradación en el tamaño entre las setas dorsales y ventrales también se toma en cuenta, generalmente las láminas de los falcígeros más dorsales son más largas que la láminas de los falcígeros más ventrales; En la parte final de la región media del cuerpo y, mas a menudo, en la región posterior se encuentran dos setas simples, una dorsal y otra ventral; La seta simple ventral es muy parecida a la forma de los falcígeros más posteriores.

**Acículas.** Las acículas varían en número, forma y grosor a medida que se hacen más posteriores. Generalmente en los parapodios anteriores hay varias acículas, mientras que en los medios puede haber una o varias y en los setígeros posteriores lo más común es una sola acícula. Esta acícula en el género *Syllis* Lamarck, 1818, tiene un gran valor taxonómico, ya que con la sola diferencia en la forma de la acícula posterior podemos diferenciar ciertas especies.

**Faringe y proventrículo.** La faringe es parcialmente eversible y puede ser recta o sinuosa, es importante observar su longitud comparada con la longitud de los segmentos corporales donde se ubica y comparada en relación al tamaño del proventrículo. Puede estar armada, a veces con diente único, o con un círculo de dientes que bordean la parte anterior de la misma el cual es llamado trepan, o por una

combinación de ambos. En algunas ocasiones el círculo de dientes es incompleto, presentándose como una banda ventral (*Odontosyllis*). Cuando se presenta el diente único, en ocasiones su posición es anterior (*Exogone*), media (*Opisthodonta*) o posterior (*Opisthosyllis*). Para el proventrículo es importante notar, además de su longitud y relación con la faringe, el número de anillos de células musculares (ACM).

### Clave para subfamilias

- 1 Cirro ventral ausente (aparentemente fusionado al lóbulo parapodial) ..... Autolytinae  
 - Cirro ventral presente ..... 2
- 2(1) Palpos fusionados en toda o casi toda su longitud, apéndices cortos y no articulados, organismos pequeños o muy pequeños ..... Exogoninae  
 - Palpos libres o fusionados solamente en la base ..... 3
- 3(2) Antenas y cirros articulados, reproducción por Esquizogamia ..... Syllinae  
 - Antenas y cirros lisos o irregularmente articulados, reproducción por epigamia ..... 4
- 4(3) Faringe desarmada ..... Anoplosyllinae  
 - Faringe armada ..... Eusyllinae

### Anoplosyllinae Aguado & San Martín 2009

#### Claves para especies

Organismos de tamaño pequeño a diminuto. Palpos fusionados en la base, sin surco central. Tres antenas y dos pares de cirros tentaculares. Faringe recta, corta y desarmada. Antenas, cirros tentaculares y primeros cirros dorsales lisos, el resto pueden ser lisos o semiarticulados. Reproducción por epigamia.

- 1 Acícula de parapodios anteriores fuertemente engrosada ..... 2  
 - Acícula fuertemente engrosada de parapodios anteriores ausente ..... *Syllides*
- 2(1) Setas capilares presentes, surgimiento basal del cirro ventral (Fig. 2 A) .....  
 ..... *Streptospinigera heteroseta* Kudenov, 1983 GC  
 - Setas capilares ausentes, surgimiento distal del cirro ventral (Fig. 2 B) .....  
 ..... *Streptosyllis pettiboneae* Perkins, 1980 GC

### *Syllides* Örsted, 1845

- 1 Mangos de las setas compuestas con una cubierta transparente en la parte alargada del mismo ..... *S. gomezi* San Martín, 1990 GC  
 - Sin tal cubierta transparente ..... 2
- 2(1) Artejos de setas compuestas con espinas finas . *S. fulvus* (Marion & Bobretzky, 1875) GC  
 - Artejos de algunas setas compuestas con una o varias espinas largas en la base ..... 3

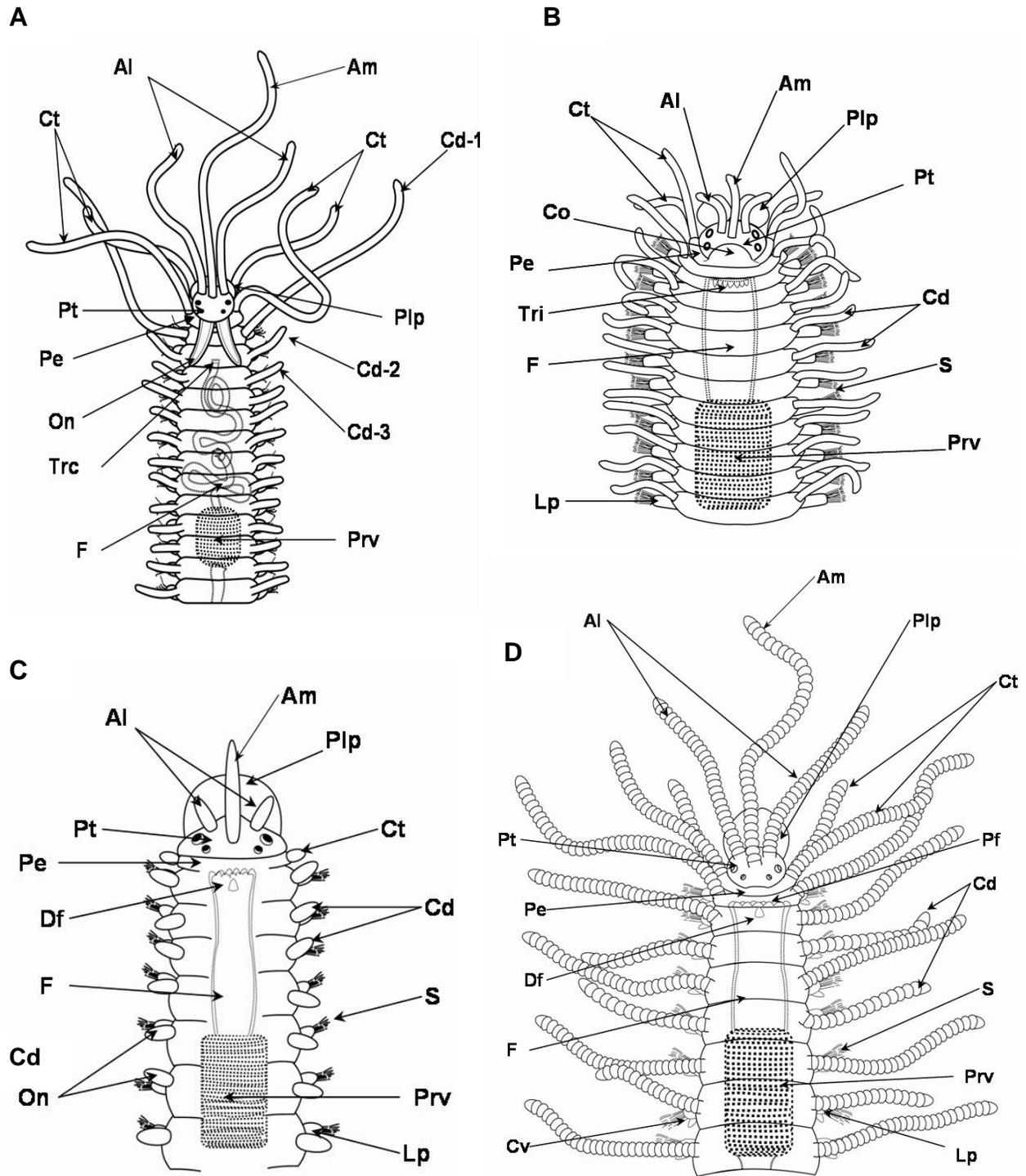


Fig. 1. Estructuras básicas para las distintas subfamilias. A) *Autolytinae*, B) *Anoplosyllinae* y *Eusyllinae*, C) *Exogoninae* y D) *Syllinae*. (Abreviaturas: Al=Antenas laterales, Am=Antena merdia, Cd=Cirros dorsales, Cd-1=Primer cirro dorsal, Cd-2=Segundo cirro dorsal, Cd-3=Tercer cirro dorsal, Co=Caperuza occipital, Ct=Cirros tentaculares, Cv=Cirro ventral, Df=Diente faríngeo, F=Faringe, Lp=Lóbulo parapodial, On=Organos nucales, Pe=Peristomio, Pf=Papilas faríngeas, Plp=Palpos, Prv=Proventrículo, Pt=Prostomio, S=Setas, Trc=Trepan completo, Tri=Trepan incompleto.

- 3(2) Con una sola espina larga en la base del artejo ..... *S. bansei* Perkins, 1981 GC  
 - Con unas tres espinas largas en la base del artejo ..... *S. floridanus* Perkins, 1981 GC

### Eusyllinae Malaquin, 1893

Organismos pequeños a medianos, usualmente de más de 10 mm de longitud, a veces hasta más de 50 mm; Palpos libres o fusionados solo en la base; órganos nucales evidentes; faringe armada, generalmente recta (Fig. 2A); Cirro ventral presente; con uno o dos pares de cirros tentaculares. Variados esquemas de reproducción: se reproducen en forma directa sin formar estolón, por epigamia con formación de estolones, a veces con incubación dorsal o ventral.

### Clave para géneros y especies

- 1 Faringe armada solo con diente medio-dorsal ..... 2  
 Faringe con diente medio-dorsal y/o trepan completo o incompleto ..... 12
- 2(1) Diente alejado de la abertura faríngea ..... *Opisthodontia*  
 Diente situado en la parte anterior de la faringe ..... 3
- 3(2) Antenas, cirros tentaculares y cirros dorsales de los primeros setíferos articulados o semiarticulados, presencia de papila sub-cirral ..... 4  
 - Apéndices anteriores lisos, papila sub-cirral ausente 5
- 4(3) Apéndices anteriores claramente articulados .....  
 ..... *Paraehlersia ferrugina* (Langerhans, 1881) GC, POT  
 - Apéndices anteriores vagamente articulados .....  
 ..... *Paraehlersia articulata* Kudenov & Harris, 1995 POT
- 5(3) Cirros dorsales muy pequeños, exceptuando el primer par, sobrepasan ligeramente el lóbulo parapodial ..... *Brevicirrosyllis weismanni* Langerhans, 1879 GC, CE  
 - Cirros dorsales más largos, rebasan por mucho el lóbulo parapodial ..... 6
- 6(5) Segmentos de la región media del cuerpo con grupos de 2-3 setíferos fusionados formando un solo segmento ..... 7  
 - Segmentos de la región media del cuerpo no fusionados ..... 8
- 7(6) Acícula de segmentos posteriores fuertemente engrosada, sobresale del lóbulo parapodial ..... *Synmerosyllis aciculata* (San Martín, 1990) GC  
 - Acícula de segmentos posteriores no engrosada, no sobresale del lóbulo parapodial .....  
 ..... *Synmerosyllis lamelligera* (Saint-Joseph, 1886) GC
- 8(6) Pseudoespiníferos presentes ..... 9  
 - Pseudoespiníferos ausentes ..... 10
- 9(8) Cirro dorsal ausente en el setífero 2 .....  
 ..... *Perkinsyllis homocirrata* (Hartmann-Schröder, 1958) POT  
 - Cirro dorsal presente en el setífero 2 ..... *Perkinsyllis spinisetosa* (San Martín, 1990) GC

- 10(8) Cirro dorsal ausente en el setígero 2 ..... 11  
 - Cirro dorsal presente en el setígero 2 ..... *Nudisyllis divaricata* (Keferstein, 1862) GC
- 11(10) Prostomio y lóbulos parapodiales con bandas ciliares muy marcadas .....  
 ..... *Westheidesyllis gesae* (Perkins, 1981) GC  
 - Sin tales bandas ciliares ..... *Westheidesyllis heterocirrata* (Hartmann-Schroeder, 1959) POT
- 12(1) Faringe larga y sinuosa con trepan completo ..... *Amblyosyllis*  
 - Faringe recta y sin trepan completo ..... 13
- 13(12) Faringe con diente medio-dorsal ..... 14  
 - Diente medio-dorsal ausente ..... *Odontosyllis*
- 14(13) Cirros ventrales insertos distalmente en los parapodios, pocos dientes en el trepan incompleto, algunos falcíferos con la lámina tridentada (Fig. 2 F) .....  
 ..... *Dioplosyllis octodentata* Perkins, 1980 GC  
 - Cirros ventrales insertos cerca de la base del parapodio, numerosos dientes en el trepan incompleto, sin falcíferos tridentados ..... *Eusyllis*

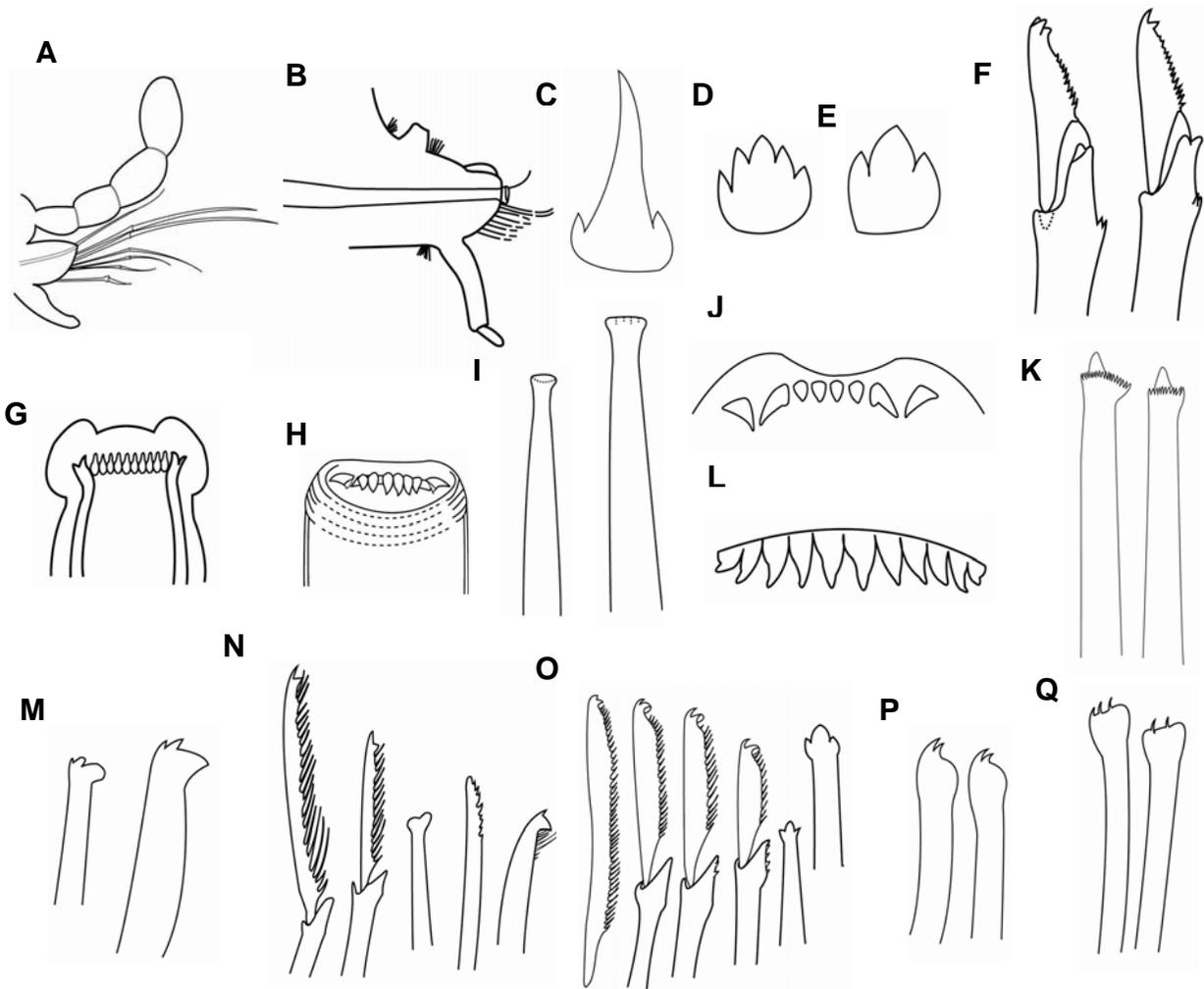
#### Clave para especies

##### *Amblyosyllis* Grube, 1857

- 1 Dientes del trepan tricúspides (Fig. 2 C y E) ..... 3  
 - Dientes del trepan pentacúspides (Fig. 2 D) ..... 2
- 2(1) Organos nucales cortos, mas o menos esféricos ..... *A. madeirensis* Langerhans, 1879 GC  
 - Organos nucales alargados ..... *A. speciosa* Izuka, 1912 POT
- 3(1) Dientes del trepan con el diente central pronunciadamente más largo y grande que los laterales (Fig. 2C) ..... *A. dorsigera* Claparède, 1864 GC  
 - Dientes del trepan con el diente central moderadamente más largo y grande que los laterales (Fig. 2E) ..... *A. algefnae* Viguier, 1886 GC

##### *Eusyllis* Malmgren, 1867

- 1 Cirro ventral del setígero 1 aplanado, en forma de hoja, más grande y diferente al resto de los cirros ventrales ..... *E. lamelligera* Marion & Bebretzky, 1875 GC, POT  
 - Todos los cirros ventrales más o menos de la misma forma ..... 2
- 2(1) Acícula de parapodios medios engrosada fuertemente, con la punta curvada, sobresale del lóbulo parapodial ..... *E. assimilis* von Marenzeller, 1875 POT  
 - Acícula no fuertemente engrosada y no sobresale del lóbulo parapodial ..... 3
- 3(2) Artejos de las setas compuestas de tamaño similar, varían muy poco en longitud ..... 4  
 - Artejos de las setas compuestas cortos y largos, claramente diferentes en tamaño .....  
 ..... *E. kupferi* Langerhans, 1879 GC
- 4(3) Antenas y cirros tentaculares semiarticulados ..... *E. blomstrandii* Malmgren, 1867 POT  
 - Antenas y cirros tentaculares lisos ..... *E. spirocirrata* Hartmann-Schröder, 1959 POT



**Fig. 2.** *Streptosyllis heteroseta* A) Parapodio vista lateral; *Streptosyllis pettiboneae* B) Parapodio vista lateral, cirro dorsal perdido; *Amblyosyllis dorsigera* C) Diente del trepan; *Amblyosyllis madeirensis* D) Diente del trepan; *Amblyosyllis algefnae* E) Diente del trepan; *Dioplosyllis octodentata* F) Falcígeros; *Odontosyllis brevipes* G) Faringe y dientes del Trepan; *Odontosyllis longigulata* H) Faringe y dientes del trepan, I) acículas anterior y posterior; *Odontosyllis heterodonta* J) faringe y dientes del trepan, K) Acículas anterior y posterior; *Odontosyllis undecimdongta* L) Dientes del trepan; *Synmersosyllis aciculata* M) Acículas media y posterior; *Perkinsosyllis spinisetosa* N) Falcígeros, acícula, seta simple dorsal y seta simple ventral; *Pionosyllis luquei* O) Falcígeros y acículas de parapodios medios. *Levidorum hartmanae* P) setas; *Levidorum pettiboneae* Q) setas.

### *Odontosyllis* Claparède, 1863

- |   |  |
|---|--|
| 1 Caperuza occipital presente (Fig. 1 B) .....                                    | 3  |
| - Caperuza occipital ausente .....  | 2  |
| 2(1) Faringe con 5 dientes puntiagudos .....                                      | <i>O. detecta</i> Augener, 1913 GC             |
| - Faringe con 10 dientes finos (Fig. 2 G) .....                                   | <i>O. brevipes</i> Hartmann-Schröder, 1959 POT |
| 3(1) Acícula puntiaguda, a menudo con una corona de dientecillos (Fig. 2 K) ..... | 4  |
| - Acícula con la punta roma, sin corona de dientecillos (Fig. 2 I) .....          | .....  |
| .....   | <i>O. longigulata</i> Perkins, 1981 GC         |

- 4(3) Faringe con 4 dientes cónicos centrales y 4 placas laterales (Fig. 2 J) .....  
 ..... *O. heterodonta* Góngora-Garza & de León-González, 1993 POT  
 - Faringe diferente al anterior ..... 5
- 5(4) Faringe con 11 dientes conicos que aumentan su tamaño hacia el centro (Fig. 2 L) .....  
 ..... *O. undecimdonga* Imajima & Hartman, 1964 POT  
 - Faringe diferente al anterior ..... 6
- 6(5) Faringe con 6 dientes y 2 placas laterales ..... 7  
 - Faringe diferente al anterior ..... 8
- 7(6) Faringe corta de 2-3 segmentos setíferos de largo .....  
 ..... *O. fulgurans* (Audouin & Milne-Edwards, 1833) GC, POT  
 - Faringe larga, de unos 6 segmentos ..... *O. twincaensis* Russell, 1989 GC
- 8(6) Faringe con 8 dientes ..... 9  
 - Faringe con 6 dientes sub-iguales ..... *O. luminosa* San Martín, 1990 GC
- 9(8) Faringe con 8 dientes sub-iguales ..... *O. octodentata* Treadwell, 1917 GC  
 - Faringe con 6 dientes centrales 2 mayores laterales ..... *O. dolerens* Westheide, 1974 POT

#### ***Opisthodonta* Langerhans, 1879**

- 1 Artejos de algunas setas compuestas con un tendón que conecta el diente proximal y el  
 borde del artejo ..... 2  
 - Artejos sin ese tendón ..... 3
- 2(1) Cirro dorsal más corto que la anchura del cuerpo *O. luquei* (San Martín, 1990) GC, POT  
 - Cirro dorsal más largo que la anchura del cuerpo ..... *O. templadoi* (San Martín, 1991) GC
- 3(1) Diente faríngeo localizado anteriormente ..... *O. uraga* (Imajima, 1966) POT  
 - Diente faríngeo claramente alejado de la abertura faríngea ..... 4
- 4(3) Falcíferos con una sola línea de espinas en el margen .....  
 ..... *O. mitcheli* Kudenov & Harris, 1995 POT  
 - Falcíferos con varias líneas de espinas en el margen .....  
 ..... *O. russelli* San Martín, López & Aguado, 2009 GC

#### ***Autolytinae* Langerhans 1879**

Cirro ventral ausente (aparentemente fusionado al lóbulo parapodial). Faringe larga y delgada, sinuosa. Trepan presente, diente único ausente. Apéndices, cuando presentes, lisos. Con 2 pares de cirros tentaculares. Organos nucales en forma de lengüeta sobre el dorso de los primeros setíferos (Fig. 1A). Reproducción por esquizogamia.

#### **Clave para especies**

- 1 Apéndices ausentes ..... 2  
 - Al menos antenas presentes ..... 3

- 2(1) Setas con dos grandes dientes (Fig. 2 P) ..... *Levidorum hartmanae* Perkins, 1987 GC  
 - Setas con 3 a 5 pequeñas espinas distales (Fig 2 Q) .... *Levidorum pettibonae* Perkins, 1987 GC
- 3(1) Cirróforos en cirros tentaculares y en el primer cirro dorsal solamente .....  
 ..... *Proceraea anopla* (Monro, 1933) GC  
 - Cirróforos presentes en todos los setíferos ..... *Myrianida*

### ***Myrianida* Milne-Edwards 1845**

- 1 Todos los apéndices con inclusiones hyalinas ..... *M. juventudensis* (San Martín, 1994) GC  
 - Apéndices sin inclusiones hyalinas ..... 2
- 2(1) Cirróforos muy largos, rebasan la longitud del lóbulo parapodial .....  
 ..... *M. brevicirrata* (Winternitz, 1936) GC  
 - Cirróforos no rebasan la longitud del lóbulo parapodial ..... 3
- 3(2) Trepan con dientes sub-iguales ..... 5  
 - Trepan con dientes de diferente tamaño ..... 4
- 4(3) Trepan con 2 dientes grandes y 25-38 dientes pequeños (Fig. 3 A) .....  
 ..... *M. dentalia* (Imajima, 1966) GC  
 - Trepan con 56-65 dientes formando 9 grupos (Fig. 3 E) .....  
 ..... *M. multidenticulata* (Westheide, 1974) GC
- 5(3) Ocelos ausentes, trepan con 16-21 dientes sub-iguales (Fig. 3 C) .....  
 ..... *M. arborea* (Westheide, 1974) POT  
 - Ocelos presentes ..... 6
- 6(5) Antena media y cirros anales de un color blanco brillante, trepan con 12-24 dientes sub-iguales (Fig 1J) ..... *M. quindecimdentata* (Langerhans, 1884) GC  
 - Antena media y cirros anales de otro color ..... 7
- 7(6) Con 4 manchas rojas dorsales en cada segmento ..... *M. rubropunctata* (Grube, 1860) GC  
 - Sin tales manchas rojas dorsales ..... 8
- 8(7) Faringe con una ondulación anterior al proventrículo, trepan con 24-33 dientes sub-iguales (Fig 1K) ..... *M. prolifera* (O. F. Müller, 1788) GC, POT  
 - Faringe con muchas ondulaciones anteriores al proventrículo, trepan con 9 o 15-16 dientes sub-iguales (Fig. 1M) ..... *M. convoluta* (Cognetti, 1953) GC

### **Exogoninae Langerhans, 1879**

Organismos pequeños a muy pequeños, generalmente de menos de 8 mm de largo. Palpos fusionados en toda o casi toda su longitud. Faringe recta, con o sin diente único, sin trepan. Cirro ventral presente. Con uno o dos pares de cirros tentaculares. Reproducción por epigamia con incubación de los huevos.

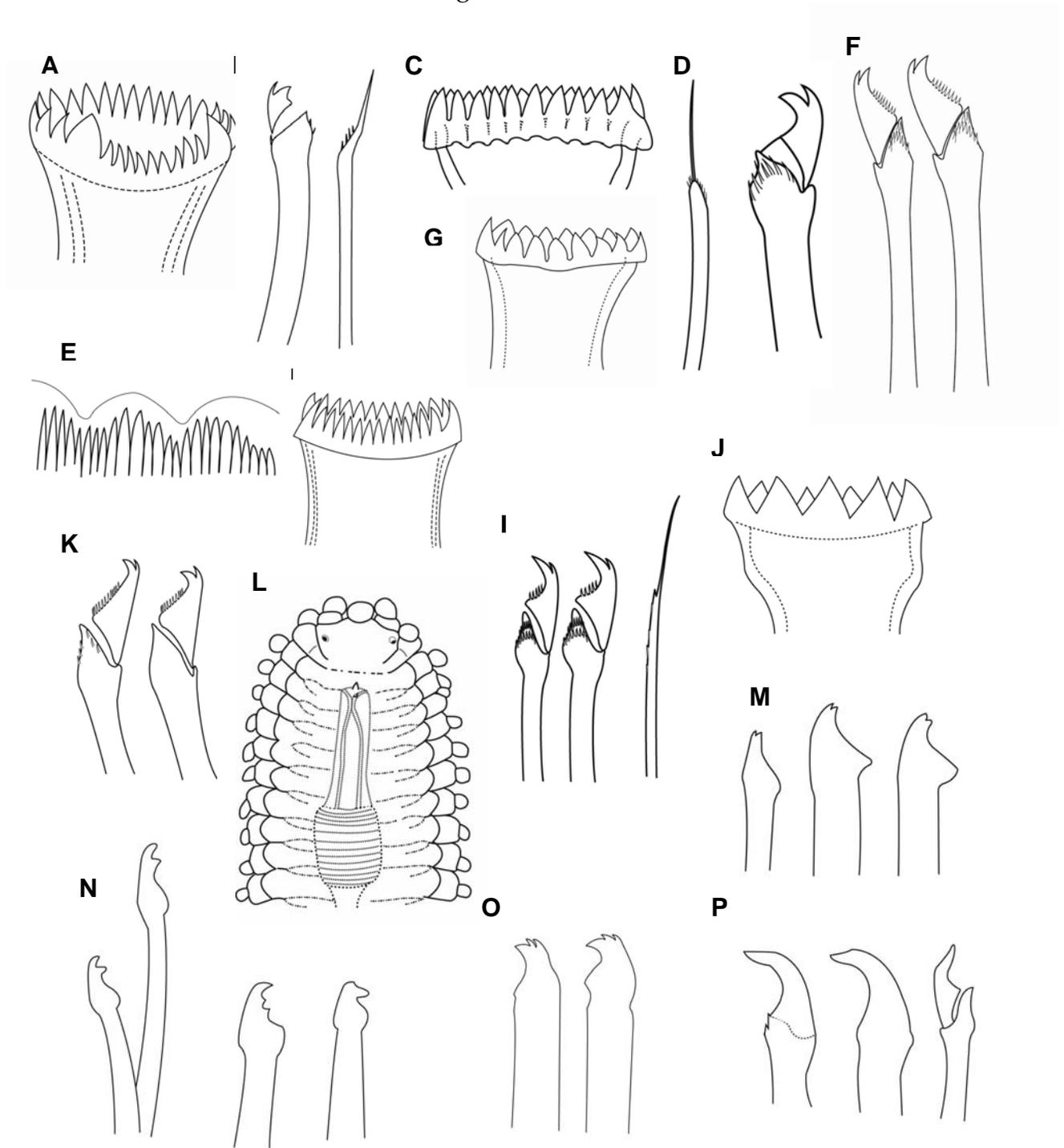


Figura 3. *Myriophyllis dentalia* A) trepan; *Myriophyllis arborea* B) falcígero y bayoneta, C) trepan; *Myriophyllis multidenticulata* D) bayoneta y falcígero, E) detalle del trepan; *Myriophyllis quindecimdentata* F) falcígeros, G) trepan; *Myriophyllis prolifera* H) trepan, I) falcígeros y bayoneta; *Myriophyllis convoluta* J) trepan; *Myriophyllis rubropunctata* K) falcígeros. *Plakosyllis quadrioculata* L) Vista dorsal anterior; *Haplosyllis spongicola* M) Setas anterior, media y posterior; *Haplosyllis agelas* N) Setas anterior, media y posterior; *Haplosyllides floridana* O) Setas; *Trypanosyllis inglei* Setas simples y falcígero unidentado.

## Clave para géneros y especies

- 1 Un par de cirros tentaculares ..... 2  
 - Dos pares de cirros tentaculares ..... 9
- 2(1) Palpos fusionados en toda su longitud, a veces con una pequeña muesca al final ..... 3  
 - Palpos fusionados en la mitad de su longitud ..... *Parapionosyllis*
- 3(2) Cirro dorsal piriforme (a veces en forma de cebolla), cuerpo cubierto con gran cantidad de papilas diminutas ..... 4  
 - Cirro dorsal papiliforme u ovoide, cuerpo liso ..... 7
- 4(3) Acícula con la punta formando ángulo recto, ocelos ausentes ..... *Sphaerosyllis*  
 - Acícula acuminada, ocelos usualmente presentes ..... 5
- 5(4) Antenas y cirros dorsales con cirróforo alargado y cirrostilo retráctil, setas compuestas siempre falcíferos cortos unidentados ..... 6  
 - Antenas y cirros dorsales sin cirrostilo retráctil, setas compuestas usualmente con láminas alargadas ..... *Erinaceosyllis*
- 6(5) Ocelos presentes (Fig. 4 L) ..... *Prosphaerosyllis riseri* Perkins, 1980 GC  
 - Ocelos ausentes (Fig. 4 K) ..... *Prosphaerosyllis brevidentata* Perkins, 1980 GC
- 7(3) Setas compuestas de dos tipos, falcíferos y pseudoespiníferos, a veces las láminas se pierden o se fusionan al mango formando setas simples ..... 8  
 - Setas compuestas solo falcíferos con láminas de tamaño similar, aunque a veces las láminas se alargan pero mantienen la misma forma general ..... *Parexogone*
- 8(7) Falcíferos de láminas cortas fusionadas al mango .....  
 ..... *Sylline naidinoides* Westheide, 1974 GC, POT  
 - Setas compuestas falcíferos y espiníferos ..... *Exogone*
- 9(1) Dorso liso ..... 11  
 - Dorso papilado ..... 10
- 10(9) Falcíferos unidentados ..... *Cicese arenacea* (Rioja, 1943) POT  
 - Falcíferos bidentados ..... *Cicese sphaerosylliformis* Díaz-Castañeda & San Martín, 2001 POT
- 11(9) Acículas acuminadas, durante la reproducción la fijación de los huevos y embriones es dorsal ..... *Salvatoria*  
 - Acículas con la punta redondeada, hinchada y hueca, durante la reproducción la fijación de los huevos y embriones es ventral ..... *Brania*

***Brania* Quatrefages, 1865**

- 1 Cirro dorsal ausente en el setífero 2 ..... 2  
 - Cirro dorsal presente en el setífero 2 ..... 3
- 2(1) Seta simple inferior bidentada (Fig. 4 A), proventrículo con aprox. 45 ACM .....  
 ..... *B. gallagheri* Perkins, 1981 GC  
 - Seta simple inferior unidentada (Fig. 4 B), proventrículo con aprox. 30 ACM .....  
 ..... *B. wellfleetensis* Pettibone, 1956 GC

3(1) Falcígeros con lámina corta .....	4
- Falcígeros con lámina larga .....	<i>B. glandulosa</i> Hartmann-Schröder, 1980 GC
4(3) Antena media mayor que las laterales .....	5
- Antenas de longitud similar .....	<i>B. uebelackerae</i> Ruiz-Ramirez & Salazar-Vallejo, 2001 GC
5(4) Proventrículo con aprox. 30-32 ACM .....	.....
.....	<i>B. russelli</i> Ruiz-Ramirez & Salazar-Vallejo, 2001 GC
- Proventrículo con aprox. 18-20 ACM .....	.....
.....	<i>B. westheidei</i> Ruiz-Ramirez & Salazar-Vallejo, 2001 GC

### *Erinaceusyllis* San Martín, 2005

1 Ojos presentes .....	2
- Ojos ausentes .....	<i>E. longilamina</i> (Russell, 1989) GC
2(1) Falcígeros bidentados .....	3
- Falcígeros unidentados, ocasionalmente algunas setas con el último diente de la serración fina algo más largo que los demás aparentando ser bidentada .....	4
3(2) Ocelos presentes .....	<i>E. bilobata</i> (Perkins, 1981) GC
- Ocelos ausentes .....	<i>E. parvoculata</i> (Russell, 1989) GC
4(2) Diente faríngeo cerca del margen anterior, proventrículo con aprox 13 ACM.....	.....
.....	<i>E. belizensis</i> (Russell, 1989) GC
- Diente faríngeo a 1/3 de la longitud de la faringe, proventrículo con aprox 18-21 ACM .....	.....
.....	<i>E. perkinsi</i> (Riser, 1991) GC

### *Exogone* Örsted, 1845

1 Antenas de longitud similar .....	2
- Antena media claramente mayor que las laterales .....	4
2(1) Cirro dorsal presente en el setígero 2 .....	3
- Cirro dorsal ausente en el I setígero 2 .....	<i>E. verugera</i> Claparede, 1868 GC, POT
3(2) Acícula acuminada .....	<i>E. bondi</i> Ruiz-Ramirez & Salazar-Vallejo, 2001 GC
- Acícula con la punta redondeada .....	<i>E. breviantennata</i> Hartman-Schröder, 1979 GC, POT
4(1) Espinífero del setígero 2 con una prolongación triangular en el mango .....	5
- Sin tal modificación del espinífero del setígero 2 .....	8
5(4) Antenas de longitud similar, cortas .....	<i>E. uniformis</i> Hartman, 1961 GC
- Antena media claramente más larga que las laterales .....	6
6(5) Seta simple superior con una espina dorsal bien definida (Fig. 4 C) .....	.....
.....	<i>E. arenosa</i> Perkins, 1980 GC
Sin tal espina en la seta simple superior .....	7

- 7(6) Seta simple dorsal de setígeros medios y posteriores engrosada, fuertemente bidentada (Fig. 4 D), proventrículo corto con aprox. 15 ACM ..... *E. pseudolourei* San Martín, 1991 GC  
 - Seta simple dorsal sin tal modificación, proventrículo con aprox. 20 ACM.....  
 ..... *E. lourei* Berkeley & Berkeley, 1948 GC, POT
- 8(4) Antenas insertas aproximadamente en la mitad del prostomio, entre los ojos anteriores; antena media a lo sumo 2.5 veces más larga que las laterales .....  
 ..... *E. dispar* (Webster, 1879) GC, POT  
 - Antenas insertas en la parte anterior del prostomio; antena media al menos 4 veces más larga que las laterales ..... *E. longicornis* Westheide, 1974 POT

### *Parapionosyllis* Fauvel, 1923

- 1 Cirro dorsal liso, ojos presentes ..... 2  
 - Cirro dorsal biarticulado, ojos ausentes ..... *P. floridana* San Martín, 1991 GC
- 2(1) Ocelos presentes ..... *P. longicirrata* (Webster & Benedict, 1884) GC  
 - Ocelos ausentes (Fig. 4 F) ..... *P. uebelackerae* San Martín, 1991 GC

### *Parexogone* (Mesnil & Caullery, 1918)

- 1 Cirro dorsal ausente en el setígero 2 ..... 2  
 - Cirro dorsal del setígero 2 presente ..... 6
- 2(1) Antenas diminutas, aproximadamente de la misma longitud ..... 3  
 - Antenas no diminutas, antena media mayor que las laterales ..... 4
- 3(2) Seta simple inferior sub-bidentada, ocasionalmente con dos dientecllos secundarios .....  
 ..... *P. atlantica* (Perkins, 1980) GC  
 - Seta simple inferior unidentada, cuerpo delgado y frágil (Fig. 4 G) descrita para las Islas Galápagos ..... *P. microtentaculata* (Westheide, 1974) POT
- 4(2) Antenas situadas en el centro del prostomio ..... 5  
 - Antenas situadas en la parte posterior del prostomio ..... *P. caribensis* San Martín, 1991 GC
- 5(4) Antena media 1/3 más larga que las laterales, falcígeros con el mango liso .....  
 ..... *P. mediterranea* San Martín, 1984 GC  
 - Antena media del doble de la longitud que las laterales, falcígeros con el mango serrado ....  
 ..... *P. sanmartini* Ruiz-Ramírez & Salazar-Vallejo, 2001 GC
- 6 (1) Con dos paquetes glandulares dorsales en la base del parapodio .....  
 ..... *P. glandulosa* (Rioja, 1943) POT  
 Sin tales paquetes glandulares ..... 7
- 7 (6) Seta simple dorsal y ventral con aristas que sobrepasan la longitud de los dientes ..... 8  
 - Sin tales setas ..... *P. exmouthensis* (Hartmann-Schröder, 1980) GC
- 8 (7) Antena media se extiende hasta la punta de los palpos, .....  
 ..... *P. longicirris* (Webster & Benedict, 1887) GC  
 - Antena media del doble de la longitud del prostomio y los palpos juntos .....  
 ..... *P. wolfi* San Martín, 1991 GC

**Salvatoria McIntosh, 1885**

1 Ocelos presentes .....	2
- Ocelos ausentes .....	10
2 (1) Antena media situada cerca del margen posterior del prostomio .....	3
- Antena media situada entre el par de ojos anteriores .....	6
3 (2) Cirros dorsales cortos, un poco más largos que la longitud del lóbulo parapodial .....	4
- Cirros dorsales largos, sobrepasan por mucho la longitud del lóbulo parapodial .....	5
4 (3) Seta simple dorsal unidentada .....	<i>S. oculata</i> (Hartmann-Schröder, 1960) GC
- Seta simple dorsal bidentada (Fig. 4 H) .....	<i>S. rugulosa</i> (Verrill, 1900) GC
5 (3) Falcígeros unidentados, a veces el superior con un dientecillo mas largo que los demas, aparentando ser sub-bidentado .....	<i>S. limbata</i> Claparède, (1868) GC
- Falcígeros bidentados .....	<i>S. vieitezi</i> (San Martín, 1984) GC
6 (2) Faringe con el diente situado en la parte anterior .....	7
- Faringe con el diente situado en la parte media .....	<i>S. mediodentata</i> (Westheide, 1974) POT
7 (6) Cirros dorsales largos, sobrepasan por mucho la longitud del lóbulo parapodial, acícula capilar presente .....	8
Cirros dorsales cortos, un poco más largos que la longitud del lóbulo parapodial.....	<i>S. heterocirra</i> (Rioja, 1941) GC, POT
8 (7) Acícula capilar presente .....	9
- Acícula capilar ausente (Fig. 4 J) .....	<i>S. nitidula</i> (Verrill, 1900) GC
9 (8) Setígeros anteriores y medios con acícula capilar .....	<i>S. concinna</i> (Westheide, 1974) POT
- Setígeros medios y posteriores con acícula capilar .....	<i>S. euritmica</i> (Sardá, 1984) GC
10 (1) Antena media situada en el centro del prostomio .....	11
- Antena media situada cerca del borde anterior del prostomio .....	<i>S. subterranea</i> (Hartmann-Schröder, 1956) GC
11 (10) Falcígeros unidentados, cirro dorsal del setígero 2 ausente .....	<i>S. swedmarki</i> (Gidholm, 1962) GC
- Falcígeros bidentados, cirro dorsal del setígero 2 presente ..	<i>S. clavata</i> (Claparède, 1863) GC

**Sphaerosyllis Claparède, 1863**

1 Ojos ausentes .....	2
- Ojos presentes .....	3
2 (1) Antena media posterior, laterales en el centro del prostomio .....	<i>S. renaudae</i> Hartmann-Schröder, 1958 GC
- Todas las antenas posteriores .....	<i>S. anoculata</i> Hartmann-Schröder, 1980 GC
3 (1) Glándulas parapodiales presentes .....	5
- Glándulas parapodiales ausentes .....	4

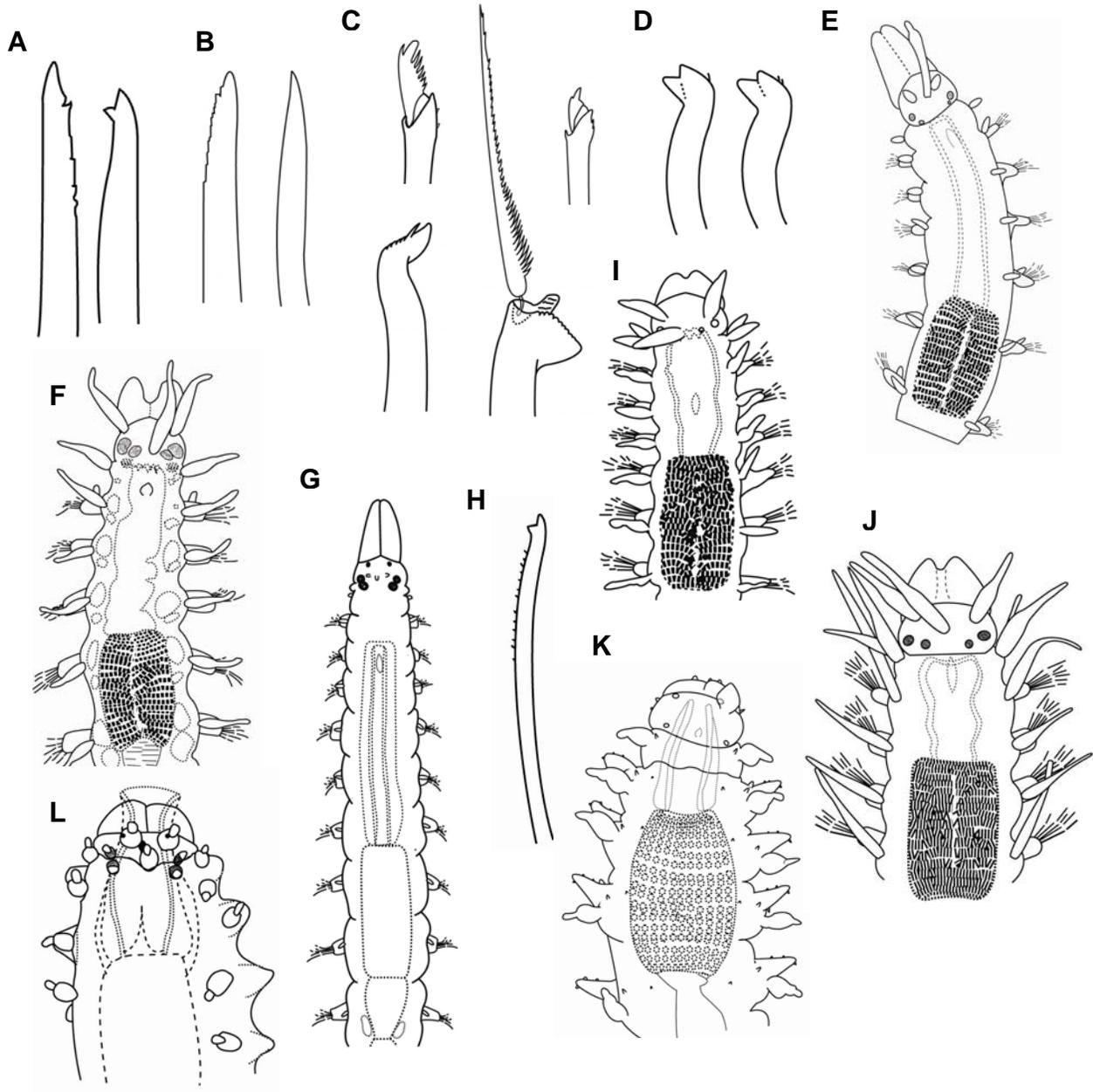


Figura 4. *Exogoninae* *Brania gallaheri* A) Setas simples dorsal y ventral; *Brania wellfletensis* B) Setas simples dorsal y ventral; *Exogone arenosa* C) Seta simple superior, pseudoespínigero y falcígeros; *Exogone pseudolourei* D) seta simple dorsal, E) Vista dorsal anterior; *Parapionosyllis uebelackerae* F) Vista dorsal anterior; *Parexogone microtentaculata* G) Vista dorsal anterior; *Salvatoria rugulosa* H) Seta simple dorsal, I) Vista dorsal anterior; *Salvatoria nitidula* J) Vista dorsal anterior; *Prosphaerosyllis brevidentata* K) Vista dorsal anterior; *Prosphaerosyllis riseri* L) Vista dorsal anterior.

4 (3) Prostomio y peristomio fusionados ..... *S. pirifera* Claparède, 1868 GC  
 - Prostomio y peristomio no completamente fusionados ..... *S. piriferopsis* Perkins, 1981 GC

5 (3) Antena media surge de la parte posterior del prostomio ..... 7  
 - Antena media surge de la parte anterior del prostomio ..... 6

- 6 (5) Faringe con diente muy grande ..... *S. magnidentata* Perkins, 1981 GC  
 - Faringe con el diente de tamaño normal ..... *S. sandrae* Alvarez & San Martín, 2009 GC
- 7 (5) Glándulas parapodiales con granulos esféricos ..... *S. glandulata* Perkins, 1981 GC  
 - Glándulas parapodiales con bastoncillos ..... 8
- 8 (7) Todos los setíferos con falcíferos compuestos ..... *S. taylori* Perkins, 1981 GC  
 - Parapodios medios y posteriores con setas simples formadas por la pérdida de la lámina ...  
 ..... *S. aciculata* Perkins, 1981 GC

### Syllinae Grube, 1850

Organismos de tamaño mediano a grande, usualmente mayores a 10 mm. Palpos libres o fusionados solamente en su base. Antenas, cirros tentaculares, dorsales y anales articulados. Por lo general dos pares de cirros tentaculares. Organos nucales pequeños o inconspicuos. Reproducción por esquizogamia.

### Clave para géneros y especies

- 1 Organos nucales como peines formados por varias laminas .....  
 ..... *Nuchalosyllis lamellicornis* Rullier & Amoureux, 1979 GC  
 - Organos nucales, si presentes, de otra forma ..... 2
- 2(1) Apéndices cortos, esféricos, de un solo artejo ..... 3  
 - Apéndices largos, articulados o semiarticulados ..... 4
- 3(2) Dorso cubierto con dos filas longitudinales de tubérculos esféricos, similares a los apéndices ..... *Eurysyllis tuberculata* Ehlers, 1864 GC  
 Dorso sin tales tubérculos (Fig. 3 L) ..... *Plakosyllis quadrioculata* Perkins, 1981 GC
- 4(2) Cuerpo aplanado dorsoventralmente, Palpos completamente separados el uno del otro .  
 ..... 5  
 - Cuerpo sub-cilíndrico, generalmente con la parte ventral aplanada, palpos fusionados en la base ..... 6
- 5(4) Faringe inerme, cuerpo cubierto con papilas y surcos .....  
 ..... *Xenosyllis scabra* (Ehlers, 1864) GC, POT  
 - Faringe armada, con diente único, trepan o la combinación de ambos ..... *Trypanosyllis*
- 6(4) Solo con setas simples ..... 7  
 - Principalmente con setas compuestas ..... 9
- 7(6) Antenas, cirros tentaculares y dorsales lisos, setas tridentadas (Fig. 3 O) .....  
 ..... *Haplosyllides floridana* Augener, 1924 GC  
 - Antenas, cirros tentaculares y dorsales articulados, setas uni- o bi-dentadas ..... 8
- 8(7) Setas bidentadas, con dientes pequeños, con el mango subtriangular y amplio (Fig. 3 M), primer cirro dorsal con 24-40 artejos ..... *Haplosyllis spongicola* (Grube, 1855) GC, POT

- Setas bidentadas con ambos dientes grandes, mango reducido y redondeado (Fig. 3 N), primer cirro dorsal con 14-20 artejos ..... *Haplosyllis agelas* Uebelacker, 1982 GC
- 9(6) Faringe inerme ..... 10
- Faringe armada ..... 11
- 10(9) Prostomio sub-circular con escotadura nugal .....  
..... *Inermosyllis curacaensis* Augener, 1927 GC
- Prostomio oval, sin escotadura nugal .....  
..... *Inermosyllis mexicana* (Góngora-Garza & De León-González, 1993) POT
- 11(9) Cirros dorsales de dos tipos, largos y cirriformes alternados con cortos y ovoides .....  
..... *Parasphaerosyllis*
- Todos los cirros con aproximadamente la misma forma ..... 12
- 12(11) Faringe armada con trepan y diente medio-dorsal ..... *Dentatisyllis*
- Faringe armada solo con diente medio-dorsal ..... 13
- 13(12) Diente medio-dorsal situado en la parte media o posterior de la faringe .....  
..... *Opisthosyllis*
- Diente medio-dorsal situado en la parte anterior de la faringe ..... 14
- 14(13) Artejos de algunas setas compuestas en forma de garra, dobladas en contra del mango ..... *Branchiosyllis*
- Sin tales setas en forma de garra ..... *Syllis*

#### ***Branchiosyllis* Ehlers, 1887**

- 1 Con protuberancias sobre los lóbulos parapodiales que son consideradas branquias ..... 2
- Sin tales protuberancias o branquias ..... 4
- 2 (1) Branquias bi-lobuladas ..... *B. pacífica* Rioja, 1941 POT
- Branquias uni-lobuladas ..... 3
- 3 (2) Todas las setas en forma de garra ..... *B. oculata* Ehlers, 1887 GC
- Con setas en forma de garra y falcíferos no modificados ..... *B. diazi* Rioja, 1959 GC
- 4 (1) Falcíferos de setíferos anteriores con la lámina larga y algo curva .....  
..... *B. lorenae* San Martín & Boone, 1999 GC
- Sin tales falcíferos en los setíferos anteriores ..... *B. exilis* (Gravier, 1900) GC, POT

#### ***Dentatisyllis* Perkins, 1980**

- 1 Trepan con aprox. de 10 dientes ..... 2
- Trepan con aproximadamente 50 dientecillos .....  
..... *D. morrocoyensis* San Martín & Boone, 1999 GC
- 2 (1) Cirros dorsales de setíferos medios con mas de 30 artejos .... *D. carolinae* (Day, 1973) GC
- Cirros dorsales de setíferos medios con 3-8 artejos ..... *D. mangalis* Russel, 1995 GC

***Opisthosyllis* Langerhans, 1879**

- 1 Diente medio-dorsal muy grande y situado en la parte media de la faringe ..... *O. longidentata* San Martín, 1991 GC  
 - Diente medio-dorsal situado en la parte posterior de la faringe ..... 2
- 2(1) Setígeros medios con una o dos setas simples formadas por el engrosamiento del mango y la pérdida del artejo ..... *O. japonica* Imajima, 1966 GC, POT  
 - Setígeros medios sin tales setas ..... 3
- 3(2) Falcígeros unidentados solamente ..... 4  
 - Falcígeros bidentados, setígeros posteriores con falcígeros unidentados ..... *O. corallicola* Hartmann-Schröder, 1965 GC
- 4(3) Falcígeros posteriores con el mango engrosado y con un pequeño diente distal, antena media con aprox. 25 artejos ..... *O. brunnea* Langerhans, 1879 GC, POT  
 - Sin tal engrosamiento del mango en falcígeros posteriores, antena media con aprox. 14 artejos ..... *O. arboricola* Hartmann-Schröder, 1959 GC

***Parasphaerosyllis* Monro, 1937**

- 1 Setígeros medios y posteriores solo con setas simples formadas por la pérdida del artejo y el engrosamiento del mango ..... *P. malimalii* Capa, San Martín & López, 2001 POT  
 - Setígeros medios sin tales setas ..... 2
- 2(1) Cirros dorsales se setígeros medios y posteriores alternados de manera regular uno a uno, un cirriforme y un globoso ..... 3  
 - Cirros dorsales alternados de manera muy irregular ..... *Parasphaerosyllis* sp A POT
- 3(2) Ojos presentes ..... *P. indica* Monro, 1937 GC, POT  
 - Ojos ausentes ..... *Parasphaerosyllis* sp B POT

***Syllis* Lamarck, 1818**

- 1 Acícula de setígeros posteriores con la punta hinchada y hueca ..... 2  
 - Acícula de setígeros posteriores de otra forma ..... 3
- 2(1) Falcígeros claramente bidentados, con los dientes sub-iguales ..... *S. prolifera* (Krohn, 1852) GC, POT  
 - Falcígeros unidentados o sub-bidentados ..... *S. vivipara* Krohn, 1869 GC
- 3(1) Setígeros medios y posteriores con setas simples formadas por la fusión del mango y el artejo o por el engrosamiento del mango y la pérdida del artejo ..... 4  
 - Sin tales setas en setígeros medios y posteriores ..... 7
- 4(3) Setas simples formadas por la fusión del mango y el artejo ..... 5  
 - Setas simples formadas por el engrosamiento del mango y la pérdida del artejo ..... 6
- 5(4) Con setas simples en forma de "Y" (Ipsiloides) ..... *S. gracilis* Grube, 1840 GC, POT  
 - Sin ese tipo de setas ..... *S. brasiliensis* McIntosh, 1885 GC

- 6(4) Falcígeros sub-bidentados a unidentados, proventrículo dos veces más largo que la faringe, con aprox. 38-42 ACM ..... *S. amica* Quatrefages, 1865 GC, POT  
 - Falcígeros unidentados, proventrículo del mismo largo que la faringe, con aprox. 45-50 ACM ..... *S. elongata* (Johnson, 1901) POT
- 7(3) Setas compuestas: falcígeros y pseudo-espinígeros ..... 8  
 - Setas compuestas solamente falcígeros ..... 22
- 8(7) Segmentos anteriores con 20-28 setas compuestas por haz .....  
 ..... *S. heterochaeta* Moore, 1909 GC, POT  
 - Segmentos anteriores con menos de 20 setas compuestas por haz ..... 9
- 9(8) Tres pares de glándulas dorsales en los setígeros 14-16 .....  
 ..... *S. maryae* San Martín, 1992 GC  
 - Sin tales glándulas ..... 10
- 10(9) Patrón de coloración en forma de ochos en la región anterior .....  
 ..... *S. alosae* San Martín, 1992 GC  
 - Sin patrón de coloración ..... 11
- 11(10) Parte basal de la faringe dividida en 10 regiones longitudinales, cada una con una hilera de 5 a 6 papilas .....  
 ..... *S. papillosus* Tovar-Hernández, Granados-Barba & Solis-Weiss, 2002 GC  
 - Parte basal de la faringe sin tales hileras de papilas ..... 12
- 12(11) Ojos presentes ..... 13  
 - Ojos ausentes ..... 21
- 13(12) Cirro dorsal de la región media del cuerpo con aprox. 40 artejos .....  
 ..... *S. magna* Westheide, 1974 POT  
 - Cirro dorsal de la región media del cuerpo con 10-30 artejos ..... 14
- 14(13) Acícula capilar presente ..... 15  
 - Acícula capilar ausente 16
- 15(14) Pseudo-espinígeros unidentados .....  
 ..... *S. beneliahuae* (Campoy & Alquézar, 1982 GC, POT  
 - Pseudoespinígeros bidentados ..... *S. garciai* (Campoy, 1982) GC
- 16(14) Parapodios de todas las regiones con una sola acícula ..... 17  
 - Al menos los parapodios de la región anterior con varias acículas ..... 18
- 17(16) Proventrículo con aprox. 40 ACM ..... *S. botosaneanui* (Hartmann-Schröder, 1973) GC  
 - Proventrículo con aprox. 24-27 ACM ..... *S. rosea* (Langerhans, 1879) GC
- 18 (16) Cirro dorsal de la región media del cuerpo con 10-13 artejos .....  
 ..... *S. mexicana* (Rioja, 1960) GC  
 - Cirro dorsal de la región media del cuerpo con 24-28 artejos ..... 19
- 19(18) Acícula posterior acuminada ..... *S. broomensis* (Hartmann-Schröder, 1979) GC  
 - Acícula posterior recta y aguda ..... 20
- 20(19) Seta simple ventral unidentada, borde serrado ..... *S. alternata* Moore, 1908 POT  
 - Seta simple ventral bidentada, borde liso ..... *S. cornuta* (Rathke, 1843) GC, POT

- 21(12) Antena media situada en la mitad posterior del prostomio, con 32 artejos, proventrículo con aprox. 34-35 ACM ..... *S. caeca* Monro, 1933 POT  
 - Antena media situada en la mitad del prostomio, con 24-26 artejos, proventrículo con 40-43 ACM ..... *S. hyperioni* Dorsey & Phillips, 1987 POT
- 22(7) Segmentos anteriores con 20-25 setas por haz ..... *S. vittata* Grube, 1840 GC  
 Segmentos anteriores como máximo con 16-17 setas por fascículo ..... 23
- 23(22) Peristomio y algunos segmentos anteriores completamente pigmentados ..... 24  
 - Segmentos anteriores no completamente pigmentados ..... 25
- 24(23) Peristomio y setígeros 1, 2, 7, 8 y 9 completamente pigmentados .....  
 ..... *S. okadai* Fauvel, 1934 POT  
 - Peristomio y setígero 1 completamente pigmentados, setígeros 2 y 3 sin pigmento, segmentos anteriores con una delgada banda roja transversal .....  
 ..... *S. barbata* San Martín, 1992 GC
- 25(23) Cuerpo dorsoventralmente aplanado ..... 26  
 - Cuerpo subcilíndrico, generalmente con el vientre plano ..... 27
- 26(25) Falcígeros unidentados ..... *S. adamanteus* (Treadwell, 1941) POT  
 - Falcígeros bidentados ..... *S. castroviejoi* Capa, San Martín & López, 2001 POT
- 27(25) Diente medio-dorsal alejado de la abertura faríngea ..... 28  
 - Diente medio-dorsal muy cercano a la abertura faríngea ..... 29
- 28(27) Falcígeros unidentados a sub-bidentados, seta simple ventral finamente bidentada .....  
 ..... *S. pectinans* Haswell, 1920 GC  
 - Falcígeros bidentados, seta simple ventral claramente bidentada .....  
 ..... *S. riojai* (San Martín, 1992) GC
- 29(27) Solamente falcígeros unidentados ..... *S. fasciata* Malmgren, 1867 GC  
 - Falcígeros bidentados o sub-bidentados, a veces en combinación con unidentados ..... 30
- 30(29) Diente secundario de los falcígeros ventrales en la región media del cuerpo al menos el doble del grueso que el diente primario ..... 31  
 - Diente secundario de tales falcígeros igual, más pequeño o ligeramente más grande que el diente primario ..... 34
- 31(30) Segmentos medios con 1-3 falcígeros engrosados ..... 32  
 - Segmentos medios sin tales falcígeros ..... 33
- 32(31) Falcígeros engrosados con la lámina más corta que los "falcígeros normales" .....  
 ..... *S. ortizi* San Martín, 1992 GC  
 - Falcígeros engrosados con la lámina más larga que los "falcígeros normales" .....  
 ..... *S. magnipectinis* Storch, 1967 GC
- 33(31) Cirros dorsales en segmentos medios con 23-25 artejos .....  
 ..... *S. glarearia* (Westheide, 1974) POT  
 - Cirros dorsales en segmentos medios con 36-38 artejos .....  
 ..... *lutea* (Hartmann-Schröder, 1960) GC

34(30) Antenas, cirros tentaculares y cirros del primer setífero de 2 a 3 veces más largos que el resto .....	<i>S. heterocirrata</i> (Hartmann-Schröder, 1960) GC	
- Los apéndices con la misma longitud relativa .....		35
35(34) Cirro dorsal de la región media del cuerpo con menos de 10 artejos .....		36
- Cirro dorsal de la región media del cuerpo con más de 15 .....		37
36(35) Acícula posterior con la punta roma .....	<i>S. hyalina</i> Grube, 1863 GC, POT	
- Acícula posterior acuminada .....	<i>S. armillaris</i> (O. F. Müller, 1771) GC, POT	
37(35) Primer par de cirros dorsales mucho más gruesos que el resto .....		
.....	<i>S. setoensis</i> (Imajima, 1966) POT	
- Todos los cirros dorsales con el mismo grosor relativo .....		38
38(37) Falcígeros de la región media del cuerpo con el mango ahorquillado .....		
.....	<i>S. bifurcata</i> (Hartmann-Schröder, 1980) GC	
- Falcígeros de otra forma .....		39
39(38) Todos los parapodios con una sola acícula .....	<i>S. truncata</i> Haswell, 1920 GC, POT	
- Setíferos anteriores con al menos dos acículas .....		40
40(39) Patrón de coloración presente .....		41
- Patrón de coloración ausente .....		42
41(40) Patrón de coloración en forma de ocho o anteojos ....	<i>S. variegata</i> Grube, 1860 GC, POT	
- Con dos bandas transversas rojizas en cada segmento anterior .....		
.....	<i>S. bella</i> (Chamberlin, 1919) POT	
42(40) Segmentos anteriores con 2-3 acículas por parapodio .....		43
- Segmentos anteriores con 4-5 acículas por parapodio .....		44
43(42) Los falcígeros más dorsales de la región media con los dos dientes muy cercanos entre sí .....	<i>S. danieli</i> San Martín, 1992 GC	
- Falcígeros con los dientes no tan cercanos entre sí .....		
.....	<i>S. gerlachi</i> (Hartmann-Schröder, 1960) GC, POT	
44(42) Seta simple dorsal unidentada, cirros dorsales de la región media con 20-24 y 16-18 artejos .....	<i>S. aciculata</i> Treadwell, 1945 POT	
- Seta simple dorsal bidentada, cirros dorsales de la región media con 44-50 y 35-38 artejos ...		
.....	<i>S. corallicola</i> Verrill, 1900 GC, POT	

### *Trypanosyllis* Claparède, 1864

1 Con setas simples formadas por la fusión del mango y el artejo (Fig. 3 P) .....		
.....	<i>T.inglei</i> Perkins, 1981 GC	
- Sin tales setas simples .....		2
2(1) Trepan con 10 dientes diminutos y un diente medio-dorsal grande .....		
.....	<i>T. parvidentata</i> Perkins, 1981 GC	
- Trepan con dientes no diminutos, con o sin diente medio-dorsal .....		3

- 3(2) Falcígeros unidentados ..... *T. prampramensis* Augener, 1918 GC  
 - Falcígeros bidentados ..... 4
- 4(3) Proventrículo más largo que la faringe ..... *T. vittigera* Ehlers, 1887 GC  
 - Proventrículo más corto que la faringe ..... 5
- 5(4) Cirros dorsales de setígeros medios con 3-4 artejos ..... *T. savagei* Perkins, 1980 GC  
 - Cirros dorsales de setígeros medios con al menos 5-6 artejos ..... 6
- 6(5) Con patrón de coloración, dos bandas transversas oscuras en cada segmento .....  
 ..... *T. zebra* (Grube, 1960) GC, POT  
 - Sin patrón de coloración ..... 7
- 7(6) Cuerpo pequeño, hasta 12 mm de largo. Falcígeros bidentados con los dos dientes subiguales o incluso el secundario ligeramente mayor que el primario .....  
 ..... *T. coeliaca* Claparède, 1868 GC  
 - Cuerpo grande, hasta 60-70 mm de longitud. Falcígeros bidentados con el diente secundario claramente más pequeño que el primario .... *T. gemmipara* Jonson, 1901. GC, POT

## Referencias

- Aguado MT, G San Martín & E Nishi 2008 Contribution to the knowledge of Syllidae (Annelida, Phyllodocida) from Japan with descriptions of three new species. *Syst and Biodiver* 6(4):521-550.
- Aguado MT & G San Martín 2008 Re-description of some enigmatic genera of Syllidae (Phyllodocida: Polychaeta). *Jour of the Mar Biol Assoc of the Unit King*. 88(1): 35-56.
- Aguado MT & G San Martín 2009 Phylogeny of Syllidae (Polychaeta) based on morphological data. *Zool. Scrip.* 2009: 1-24.
- Alvarez P & G San Martín 2009 A new specie of *Sphaerosyllis* (Annelida: Polychaeta: Syllidae) from Cuba, with a list of syllids from Guanahacabibes Biosphere Reserve (Cuba). *Jour of the Mar Biol Assoc of the Unit King* 1-9.
- Augener H 1927 Polychaeten von Curaçao, Bijdragen tot de Kennis der Fauna van Curaçao. Resultaten cetner Reisvan Dr. C. J. van der Horst in 1920. *Jaarb van het Zoolo Gen "Natura Artis Magistra"*. Am 25 39-82.
- Banse K & KD Hobson 1974 Benthic errantiate polychaetes of British Columbia and Washington. *Bull of the Fish Res Board of Canada* 185:1-111.
- Bastida-Zavala JR 1991b Previous list of the Polychaetes (Annelida: Polychaeta) from Cabo Pulmo-Los Frailes reef, B.C.S., Mexico. *Bul of Mar Sci* 48:584.
- Bastida-Zavala JR 1993 Taxonomía y composición biogeográfica de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Rev de Inv Cient* 4(1):11-39.
- Bastida-Zavala JR 1995 Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del arrecife coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, B.C.S., México. *Rev de Zool* 6:9-29.
- Capa M, G San Martín & E López 2001b Description of a new species of *Parasphaerosyllis* (Polychaeta: Syllidae: Syllinae). *Proc of the Biol Soc of Wash* 114(1):280-284.
- Capa M, G San Martín & E López 2001c Syllinae (Syllidae: Polychaeta) del Parque Nacional de Coiba, Panamá. *Rev de Biol Trop* 49:103-115.
- Díaz-Castañeda V, & G San Martín 2001 Syllidae (Polychaeta) from San Quintín Bay, Baja California, México, with descriptions of a new genus. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 114(3): 708-719.
- Franke, H.D. 1999 Reproduction of the Syllidae. En *Reproductive Strategies and Developmental Patterns in Annelids*. A.W.C. Dorresteijn & W. Westheide (eds), *Hydr* 402: 39-55.
- Fauchald K 1972 Benthic polychaetous annelids from deep waters off western Mexico and adjacent areas in the Eastern Pacific Ocean. *A Hanc Monog in Mar Biol* 7:1-575.
- Fauchald K 1977b Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records. *Smith Cont to Zool* 221:1-81.
- Fauchald K & PA Jumars 1979 The diet of worms: A study of polichaetes feeding guilds. *Ocean and Mar Biol* 17:193-284.
- Fauvel P 1923 Poliquetes Errantes. En *Faune de France*, Vol. 5 Le Chevalier, Paris, 486 pp.
- Gardiner, S.L. 1976. Errant Polychaetes from North Carolina. *Jourl of the El Mit Sc Soc* 91(3): 77-220.

- Gómez P, JA Mercado, LM Mitchell & SI Salazar-Vallejo 1997 Poliquetos de fondos duros (Polychaeta) de bahías de Huatulco y Puerto Ángel, Oaxaca México. *Rev de Biol Trop* 45:1067-74.
- Góngora-Garza . & JA de León-González 1993 Dos nuevos sílidos (Polychaeta:Syllidae) y nuevos registros para México, con una clave a las especies de sílidos del Pacífico mexicano. *Cah de Biol Mar* 34:17-28.
- Hartman . 195. Catalogue of the polychaetous annelids of the world. *Al Hanc Found Occ Pap* 23:1-628.
- Hartman O 1968 Atlas of the Errantiate Polychaetous Annelids from California. Allan Hancock Foundation, University of Southern California, Los Angeles.
- Hartmann-Schröder G 1959 Zur Ökologie der Polycheten des Mangrove-Estero-Gebietes von El Salvador. *Beitr zur neo Fauna* 1:69-183.
- Hartmann-Schröder G 1974 Die unterfamilie Macellicephalinae Hartmann-Schröder, 1971. *Mitt. Hamburg Zool. Mus. Inst.* 71:75-85.
- Hartmann-Schröder G 1977 Die Polychaeten der Kubanisch-Rumänischen Biospelogischen Expedition nach Kuba 1973. *Résult. Exp. Biospéol. Cubano-Roum.* 2:51-63.
- Hartmann-Schröder G 1978 Einige Sylliden-Arten (Polychaeta) von Hawaii und aus Karibischen Meer. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 75:49-61.
- Hernández-Alcántara P,S Frontana-Uribe & V Solís-Weiss 2003 Commmneted checklist of the polychaetes (Annelida: Polychaeta) from areas adjacent to islands of the Mexican Pacific and Gulf of California. *Bull of the South Cal Acad of Sc* 102(1):1-16.
- Hernández-Alcántara P & V Solís-Weiss 1991 New records of errantiate polychaetous annelids from the Gulf of California. *Bull of Mar Sci* 48:251-260.
- Hernández-Alcántara P & V Solís-Weiss 1999 Systematic and distribution of the polychaetes (Annelida: Polychaeta) from the sublittoral zone in the Gulf of California. *Oceán* 13(2), 14(1):25-38.
- Imajima M 1966 The Syllidae (polychaetous annelids) from Japan, 1. Exogoninae, 2. Autolytinae, 3. Eusyllinae, 4. Syllinae 1, 5. Syllinae 2. *Publ Seto Mar Biol Lab* 13:385-404, 14:27-83, 14:27-83, 14:85-116, 14:219-252, 14:253-294.
- Imajima M & O Hartman 1964 The polychaetous annelids of Japan. *Al Hanc Found Occ Pap* 26:1-452.
- Licher F 1999 Revision der Gattung Typosyllis Langerhans, 1879 (Polychaeta: Syllidae):Morphologie, Taxonomie und Phylogenie. *Ab Senck nat Ges* 551:1-336.
- Martin D, J Núñez, R Riera, & J Gil (2002) On the associations between Haplosyllis (Polychaeta, Syllidae) and gorgonians (Cnidaria, Octocorallia), with the description of a new species. *Biol Jour of the Linn Soc* 77: 455-477.
- Monro CCA (1933) On a collection of Polychaeta from Dry Tortugas, Florida. *Ann Mag of Nat Hist* 12: 244-269.
- Monro CCA, 1937 Polychaeta. The John Murray Expedition 1933-34. *Brit Mus Nat Hist, Sci Rep* 4(8): 32-321.
- Nogueira JM & MV Fukuda (2008) A new species of Trypanosyllis (Polychaeta: Syllidae) from Brazil, with a redescription of Brazilian material of Trypanosyllis zebra. *Jour of the Ma Biol Assoc of the Unit King*, 88. doi:10.107/S002531544408001707.
- Nygren A (2004) Revision of Autolytinae (Syllidae: Polychaeta). *Zootaxa*, 680, 1-314.
- Perkins TH 1981 Syllidae (Polychaeta), principally from Florida, with descriptions of a new genus and twenty-one new species. *Proc of the Biol Soc of Wash* 93(4):1080-1172.
- Rioja E 1941b Estudios anelidológicos, 3. Datos para el conocimiento de la fauna de poliquetos de las costas mexicanas del Pacífico. *An Ins Biol, UNAM* 12:669-746.
- Rioja E 1958 Estudios anelidológicos. XXII. Datos para el conocimiento de la fauna de anélidos poliquetos de las costas orientales de México. *An Ins Biol UNAM* 29: 219-301.
- San Martín G (1982) Pseudosyllides balearica n. sp.: un nuevo Syllido (Poliquetos: Errantes) del Mar Mediterráneo. *Cah Biol Mar* 23, 21-27.
- San Martín G (1984) Estudio biogeográfico, faunístico y sistemático de los Poliquetos de la familia Sílidos (Syllidae:Polychaeta) en Baleares. *Ediciones de la Universidad Complutense de Madrid*, 187, 529 pp.
- San Martín G (1991) Syllinae (Polychaeta: Syllidae) from Cuba and the Gulf of Mexico. *Bul Mar Sci* 48(2): 236-241.
- San Martín G 1992. Syllis Savigny in Lamarck, 1818 (Syllinae:Syllidae: Polychaeta) from Cuba, the Gulf of México, Florida and North Carolina, with a revision of several species described by Verrill. *Bull Mar Sci* 51(3): 407-419.
- San Martín G (2003) Annelida Polychaeta II: Syllidae. In: *Fauna Ibérica*, vol. 21. Ramos, M. A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid, Spain. 554 pp.
- San Martín G (2005) Exogoninae (Polychaeta, Syllidae) from Australia, with the description of a new genus and twenty two new species. *Rec Aust Mus* 57: 39-152.
- San Martín G & D Bone 1999 Two new species of Dentatisyllis and Branchiosyllis (Polychaeta: Syllidae: Syllinae) from Venezuela. *Proc Biol Soc Wash* 112: 319-326.
- San Martín G, E López & MT Aguado 2009 Revision of the genus Pionosyllis (Polychaeta: Syllidae: Eusyllinae), with a cladistic analysis, and the description of five new genera and two new species. *Jour Mar Biol AssocUni King*.1-44.

- San Martín G & PA Hutchings (2006) Eusyllinae (Polychaeta, Syllidae) from Australia with the description of a new genus and fifteen new species. *Rec Aust Mus* 58: 257-370.
- San Martín G, P Hutchings & MT Aguado (2008) Syllinae (Polychaeta, Syllidae) from Australia. Part. 2. Genera *Inermosyllis*, *Megasyllis* n. gen., *Opisthosyllis*, and *Trypanosyllis*. *Zootaxa* 1840: 1-53.
- San Martín G, P Hutchings & MT Aguado (2008) Syllinae (Polychaeta, Syllidae) from Australia. Part. 1. Genera *Branchiosyllis*, *Eurysyllis*, *Karroonsyllis*, *Parasphaerosyllis*, *Plakosyllis*, *Rhopalosyllis*, *Tetrapalpia* n.gen., and *Xenosyllis*. *Rec Aust Mus* 60: 119-160.
- Salazar-Vallejo SI 1989 (1988) Enrique Rioja y su contribución al estudio de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) en México. *Brenesia* 30:39-65.
- Treadwell AL 1923 Polychaetous annelids from Lower California with descriptions of new species. *Am Mus Nov* 74:1-11.
- Uebelacker JM 1982. *Haplosyllis agelas*, a new polychaetous annelid (Syllidae) from the Bahamas. *Bull. Mar. Sci.* 32:856-861.
- Uebelacker JM 1982 Review of some little-known species of syllids (Annelida: Polychaeta) described from the Gulf of Mexico and Caribbean by Hermann Augener in 1924. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 95:583-593.
- Uebelacker JM 1984 Family Syllidae Grube, 1850. In: Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico, vol. IV. Uebelacker, J. M. & Johnson, P. G. (Eds). Barry A. Vittor and Associates, Mobile, 1-151.
- Uschakov PV 1955 Polychaeta of the far eastern seas of the USSR. Israel Program scientific translations, Jerusalem. 419 p.
- Westheide W 1974 Interstitielle Fauna von Galapagos, 11. Pisionidae, Hesionidae, Pilargidae, Syllidae (Polychaeta). *Mik Meer* 44:194-338.



# 49. Terebellidae Grube, 1850

Mario Hernán Londoño-Mesa

El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal  
Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Colombia  
mlondono@ecosur.mx, mlondono@biologia.udea.edu.co

## Introducción

Los terebélicos son poliquetos conspicuos, componentes del bentos en aguas marinas o salobres. Presentan tallas muy variables, desde unos 5 cm hasta 40 cm en estado adulto. Son gusanos sedentarios que generalmente construyen tubos con materiales que encuentran en el fondo como granos de limo o arena, pequeñas piedras, restos coralinos, foraminíferos, conchas de moluscos y/o filamentos de algas y pastos marinos. Sin embargo, también hay especies excavadoras en fondos blandos, o incluso, nadadoras (Rouse 2001). Pese a esta composición tan variada, los tubos generalmente no se han usado para diferenciar especies, pues se pueden encontrar tubos semejantes construidos por especies diferentes. Estos tubos están sobre o dentro del sedimento, o bajo las rocas en el fondo. La mayoría de las especies presentan tubos sencillos y curvos; sin embargo, algunas especies los construyen con arreglos muy elaborados como estructuras reticulares en su extremo anterior, para poder posar sus tentáculos y tomar el alimento suspendido en la columna de agua. Los terebélicos generalmente se alimentan de pequeñas partículas ricas en algas y otros microorganismos; estas partículas las toman con sus tentáculos al posarlos sobre el fondo; luego, a través de un canal ciliado, las dirigen hacia los labios bucales y boca, igualmente ciliados.

El nombre de la familia tal vez derive del aspecto que tienen sus organismos. *Terebella* viene del latín *terebro*, que significa perforar. El término se usó para designar un taladro manual que tiene dos lugares de agarre, uno superior plano con el que se sostiene el eje (semejante al extremo anterior del gusano) y otro abultado, en la parte media, con la que se da la vuelta al "taladro" (semejante

al tórax del gusano); por la semejanza con este taladro, posiblemente se le denominó a la familia.

La familia tiene más de 60 géneros y 400 especies descritas. Un estudio reciente de la familia en el Gran Caribe (Londoño-Mesa 2009, en prensa) indicó que la región tiene 23 géneros y 43 especies. No se ha hecho un estudio igual para el Pacífico oriental tropical; sin embargo, Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa (2004) en un listado de las especies registradas en esta región, incluyeron 21 géneros y 53 especies (números corregidos). No obstante, algunos de los registros del Pacífico son dudosos por ser especies descritas en regiones lejanas y muy distintas ecológicamente hablando. Según estos dos trabajos en México se han registrado 14 géneros y 23 especies para el Atlántico, y 18 géneros y 42 especies para el Pacífico. La clave taxonómica que se ofrece, incluye tanto las especies del Gran Caribe como las del Pacífico oriental tropical, con notas para aquellas especies cuestionables.

## Sistemática

Las subfamilias están separadas principalmente por la presencia o ausencia de branquias y por la organización de los uncinos. *Terebellinae* Grube, 1850, incluye géneros con branquias arborescentes y uncinos en dobles hileras en el tórax, o incluso, también en el abdomen. *Thelepodinae* Hessle, 1917 (a veces escrito incorrectamente como *Thelepinae*), presenta branquias filamentosas sésiles y uncinos en hileras sencillas en todo el cuerpo. Por último, *Polycirrinae* Malmgren, 1866, carece de branquias y sus uncinos están dispuestos en hileras sencillas. Otras dos subfamilias han estado dentro del grupo; *Artacaminae* Malmgren, 1866 que fue fusionada

con Terebellinae, y Trichobranchinae Malmgren, 1866 considerada como una familia aparte.

De acuerdo a Hessle (1917), la primera referencia de un terebélido fue *Terebella lapidaria* Linnaeus (1767), apareciendo sólo como un nombre. Más tarde, Müller (1776) describió formalmente la especie. Grube (1850) reconoció formalmente el grupo dentro de los poliquetos, definiendo la familia como Terebellacea, término que luego Malmgren (1867) cambió a Terebellidae, dentro del orden Terebellida y separando las familias Ampharetidae y Pectinariidae (Hutchings 2000). Malmgren también reconoció Trichobranchinae como una cuarta subfamilia, pero Hessle (1917), redefiniéndola, la separó de Terebellidae. Algunos autores la consideran como subfamilia Trichobranchinae (Garraffoni & Lana 2004), mientras que otros como familia (Hutchings 2000). En este libro se considera Trichobranchidae como una familia válida en un capítulo aparte.

### Morfología

Los terebélidos tienen un cuerpo robusto, generalmente liso dorsalmente y con segmentación corporal visible (Fig. 1A). Se distinguen fácilmente los tentáculos en la región anterior (Fig. 1B), mismos que al agruparse, semejan espagueti (de allí el nombre de gusanos espagueti). Estos tentáculos son numerosos, rodeando la boca y emergiendo de una membrana tentacular, producto de la fusión del prostomio con el peristomio. Esta fusión anteriormente forma un labio superior y, ventralmente, fusionado al primer segmento, forma un labio inferior (Fig. 1C), bien desarrollado en algunos grupos (Hutchings 2000). La membrana tentacular puede ser lobulada (Fig. 1D) o lisa y circular (Fig. 1E). Adicionalmente, puede presentar series de ocelos u ojos simples dispuestos en bandas alrededor de todo su borde (Fig. 1F), o localizados en grupos laterales.

Las branquias siempre son dorsales, emergiendo de los primeros segmentos torácicos. Son estructuras arborescentes dicotómicas o ramificadas, presentes en segmentos continuos (Fig. 1G) o discontinuos (Fig. 1H) en la subfamilia Terebellinae, o bien, son filamentos sésiles digitiformes, presentes en segmentos continuos

(Fig. 1I) en la subfamilia Thelepodinae. La subfamilia Polycirrinae carece de branquias (Fig. 1J).

Algunos géneros se distinguen por la presencia de alas laterales, las cuales son proyecciones membranosas o carnosas transversales presentes en los primeros segmentos. Su número y forma sirven para diferenciar especies. En Terebellinae, algunos géneros como *Eupolymnia* Verrill 1900, pueden presentar poco desarrollo de ellas (Fig. 2A), mientras que otros, como *Loimia* Malmgren 1866, presentan alas laterales muy amplias (Figs. 1A, 2B). Thelepodinae generalmente no tiene alas laterales (Fig. 2C), aunque muy pocos géneros sí las presentan. Las alas laterales están ausentes en Polycirrinae (Fig. 1J). En la superficie ventral del tórax se distinguen unos rebordes carnosos o escudos ventrales, que son cojinetes glandulares en el tórax y con mayor desarrollo en los primeros segmentos. Su forma puede variar dentro de los grupos y son fácilmente reconocibles en Terebellinae (Fig. 2D). En Thelepodinae generalmente son difusos (Fig. 2E), aunque en algunos géneros y especies se pueden apreciar fácilmente (Fig. 2F). En Polycirrinae son pequeños, casi siempre dentro de un surco ventral (Fig. 2G).

Las papilas nefridiales son evidentes en algunos géneros de las tres subfamilias. Son estructuras esféricas o en forma de tubo que se presentan en el lado ventral o lateral de los notopodios, entre éstos y los neuropodios. Se localizan generalmente en los primeros segmentos (Fig. 2A), aunque algunas especies se reconocen por presentarlas en casi todo el tórax.

Los primeros segmentos carecen de parapodios y son aquetos (Fig. 2A). Los notopodios, generalmente restringidos al tórax, pueden ser cilíndricos y largos o cortos, sólo con las setas sobresaliendo (Fig. 2H). Sin embargo, *Enoplobranchus* Verrill 1879 presenta notopodios furcados o arborescentes en la primera mitad del tórax (Fig. 2I), los cuales tienen las setas al final de cada uno de los cirros. Pocos géneros carecen de setas notopodiales y/o neuropodiales. En la mayoría de los taxa, el tórax se reconoce por la presencia de notopodios y setas notopodiales, así como por la reducción abrupta del grosor corporal, debido a que los órganos del tórax

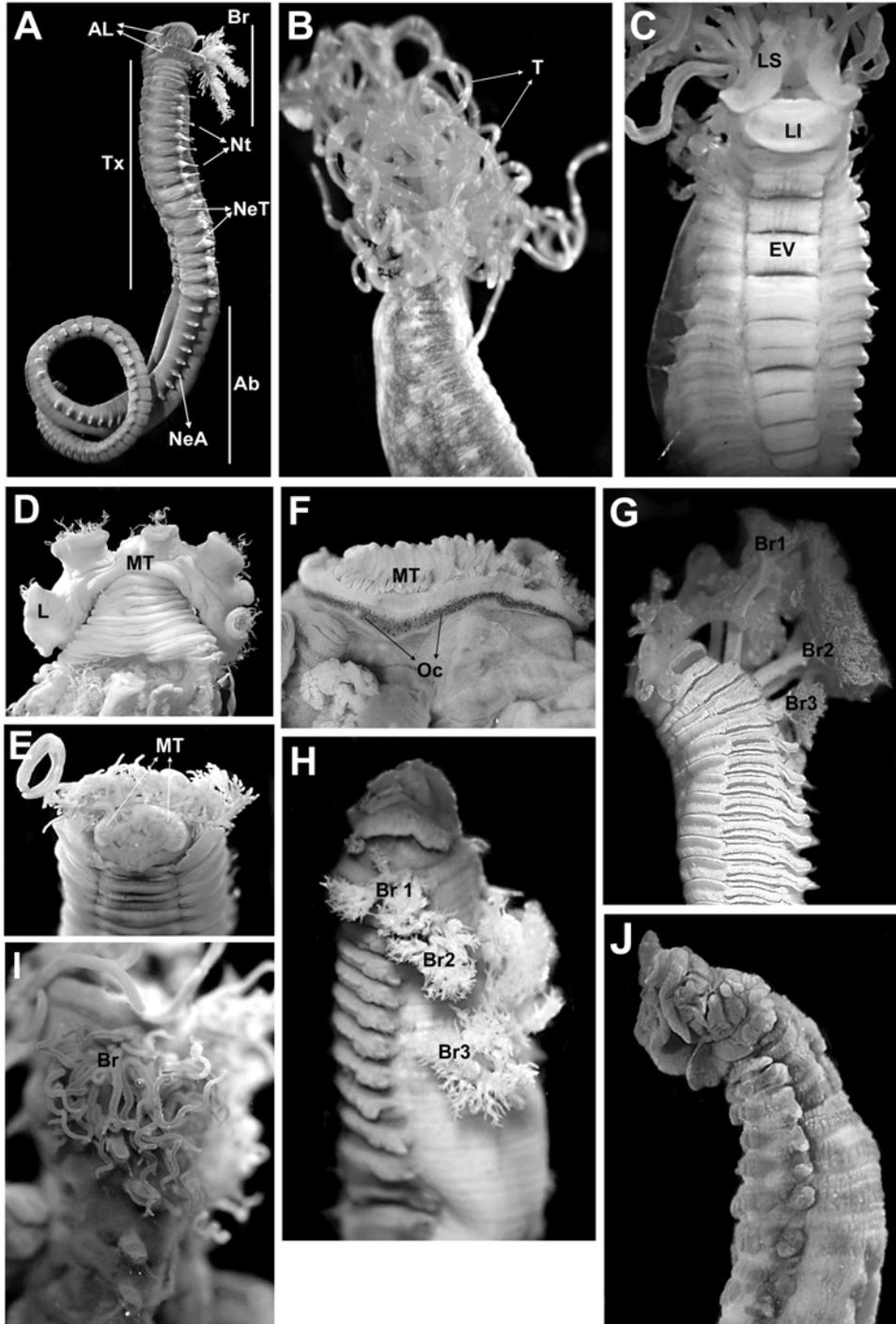


Figura 1. *Pista palmata*: A) espécimen completo, VL; *Lanicola carus*: B) extremo anterior, VL; *Terebella turgidula*: C) extremo anterior, VV; *Biremis blandi*: D) Extremo anterior, VD; *Lanicola garciagomezi*: E) Extremo anterior, VF; *Eupolymnia rullieri*: F) extremo anterior, VD; G) extremo anterior, VL; *Terebellobranchia hiata*: H) extremo anterior, VL; *Thelepus haitiensis*: I) extremo anterior, VL; *Enoplobranchus sanguineus*: J) extremo anterior, VL (Abreviaturas: A= abdomen; AL= alas laterales; B= branquias; EV= escudos ventrales; L= lóbulos; LI= labio inferior; LS= labio superior; MT= membrana tentacular; Ne= neuropodio; NeA= neuropodio abdominal; NeT= neuropodio torácico; Nt= notopodio; O= ocelos; T= tentáculos; Tx= tórax; VD= vista dorsal; VF= vista frontal; VL= vista lateral; VV= vista ventral).

generalmente están más desarrollados. Las setas notopodiales (notosetas) son capilares simples, con diversas ornamentaciones; pueden ser capilares simples o alimbadas (Fig. 3A), unilimbadas, bilimbadas (Fig. 3B), serradas (Fig. 3C), verticiladas (conos sobrepuestos) (Fig. 3D) o tipo "Spinospaera" (Fig. 3E).

Los neuropodios torácicos son bajos, cortos y anchos (Fig. 2H); los abdominales pueden ser igualmente cortos y anchos o largos y generalmente aplanados antero-posteriormente (Fig. 1A). Las setas neuropodiales (neurosetas) están transformadas en ganchos cortos llamados uncinos. Se pueden llamar aviculares (en forma de cabeza de ave) (Fig. 3F), y presentan una o varias series horizontales de dientes accesorios, sobre un diente principal, o pectiniformes (con dientes del mismo tamaño) (Fig. 3G) y generalmente con una sola hilera de dientes alineados verticalmente. La organización de los uncinos en el neuropodio varía según la subfamilia. En Terebellinae hay cierto número de segmentos iniciales que presentan uncinos en hilera simple (Fig. 3H), luego cambian a dobles hileras en forma de cremallera (Fig. 3I) hasta terminar el tórax o incluso en el abdomen en algunas especies. Por último, generalmente los uncinos se presentan en hileras simples en el abdomen en esta subfamilia (Fig. 3J). Las subfamilias Thelepodinae y Polycirrinae presentan uncinos en hileras sencillas tanto en el tórax como en el abdomen.

Para la diferenciación de los uncinos, Day (1967) y posteriormente Holthe (1984), propusieron una fórmula dental teniendo en cuenta la cantidad de filas con dientes y la cantidad de dientes en cada una de las filas. De esta forma, como ejemplo, en una fórmula dental MF:2:2:α, MF (Main Fang, por sus siglas en inglés) representa al primer diente principal. Los números separados por dos puntos (:2:2:) significan el número de dientes para cada una de las filas, por encima del diente principal;

así, habrá tantos números separados por dos puntos, como filas de dientes habrá en el uncino. Finalmente, "α" representa un número incontable de dientes en la última fila, muy difícil de contar, al menos, por microscopía óptica.

El abdomen posee un número variable de segmentos, desde unos cuantos hasta más de 100 en algunas especies gigantes. Es cilíndrico, pero disminuye en grosor y tamaño en los últimos segmentos, correspondientes al pigidio (Fig. 3K). En el pigidio, la abertura anal puede ser lisa (Fig. 3L) o presentar papilas cortas o cirros digitados largos. Por último, el tubo de los terebélicos es construido con el tipo de materiales que cada especie tenga a su disposición. Algunos tubos son construidos con pequeñas conchas, fragmentos de conchas, corales y porciones de algas y pasto marino (Fig. 3M), mientras que otros están compuestos sólo por pequeñas piedras. Sin embargo, como se mencionó arriba, generalmente el tipo de tubo y su composición no son propios de cada especie.

Las claves taxonómicas que se presentan a continuación, tienen información relevante sobre la distribución de cada una de las especies. Así, cuando se encuentra la sigla "P", quiere decir que la especie tiene una distribución en el Pacífico Oriental Tropical, según el listado presentado por Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa (2004). Igualmente, cuando se encuentra la sigla "BC", quiere decir que la especie tiene una distribución en Baja California, según Hernández-Alcantara *et al.* (2003). Finalmente, cuando se encuentra la sigla "G", quiere decir que la especie se encuentra en el Gran Caribe, según el listado de Salazar-Vallejo (1996) y la revisión de la familia para el esta provincia biogeográfica presentada por Londoño-Mesa (2009). La letra "C" indica que la distribución de la especie es cuestionable y podría haber más de una especie bajo el mismo nombre.

### Clave para subfamilias y géneros

- |  |   |
|--|---|
| 1 Uncinos torácicos en hileras dobles en algunos setígeros (Fig. 3I) . . . Terebellinae Grube, 1850... | 2   |
| .....  | 2   |
| - Uncinos torácicos en hileras simples, o sin uncinos torácicos .....                                  | 26  |
| 2(1) Con faringe eversible papilada .....  | <i>Artacama</i> Malmgren, 1866 <sup>1</sup> |
| - Sin faringe eversible papilada .....   | 3   |

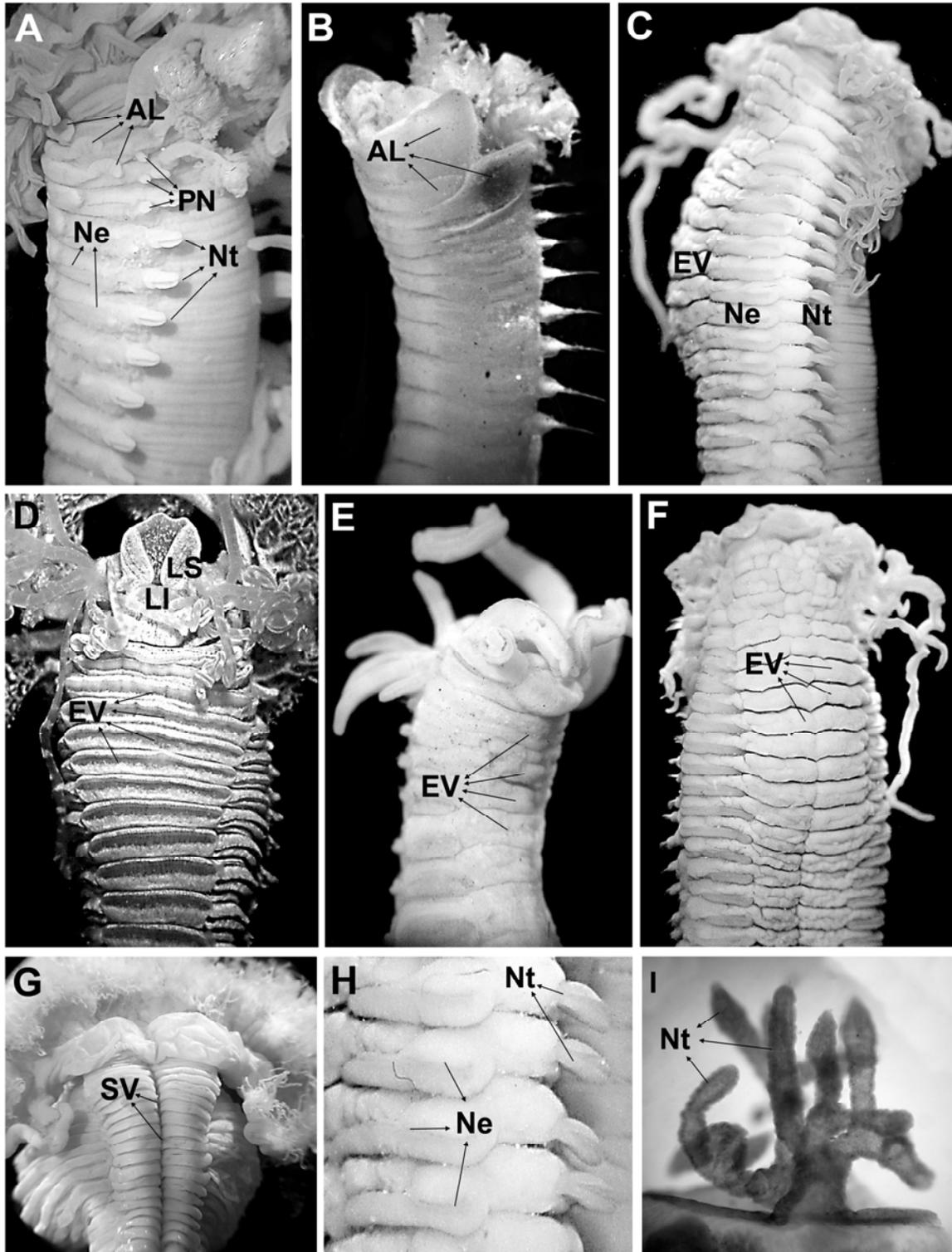


Figura 2. *Eupolymnia nebulosa*: A) Extremo anterior, VL; *Pista palmata*: B) Extremo anterior, VL; *Thelepus haitiensis*: C) Extremo anterior, VL; *Eupolymnia rullieri*: D) Extremo anterior, VV; *Thelepus crassibranchiatus*: E) Extremo anterior, VV; *Thelepus haitiensis*: F) Extremo anterior, VV; *Biremis blandi*: G) Extremo anterior, VV; *Thelepus haitiensis*: H) Parapodios torácicos; *Lanicides taboguillae*: I) Parapodios torácicos. (Abreviaturas: AL= alas laterales; EV= escudos ventrales; Ne= neuropodio; Nt= notopodio; PN= papilas nefridiales; SV= surco ventral; VL= vista lateral; VV= vista ventral).

3(2) Con branquias (Figs 1G, H) .....	4
– Sin branquias .....	21
4(3) Notosetas con puntas serradas o dentadas (Fig. 3C) .....	5
– Notosetas con puntas lisas (Fig. 3B) .....	11
5(4) Con alas laterales (Figs 1A, 2A, B) .....	6
– Sin alas laterales .....	7
6(5) Branquias con tallos largos .....	<i>Neoamphitrite</i> Hesse, 1917
– Branquias con tallos muy reducidos o sin tallos .....	<i>Amphitrite</i> Müller, 1771 <sup>2</sup>
7(5) Neuropodios desde el setígero 3 .....	<i>Neoleprea</i> Hesse, 1917
– Neuropodios desde el setígero 2 .....	8
8(7) Branquias en los segmentos 2 y 3 .....	<i>Amphitritides</i> Augener, 1922 <sup>3</sup>
– Branquias en otros segmentos .....	9
9(8) Branquias en segmentos continuos 2–4, arborescentes desde la base o con un tallo corto .....	<i>Terebella</i> Linnaeus, 1767 <sup>4</sup>
– Branquias en segmentos discontinuos .....	10
10(9) Notopodios desde el segmento 2; neuropodios desde el segmento 3 .....	<i>Polymniella</i> Verrill, 1900 <sup>5</sup>
– Notopodios desde el segmento 4; neuropodios desde el segmento 5 .....	<i>Terebellobranchia</i> Day, 1951
11(4) Uno o dos pares de branquias .....	12
– Tres pares de branquias .....	17
12(11) Dieciséis setígeros torácicos .....	<i>Paraxionice</i> Fauchald, 1972 <sup>6</sup>
– Número de setígeros torácicos mayor o menor que 16 .....	13
13(19) Un par de branquias en el segmento 4 .....	<i>Scionella</i> Moore, 1903 <sup>7</sup>
– Un par de branquias en el segmento 2, o dos pares de branquias en segmentos 2 y 3 .....	14
14(13) Uncinos del primer neuropodio con proceso posterior largo .....	<i>Pista</i> Malmgren, 1866, <i>partim</i>
– Uncinos de todos los neuropodios con proceso posterior corto o sin proceso posterior .....	15
15(14) Sin alas laterales .....	<i>Nicolea</i> Malmgren, 1866
– Con alas laterales .....	16
16(15) Tres alas laterales en los segmentos 1, 2 y 3 .....	<i>Pistella</i> Hartmann-Schröder, 1996 <sup>8</sup>
– Un ala lateral en segmentos combinados 2/3 .....	<i>Lanicola</i> Hartmann-Schröder, 1986
17(11) Sin alas laterales .....	<i>Scionides</i> Chamberlin, 1919 <sup>9</sup>
– Con alas laterales .....	18
18(17) Alas laterales cortas, en los segmentos 2-4 (Fig. 2A) .....	<i>Eupolymnia</i> Verrill, 1900
– Alas laterales largas, en otra combinación .....	19

19(18) Alas laterales en los segmentos 3 y 4 .....	<i>Lanice</i> Malmgren, 1866 <sup>10</sup>	
- Alas laterales en los segmentos 1 y 3, ó 2 y 3 (Fig. 2B) .....		20
20(19) Uncinos con dientes distribuidos en varias hileras horizontales ...	<i>Lanicides</i> Hessle, 1917 <sup>11</sup>	
- Uncinos con dientes distribuidos en una hilera simple vertical (Fig. 3G) .....		
.....	<i>Loimia</i> Malmgren, 1866	
21(3) Con alas laterales .....		22
- Sin alas laterales .....		23
22(21) Alas laterales en los segmentos 1-3 .....	<i>Pista</i> Malmgren, 1866, <i>partim</i> <sup>12</sup>	
- Alas laterales en los segmentos 2-3 .....	<i>Proclea</i> de Saint-Joseph, 1894 <sup>13</sup>	
23(21) Neuropodios desde el segmento 10 ó 13 .....		24
- Neuropodios desde el segmento 5 .....		25
24(23) Neuropodios desde el segmento 10 .....	Género B <i>Kritzler</i> , 1984 <sup>14</sup>	
- Neuropodios desde el segmento 13 .....	<i>Leaena</i> Malmgren, 1866 <sup>15</sup>	
25(23) Notosetas subdistalmente lisas con extremos serrados .....	<i>Lanassa</i> Malmgren, 1866 <sup>16</sup>	
- Notosetas tipo "Spinospaera" (Fig. 3D) .....	<i>Spinospaera</i> Hessle, 1917	
26(1) Con branquias (Fig. 1I) ... Thelepodinae Hessle, 1917 .....		27
- Sin branquias (Fig. 1J) ... Polycirrinae Malmgren, 1866 .....		33
27(26) Membrana tentacular con dos lóbulos transversales sobre la superficie dorsal; dos tamaños de tentáculos .....	<i>Kritzlerius</i> Londoño-Mesa, 2009 <sup>17</sup>	
- Membrana tentacular lisa; sólo un tamaño de tentáculos .....		28
28(27) Notopodios desde el segmento 2 .....	<i>Streblosoma</i> Sars, 1872	
- Notopodios desde el segmento 3 .....		29
29(28) Con alas laterales .....	<i>Euthelepus</i> McIntosh, 1885 <sup>18</sup>	
- Sin alas laterales .....		30
30(29) Sin uncinos torácicos .....	<i>Telothlepus</i> Day, 1955 <sup>19</sup>	
- Con uncinos torácicos .....		31
31(30) Neuropodios desde el segmento 5 .....	<i>Thelepus</i> Leuckart, 1849	
- Neuropodios desde el segmento 8 ó 9 .....		32
32(31) Neuropodios desde el segmento 8 .....	<i>Rhinothelepus</i> Hutchings, 1974 <sup>20</sup>	
- Neuropodios desde el segmento 9 .....	<i>Glossothelepus</i> Hutchings y Glasby, 1986 <sup>21</sup>	
33(26) Sin setas .....	<i>Hauchiella</i> Levinsen, 1893 <sup>22</sup>	
- Con uno o más tipos de setas .....		34
34(33) Sin neurosetas .....		35
- Con neurosetas .....		37

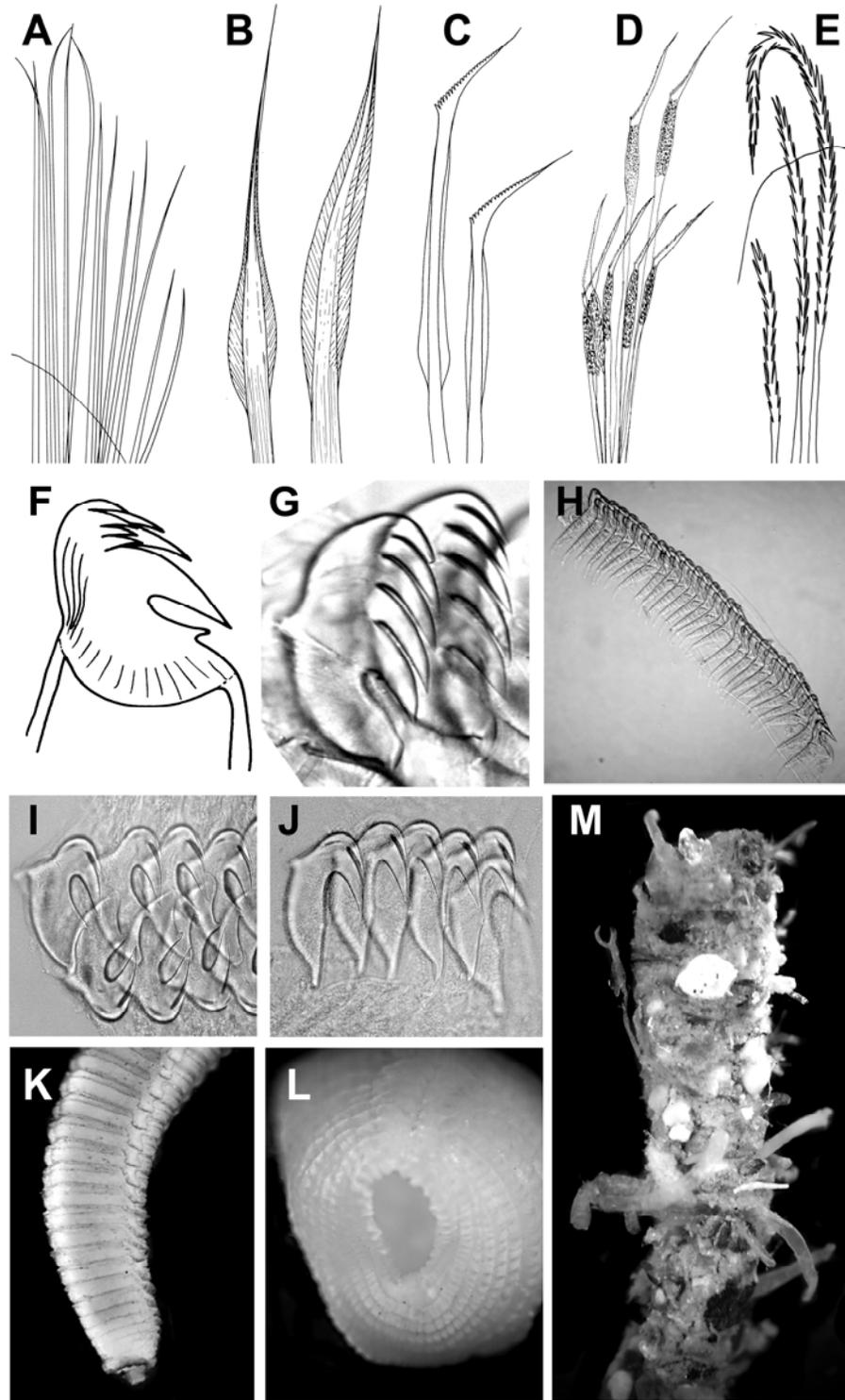


Figura 3. *Amaeana* sp.: A) setas capilares alimbadas; *Pista palmata*: B) setas torácicas bilimbadas; *Terebella turgidula*: C) setas torácicas serradas; *Spinosphaera hutchingsae*: D) setas torácicas tipo "Spinosphaera"; *Enoplobranchus sanguineus*: E) setas torácicas verticiladas; *Pista palmata*: F) uncino avicular abdominal; *Loimia bermudensis*: G) uncino pectiniforme torácico; *Pista palmata*: H) uncinos en hileras simples del segmento 5; *Eupolymnia rullieri*: I) uncinos torácicos en hileras dobles; J) uncinos abdominales en hileras simples; *Pista palmata*: K) abdomen posterior y pigidio; *Biremis blandi*: L) ano; *Pista palmata*: M) tubo.

- 35(34) Notopodios torácicos furcados o arborescentes (Fig. 2I) ..... *Enoplobranchus* Verrill, 1879<sup>23</sup>  
 – Notopodios torácicos no furcados ni arborescentes ..... 36
- 36(35) Con notosetas torácicas y neurosetas abdominales ..... *Amaeana* Hartman, 1959  
 – Sólo notosetas torácicas ..... *Lysilla* Malmgren, 1866
- 37(34) Sin notosetas ..... *Biremis* Polloni, Rowe y Teal, 1973<sup>24</sup>  
 – Con notosetas ..... *Polycirrus* Grube, 1850 89

## Comentarios.

- 1) Sólo se reporta *Artacama coniferi* Moore, 1905, para el P.
- 2) Sólo se reporta *Amphitrite cirrata* (Müller, 1771), para el P. La especie es descrita para Islandia. Distribución cuestionable, posiblemente más de una especie bajo el nombre.
- 3) Sólo se reporta *Amphitritides bruneocomata* (Ehlers, 1887) para el G.
- 4) *Terebella alata* Grube, 1856 y *T. frondosa* Grube, 1856 no se añadieron a la clave porque su información es escasa y según Holthe (1986), son especies cuestionables, tal vez por falta de información.
- 5) Sólo se reporta *Polymniella aurantiaca* (Verrill, 1900) para el G.
- 6) Sólo se reporta *Paraxionice artifex* Fauchald, 1972, para el P y BC.
- 7) *Scionella japonica* Moore, 1903, fue descrita para Japón, listada en el P (Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa 2004). Distribución cuestionable, posiblemente más de una especie bajo el nombre.
- 8) Sólo se reporta *Pistella papillosa* (Tourtellotte & Kritzler, 1988) para el G. Se encuentra como nueva combinación en Londoño-Mesa (2009).
- 9) Sólo se reporta *Scionides reticulata* (Ehlers, 1887) para el G.
- 10) *Lanice conchilega* (Pallas 1766) fue descrita para Holanda, listada en el P. Distribución cuestionable, posiblemente más de una especie bajo el nombre.
- 11) Sólo se reporta *Lanicides taboguillae* (Chamberlin, 1919) para el P.
- 12) Sólo se incluye "*Pista*" *sombreriana* McIntosh, 1885. Ver comentario más adelante en la clave del género.
- 13) Sólo se reporta *Proclea* sp. 1, especie no descrita formalmente y el primer registro del género en la región, en Londoño-Mesa (2009).
- 14) Género no establecido formalmente en Kritzler (1984).
- 15) No se pudo diferenciar *Leaena caeca* Hartman, 1960 de *Leaena videns* Chamberlin, 1919, ambas de California, por falta de información en descripciones originales y subsiguientes.
- 16) Sólo se reporta *Lanassa* sp. A, especie no descrita formalmente en Kritzler (1984).
- 17) *Kritzlerius anomalus* Londoño-Mesa, 2009 es la única especie del género, descrita para el G.
- 18) *Euthelepus kritzleri* Londoño-Mesa, 2009 se describe para el G.
- 19) *Telothelepus* cf. *capensis* Day, 1955 es la única especie del género registrada para el G. Se reporta en Kritzler (1984).
- 20) Sólo se reporta *Rhinothelepus* sp. A, especie no descrita formalmente en Kritzler (1984).
- 21) No existen más registros de *Glossothelepus mexicanus* Hutchings y Glasby, 1986 desde su descripción. Listada para el P y BC.
- 22) Sólo se reporta *Hauchiella* sp. A, especie indescrita en Kritzler (1984) para el G.
- 23) Sólo se reporta *Enoplobranchus sanguineus* (Verrill, 1873) para el G.
- 24) Sólo se reporta *Biremis blandi* Polloni, Rowe y Teal, 1973 para el G.

**Claves para especies*****Terebellinae* Grube, 1850*****Eupolymnia* Verrill, 1900**

- 1 Primeros 5 unciníferos torácicos en hileras simples ..... *E. rullieri* Londoño-Mesa, 2009 G  
 – Primeros 6 unciníferos torácicos en hileras simples ..... 2
- 2(1) Alas laterales del segmento 3 considerablemente mayores que el resto ..... 3  
 – Alas laterales de igual tamaño (Fig. 3A) ..... 4

- 3(2) Primer par de branquias más largas que el resto de branquias ..... *Eupolyornia* sp. A Kritzler, 1984 G  
 - Tercer par de branquias más largas que el resto de branquias ... *E. insulana* Chamberlin, 1919 P
- 4(2) Veinticinco setíferos torácicos ..... *E. crassicornis* (Schmarda, 1861) G  
 - Diecisiete setíferos torácicos ..... 5
- 5(4) Uncinos torácicos con subrostró y diente principal cortos ..... 6  
 - Uncinos torácicos con subrostró y diente principal largos (Fig. 3I) ..... 7
- 6(5) Uncinos torácicos y abdominales con fórmula dental MF:2 (Figs 3I, J) .....  
 ..... *E. magnifica* (Webster, 1884) G  
 - Uncinos torácicos y abdominales con fórmula dental MF:1:1 ..... *E. regnans* Chamberlin, 1919 P
- 7(5) Uncinos abdominales con proceso anterior curvo hacia abajo .....  
 ..... *E. nebulosa* (Montagu, 1818)<sup>1</sup> P, C  
 - Uncinos abdominales sin proceso anterior curvo ..... *E. crescentis* Chamberlin, 1919 P

## Comentario

1) Descrita para Inglaterra.

***Lanicola* Hartmann-Schröder, 1986**

- 1 Dorso del tórax liso ..... *L. carus* (Young y Kritzler, 1987) G  
 - Dorso del tórax anterior con muchos tubérculos ..... *L. garciagomezi* (Londoño-Mesa, 2006) G

***Loimia* Malmgren, 1866**

- 1 Uncinos pectiniformes (Fig. 3G) ..... 2  
 - Uncinos aviculares ..... 5
- 2(1) Notosetas de un sólo tamaño en el mismo parapodio .....  
 ..... *L. medusa* (Savigny in Lamarck, 1818)<sup>1</sup> P, C  
 - Notosetas de dos tamaños en el mismo parapodio ..... 3
- 3(2) Uncinos anteriores con proceso posterior largo .....  
 ..... *L. salazari* Londoño-Mesa y Carrera-Parra, 2005 G  
 - Todos los uncinos sin proceso posterior ..... 4
- 4(3) Segundo par de alas laterales compartido en los segmentos 2 y 3 .....  
 ..... *L. ingens* (Grube, 1878)<sup>2</sup> P, C  
 - Segundo par de alas laterales sólo en el segmento 3 ..... *L. minuta* Treadwell, 1929 G
- 5(1) Primeros escudos ventrales hinchados y extendidos lateralmente .... *L. viridis* Moore, 1903 G  
 - Primeros escudos ventrales hinchados ventralmente, no extendidos lateralmente ..... 6
- 6(5) Segundo par de alas laterales perpendiculares al eje del cuerpo .. *L. grubei* Holthe, 1984<sup>3</sup> P, C  
 - Segundo par de alas laterales oblicuas al eje del cuerpo ..... *L. bermudensis* Verrill, 1900 G

## Comentarios

- 1) Descrita para el Mar Rojo.
- 2) Descrita para Filipinas.
- 3) Según una revisión reciente del género realizada por Londoño-Mesa & Glasby (en preparación), esta especie es la misma que *Loimia montagui* (Grube, 1878). descrita para Filipinas.

***Neoamphitrite* Hessle, 1917**

- 1 Región subdistal de las notosetas larga y bilimbada, sin alcanzar la región distal dentada ..... *N. robusta* (Johnson, 1901) P  
 - Región subdistal de las notosetas larga y bilimbada, alcanzando la región distal dentada ..... 2
- 2(1) Uncinos torácicos en hileras simples en los setígeros 2-6 *Neoamphitrite* sp. A Kritzler, 1984 G  
 - Uncinos torácicos en hileras simples en los setígeros 2-7 .....  
 ..... *N. glasbyi* Londoño-Mesa y Carrera-Parra, 2005 G

***Neoleprea* Hessle, 1917**

- 1 Uncinos presentes hasta los setígeros 33-34 ..... *N. spiralis* (Johnson, 1901) P  
 - Uncinos hasta el final del abdomen o 10 segmentos antes de terminar ..... 2
- 2(1) Papilas nefridiales en los setígeros 3-9 ..... *Neoleprea* sp. A Kritzler, 1984  
 - Papilas nefridiales en los setígeros 1 y 5-19 ..... *N. californica* (Moore, 1904) BC

***Nicolea* Malmgren, 1866**

- 1 Quince setígeros torácicos ..... *N. zostericola* (Ørsted 1844)<sup>1</sup> P, C  
 - Diecisiete setígeros torácicos ..... 2
- 2(1) Notosetas desde el segmento 3 ..... *N. modesta* Verrill, 1900 P  
 - Notosetas desde el segmento 4 ..... 3
- 3(2) Segmentos torácicos separados ventralmente por surcos intersegmentales profundos .....  
 ..... *N. latens* Chamberlin, 1919 P, BC  
 - Segmentos torácicos separados ventralmente solo por una línea intersegmental ..... 4
- 4(3) Papilas nefridiales en los segmentos 6-7 ó incluso 8 ..... *N. galapagensis* (Chamberlin, 1919) P  
 - Papilas nefridiales en los segmentos 3, 6-7 ..... *N. chilensis* (Schmarda, 1861) P

## Comentario

- 1) Descrita para Dinamarca.

***Pista* Malmgren, 1866<sup>1</sup>**

- 1 Un par de branquias ..... 2  
 - Dos o tres pares de branquias ..... 3
- 2(1) Uncinos en hileras simples en los segmentos 5-9 ..... *Pista* sp. B Kritzler, 1984 G  
 - Uncinos en hileras simples en los segmentos 5-10 ..... *P. cristata* (Müller, 1776)<sup>2</sup> P, C

- 3(1) Tres pares de branquias ..... *P. elongata* Moore, 1909 P  
 – Dos pares de branquias ..... 4
- 4(3) Todos los uncinos torácicos con proceso posterior largo ..... *P. fasciata* (Grube, 1870)<sup>3</sup> P, C  
 – Algunos uncinos sin proceso posterior ..... 5
- 5(4) Dorso liso ..... 6  
 – Segmento 4 con lóbulos dorsales ..... 8
- 6(5) Segmentos 6 y 7 con alas laterales pequeñas ..... *P. brevibranchiata* Moore, 1923 P  
 – Segmentos 6 y 7 sin alas laterales ..... 7
- 7(6) Branquias en espiral, en forma de escobillón ..... *P. disjuncta* Moore, 1923 P  
 – Branquias arborescentes dicotómicas ..... *P. herpini* Fauvel, 1928<sup>3</sup> P
- 8(5) Segmento 4 con un lóbulo dorsal ..... *P. alata* Moore, 1909 P  
 – Segmento 4 con dos lóbulos dorsales ..... 9
- 9(8) Lóbulos dorsales largos y cercanos uno de otro ..... *P. palmata* (Verrill, 1873) G  
 – Lóbulos dorsales cortos, separados por un borde medio-dorsal grueso .....  
 ..... *P. cetrata* (Ehlers, 1887)<sup>4</sup> G

## Comentarios

- 1) "*Pista*" *sombreriana* McIntosh, 1885 se considera dentro del género; sin embargo, carece de branquias y tiene alas laterales en los segmentos 1-3. El género *Pista* es considerado con 1 ó 2 pares de branquias y con alas laterales en segmentos 1 y 3 ó 2-3, por lo que es necesario revisar el material de esta especie para saber si realmente pertenece a este u otro género. Más comentarios sobre la especie se encuentran en Londoño-Mesa (2009).
- 2) Descrita para Noruega.
- 3) Descrita para India.
- 4) Combinación nueva en Londoño-Mesa (2009).

***Spinospaera* Hessle, 1917**

- 1 Con 40-42 notosetigeros ..... *S. oculata* Hartman, 1944 P  
 – Con 15-23 notosetigeros ... 2
- 2(1) Con 20-23 notopodios; primeros siete notopodios con setas bilimbadas de igual tamaño; uncinos torácicos con fórmula dental MF:6-7:6-7:11-12:11-12; uncinos abdominales con fórmula dental MF:4-6:5-6:7-8 ..... *S. hutchingsae* Londoño-Mesa, 2003 G  
 – Con 15 notopodios; primeros seis notopodios con setas bilimbadas de dos tamaños; uncinos torácicos y abdominales con fórmula dental MF:3:3-4:6-7 ..... *S. carrerai* Londoño-Mesa, 2003 G

***Terebella* Linnaeus, 1767**

- 1 Con ocelos; cerca de 80 segmentos con notosetas ..... *T. verrilli* Holthe, 1986<sup>1</sup> G  
 – Sin ocelos; cerca de 26 segmentos con notosetas ..... *T. turgidula* Ehlers, 1887 G

## Comentario

- 1) Holthe (1986) cambia el nombre *Terebella rubra* (Verrill, 1873) por este otro por homonimia.

***Terebellobranchia* Day, 1951**

- 1 Branquias en los segmentos 3, 4 y 7 (Fig. 1H); fórmula dental MF:1:4:4 .....  
 ..... *T. mchughae* Londoño-Mesa y Carrera-Parra, 2005 G  
 - Branquias desde segmento 2 ..... 2
- 2(1) Branquia en los segmentos 2, 3 y 5 ..... *T. gorgonae* (Monro, 1933)<sup>1</sup> P  
 - Branquias en los segmentos 2, 5 y 8; fórmula dental MF:3:3-4 .... *T. hiata* (Treadwell, 1931)<sup>2</sup> G

## Comentarios

- 1) *Terebella gorgonae* Monro, 1933 fue descrita teniendo branquias discontinuas. Debido a que la clave sólo permite ubicar en el género *Terebellobranchia* Day, 1951 a las especies que cumplen esta característica, este cambio de género sólo es sugerido.  
 2) Combinación nueva en Londoño-Mesa (2009).

**Thelepodinae Hessle, 1917*****Streblosoma* Sars, 1872**

- 1 Cinco pares de branquias ..... *S. polybranchia* Verrill, 1900 G  
 - Tres pares de branquias ..... 2
- 2(1) Primer par de branquias emergen anteriormente al notopodio .....  
 ..... *S. hartmanae* Kritzler, 1971 G  
 - Primer par de branquias emergen dorsalmente al notopodio ..... 3
- 3(2) Diesiocho setíferos torácicos ..... *S. crassibranchia* Treadwell, 1914 P  
 - Veintidós ó más setíferos torácicos ..... 4
- 4(3) Veintidós setíferos torácicos ..... *S. tenhovei* Londoño-Mesa, 2009 G  
 - Treinta y seis ó más setíferos torácicos ..... 5
- 5(4) Treinta y seis a 39 setíferos torácicos ..... *S. longifilis* Rioja, 1963 P, BC  
 - Cincuenta y cinco setíferos torácicos; uncinos en dobles hileras en segmentos 15-56 .....  
 ..... *S. uncinatus* Kudenov, 1975 P, BC

***Thelepus* Leuckart, 1849**

- 1 Dos pares de branquias ..... 2  
 - Tres pares de branquias ..... 4
- 2(1) Branquias con 2-4 filamentos ..... *T. crassibranchiatus* Treadwell, 1901 G  
 - Cada branquia como un filamento simple ..... 3
- 3(2) Notosetas lanceoladas, distalmente bilimbadas ..... *T. tenuis* (Verrill, 1900)<sup>1</sup> G  
 - Notosetas paleadas ..... *T. pascua* (Fauchald, 1977) G
- 4(1) Branquias con numerosos filamentos (Figs 1I, 2C) ..... 5  
 - Branquias con 2-4 filamentos (Fig. 2E) ..... 7
- 5(4) Notopodios hasta el final del abdomen ..... *T. comatus* (Grube, 1859) P

- Notopodios alcanzan los 2/3 del cuerpo; segmentos posteriores del abdomen sin notosetas; 20-32 filamentos branquiales ..... 6
- 6(5) Diez-14 filamentos branquiales en el primer par, en el segundo par 9-14 y en el tercer par 6-7 ..... *T. setosus* (de Quatrefages, 1865) P
- Treinta y cinco-43 filamentos branquiales en el primer par, en el segundo par 20-30 y en el tercer par 20-30 ..... *T. haitiensis* Treadwell, 1931 G
- 7(6) Uncinos con fórmula dental MF:2:0-1 ..... *T. verrilli* (Treadwell, 1911)<sup>1</sup> G
- Uncinos con fórmula dental MF:2:3 ..... *Thelepus* sp. 1 Londoño-Mesa, 2009 G

Nota:

- 1) Combinación nueva en Londoño-Mesa (2009).

### Polycirrinae Malmgren, 1866

#### *Amaeana* Hartman, 1959

- 1 Once pares de notopodios ..... *A. antipoda* Augener, 1926<sup>1</sup> P, C
- Doce pares de notopodios ..... *A. occidentalis* (Hartman, 1944) P

Nota:

- 1) Descrita para Nueva Zelanda.

### *Lysilla* Malmgren, 1866

- 1 Nueve-12 setígeros torácicos ..... *L. pacifica* Hesse, 1917<sup>1</sup> P, C
- Trece setígeros torácicos ..... 2
- 2(1) Membrana tentacular con lóbulos divididos en tres proyecciones digitadas ..... *Lysilla* sp. A Kritzler, 1984 G
- Membrana tentacular plegada y libre, sin lóbulos ..... *Lysilla* sp. B Kritzler, 1984 G

Nota:

- 1) Descrita para Japón.

### *Polycirrus* Grube, 1850

- 1 Dos tipos de notosetas (lisas y pinadas) ..... 2
- Un tipo de notosetas (lisas, hirsutas o pinadas) ..... 3
- 2(1) Setenta y dos pares de notopodios ..... *Polycirrus* sp. A Kritzler, 1984 G
- Catorce-18 pares de notopodios ..... *P. mexicanus* (Rioja, 1947) P, BC
- 3(1) Notosetas hirsutas o lisas ..... 5
- Notosetas verticiladas (Fig. 3E) ..... 4
- 4(3) Veinte pares de notopodios; uncinos desde segmento 21 ..... *P. pennulifera* Verrill, 1900 G
- Doce pares de notopodios; uncinos desde segmento 5 ..... *P. holthei* Londoño-Mesa y Carrera-Parra, 2005 G

5(3) Notosetas lisas .....	6
- Notosetas hirsutas .....	7
6(5) Veintitrés pares de notopodios; uncinos desde el segmento 16 .....	
..... <i>P. cf. haematodes</i> (Claparède, 1864) <sup>1</sup> G	
-Diecinueve pares de notopodios; uncinos desde el segmento 13 .....	
..... <i>P. cf. denticulatus</i> de Saint-Joseph, 1894 <sup>1</sup> G	
7(5) Diez pares de notopodios; uncinos desde el segmento 10 .....	<i>P. purpureus</i> Schmarda, 1861 G
- Diecisiete ó más pares de notopodios .....	8
8(7) Diecisiete pares de notopodios .....	9
- Veinte ó más pares de notopodios .....	10
9(8) Uncinos desde el segmento 17 .....	<i>P. cf. albicans</i> Malmgren, 1866 <sup>1</sup> G
- Uncinos desde el segmento 18 .....	<i>Polycirrus</i> sp. B Kritzler, 1984 G
10(8) Veinte-25 pares de notopodios .....	<i>P. californicus</i> Moore, 1909 P
- Treinta-60 pares de notopodios .....	<i>P. caliendrum</i> Claparède, 1870 <sup>2</sup> P, C

## Comentarios

- 1) Como especies indescriptas en Londoño-Mesa & Carrera-Parra (2005).
- 2) Descrita para el Golfo de Nápoles.

**Agradecimientos**

Esta contribución se realizó en parte por el respaldo del proyecto "Taxonomía de poliquetos del Gran Caribe y evaluación molecular de especies anfiamericanas (Annelida: Polychaeta)," financiado por CONACYT (61609). Dos revisores anónimos ayudaron a mejorar esta versión final.

**Referencias**

- Day JH 1967 A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa. *Brit Mus Nat Hist Publ* 656: 1-878.
- Garraffoni ARS & Lana PC 2004 Cladistic analysis of Trichobranchinae (Polychaeta; Terebellidae). *J Mar Biol Ass UK* 84: 973-982.
- Grube AE 1851 Annulaten. Reise in der äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844, mit allerhöchster Genehmigung auf Veranstaltung der kaiserlichen. *Akad Wiss St. Peterburg Her Midd* 2(1): 1-24.
- Hernández-Alcantara P Fontana-Urbe SC & Solís-Weiss V 2003 Commented checklist of polychaetes (Annelida: Polychaeta) from areas adjacent to Islands of the Mexican Pacific and Gulf of California. *Bull Sout Cal Acad Sci* 102(1): 1-16.
- Hessle C 1917 Zur Kenntniss der Terebellomorphen Polychaeten. *Zool Bidr Upps* 5: 39-258.
- Holthe T 1986 Evolution, Systematics, and Distribution of the Polychaeta Terebellomorpha, with a catalogue of the taxa and a bibliography. *Gunneria* 55: 1-236.
- Hutchings P 2000 Family Terebellidae. *In: PL Beesley, GJB Ross & CJ Glasby (eds) Polychaeta and allies: the Southern Synthesis. Fauna of Australia. Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. Vol. 4a. CSIRO Pub., Melbourne* xii, pp 226-232.
- Kritzler H 1984 Chapter 52. Family Terebellidae Grube 1950. *In: JM Uebelacker & PG Johnson (eds) Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Vol. 7. Barry A. Vittor & Associates Inc., Mobile, Alabama*, pp 1-72.
- Linnaeus C 1767 *Systema Naturae*. Ed. XII. Stockholm.
- Londoño-Mesa MH 2009 Terebellidae (Polychaeta: Terebellida) from the Gran Caribbean region. *Zootaxa* 00: 1-125.
- Malmgren AJ 1867 Nordiska Hafs-Annulater. Öfversigt af Kongl. Vet Akad Förhand Stockholm 5: 355-410.
- Müller OF 1776 *Zoologica Danicae. Prodromus seu Animalium Daniae et Norvegiae indigenarum characters, nomine et synonyma imprimis popularium. Copenhagen*, 274 pp.
- Rouse GW 2001 Terebellidae Grube, 1850. Captítulo 86, pp. 246-250. *In: GW Rouse & F Pleijel (eds) Polychaetes. Oxford University Press, New York*, 354 pp.
- Salazar-Vallejo SI & Londoño-Mesa MH 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *An Inst Biol UNAM, Ser Zool* 75(1): 9-97.



# 50. Tomopteridae Grube, 1848

María Ana Fernández-Álamo

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias  
mafa@hp.fciencias.unam.mx

## Introducción

Los tomoptéridos son organismos exclusivamente planctónicos, con cuerpos aplanados dorsoventralmente, sin septos segmentales, transparentes o ligeramente blanquecinos. El carácter distintivo de estos poliquetos es que carecen de setas y acículas en los parápodos, excepto en los cirros tentaculares de los dos primeros segmentos. Éstos últimos se modifican notoriamente y llevan una sola acícula totalmente interna que les sirve de soporte. Los parápodos del tronco son distalmente bilobulados y cada rama se encuentra rodeada por una estructura membranosa llamada pínula, en la que se encuentran varios tipos de glándulas, algunas con actividad bioluminiscente (Greeff 1885, Terio 1964, Dales 1971). El tamaño de estos poliquetos es variable, desde pocos mm hasta 10 cm o más.

Los tomoptéridos son integrantes comunes de la comunidad pelágica y constituyen una de las familias holopelágicas que con más frecuencia aparece en los muestreos de plancton. Su distribución es bastante amplia, registrándose en todas regiones marinas del planeta y en todas las profundidades de la columna de agua. Vivos, son como delicadas plumas cristalinas (Day 1967) y los actuales submarinos de investigación oceanográfica han podido fotografiar y filmar estos organismos en su ambiente natural.

De acuerdo con Pettibone (1963) estos gusanos son depredadores voraces, se alimentan principalmente de quetognatos y tunicados (Fauchald & Jumars 1979). Cuando son dominantes en las comunidades pelágicas deben tener una importancia considerable como alimento de los peces ya que se pueden presentar en densidades altas (Southern 1911).

Schroeder & Hermans (1975) resumen la información sobre la reproducción, describiendo la formación de los gametos femeninos y la morfología interna de los conductos genitales. En muchos de los organismos fijados se observan las gónadas en el interior de los troncos parapodiales.

Åkesson (1962) describe el desarrollo de las larvas en *Tomopteris helgolandica* demostrando que el primer par de cirros tentaculares, denominado primer setígero, se pierde en los individuos adultos, pero se encuentra presente en los individuos jóvenes.

## Morfología

En el cuerpo, deprimido y transparente, se distinguen claramente la cabeza, el cuello y el tronco; este último puede o no prolongarse en la porción posterior para formar un alargamiento con parápodos reducidos al que se denomina cola.

La cabeza está formada por el prostomio, al que se fusionan los dos primeros segmentos del cuerpo y del que se origina un par de antenas laterales en forma de bandas que se adelgazan en su región distal, también lleva un par de ojos evidentes y un par de órganos nucleares, difíciles de observar en el material fijado (Fig. 1A). Presenta una faringe protractil, corta e inerte. De cada segmento que se fusiona al prostomio, se origina un par de cirros tentaculares, soportados por unas varillas aciculares internas. En algunas especies durante el desarrollo del animal, la acícula o todo el cirro del primer segmento se pierden, constituyendo un carácter taxonómico importante para la identificación de las especies; sin embargo, como su desaparición es gradual en el proceso ontogénico, su utilización resulta difícil en los individuos jóvenes. El segundo par de cirros

tentaculares es muy robusto y se alarga considerablemente, de tal forma que llega a sobrepasar la longitud de todo el cuerpo en los adultos. En algunas descripciones constituye un carácter taxonómico, pero en la mayoría de los ejemplares ésta estructura se encuentra rota, por lo que tiene poca utilidad (Fig. 1A). El cuello es la región posterior a la base de los segundos setíferos.

El tronco no presenta una delimitación clara de los segmentos (ya que no existen septos) y por ello sólo se distinguen por la presencia de los parápodos; éstos son birrámeos y aquetos, con una base alargada, de la cual se originan una rama notopodial y una rama neuropodial, ambas rodeadas por estructuras membranosas, denominadas pínulas (Fig. 1B). En éstas se presentan varios tipos de glándulas, algunas con importancia en la determinación de las especies, por lo que sus características, como la forma, el tamaño, su afinidad a los colorantes y su presencia o ausencia, tienen valor taxonómico. En la Fig. 1A y 1C se pueden apreciar sus características, describiéndose a continuación brevemente:

1) las glándulas cromófilas se encuentran en la región ventral de las pínulas neuropodiales; son llamadas así por su fuerte afinidad con la hematoxilina; generalmente son abultadas y resaltan claramente en las pínulas, aún sin teñir.

2) las glándulas en aguijón están íntimamente colocadas con las glándulas cromófilas, tienen la forma de una estructura triangular con la punta curvada y dirigida hacia abajo, a veces sobresaliendo de los bordes de la pínula.

3) las glándulas en roseta han sido registradas como órganos fosforescentes, tienen una zona central, que se tiñe con ácido ósmico, alrededor de la cual se disponen varias células a manera de una flor, de donde viene su nombre; estas glándulas se pueden presentar en el tronco de los dos primeros pares de parápodos y en la región dorsal o dorso-apical de las pínulas notopodiales y neuropodiales

4) las glándulas hialinas son de forma variable, no se tiñen con hematoxilina y por su claridad son difíciles de observar; también se localizan en las pínulas notopodiales y neuropodiales.

El pigidio como tal no se describe en la diagnosis de la familia y en su lugar lo que se considera es la presencia o ausencia del alargamiento posterior del cuerpo con parápodos reducidos para formar la cola, que es un carácter taxonómico relevante.

### Sistemática

Esta familia ha sido cuidadosamente revisada por numerosos autores destacando los trabajos de Apstein (1900), Rosa (1908), Southern (1911), Malaquin & Carin (1922), Fauvel (1923), Støp-Bowitz (1948), Dales (1957), Tebble (1960, 1962), Ushakov (1955), Fernández-Álamo (1983, 2000), Pleijel & Dales (1991), Rozbaczylo *et al.* (2004), entre otros. Debido a las características morfológicas únicas, altamente especializadas para su existencia pelágica, las relaciones filogenéticas de los tomopteridos con el resto de los poliquetos son inciertas (Eklöf *et al.* 2007) y la mayoría de los autores los colocan como un grupo de difícil integración, principalmente relacionados con los filodócidos (Rouse & Pleijel, 2001). Mileikovsky (1977) propone la creación del orden Tomopterimorpha y Pleijel & Dales (1991) la superfamilia Tomopteroidea. Sin embargo, Rouse & Fauchald (1997) y Rouse & Pleijel (2001) los incluyen en el orden Phyllodocida. Struck *et al.* (2007) en un análisis multigenético definen a *Tomopteris* sp como grupo hermano del clado Goniadidae/Glyceridae (Gliceriformes), a su vez hermano del clado Alciopidae (*Alciopina* sp y *Torrea* sp)/ Phyllodocidae (*Phyllodoce groelandica*).

En general los organismos de esta familia presentan una morfología bastante homogénea, haciendo difícil la caracterización de las especies. En los trabajos de finales del siglo XIX y principios del XX, se usaba el subgénero Johnstonella (Gosse, 1853) para diferenciar organismos con o sin primeros setíferos y glándulas roseta, Tebble (1960) discute que los caracteres para su definición no son claros y por lo tanto no acepta esta categoría. Rosa (1908), erige al género *Enapteris* y lo diferenció de *Tomopteris*, por la forma de las

ramas parapodiales y la extensión de sus pínulas, e incluye en él a la especie descrita por Apstein (1900) como *Tomopteris euchaeta*. Con base en la debilidad de los argumentos taxonómicos, Day (1967) debate la validez de este género y Fernández-Álamo (1983, 2000) argumenta que la diferencia en las características de las ramas parapodiales y las pínulas no son las establecidas por Rosa (1908), por lo que coincide con la posición de Day (1967) al considerar a *Tomopteris* como el único género válido de los tomoptéridos. Rozbaczylo *et al.* (2004) consideran que las diferencias morfológicas de los ejemplares que estudian son suficientes para incluirlos en ambos géneros, no obstante, para definir esta situación, se requiere una revisión cuidadosa que incluya el material tipo.

Dales & Peter (1972) en su revisión de los poliquetos pelágicos, mencionan que la familia Tomopteridae incluye dos géneros *Enapteris* (ver párrafo anterior) con una sola especie y *Tomopteris*, en donde enlistan 41, de las cuales 22 han sido citadas sólo una o a lo más dos veces, mientras que de las restantes 19, varias han sido consideradas en sinonimia, lo que deja en claro los problemas taxonómicos que existen, por lo que es

una necesidad urgente realizar exámenes cuidadosos de las especies que integran a esta familia de poliquetos. En aguas mexicanas, los tomoptéridos se han registrado en la costa occidental de Baja California, el Golfo de California, las costas de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, el Golfo de México, el Canal de Yucatán y las costas de Quintana Roo, en el Mar Caribe. También se incluyen algunos registros observados en las regiones adyacentes que por la dinámica oceánica tienen influencia sobre las costas del Pacífico mexicano, como son la Corriente de California y las aguas del Pacífico Tropical Oriental, así como del Mar Caribe. La literatura consultada en donde aparecen estos registros es la siguiente: Rosa (1908), Dales (1957), Fernández-Álamo & Segura (1979), Salazar-Vallejo (1981, 1992), Fernández-Álamo (1983, 1987, 1989, 1991, 1992, 1996, 2000, 2006, 2008), Jiménez-Cueto & Suárez-Morales (1999), Fernández-Álamo *et al.* (2003, 2008), Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa (2004), Fernández-Álamo & Farber (2006) y Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo (2005). La siguiente clave se elaboró mediante el programa DELTA (Dallwitz *et al.* 1993).

### Clave para especies

#### *Tomopteris* Eschscholtz, 1825

1. Cuerpo sin proyección posterior en forma de cola ..... 2  
- Cuerpo con proyección posterior en forma de cola ..... 4
2. Primer par de setígeros ausentes (Fig. 1A) ..... 3  
- Primer par de setígeros presentes ..... *T. elegans* Chun, 1887<sup>1</sup>
3. Forma de glándulas cromófilas triangular, ventrales y bien diferenciadas .....  
..... *T. planktonis* Apstein, 1900<sup>2</sup>  
- Forma de glándulas cromófilas difusa y distales en la pínula .....  
..... *T. septentrionales* Quatrefages, 1865<sup>3</sup>
4. Primer par de setígeros ausentes (Fig.1A) ..... 5  
- Primer par de setígeros presentes ..... *T. nationalis* Apstein, 1900<sup>4</sup>
5. Ancho del tronco menor o igual que el ancho de los parápodos ..... 6  
- Ancho del tronco mayor que el ancho de los parápodos ..... *T. nissenii* Monro, 1930<sup>5</sup>
6. Forma de pínula homogénea (sólo granulada) ..... *T. dunckeri* Rosa, 1908 <sup>6</sup>  
- Forma de pínula con zonación ( regiones hialina y granulada) (Fig. 1B) .....  
..... *T. euchaeta* Chun, 1887<sup>7</sup>

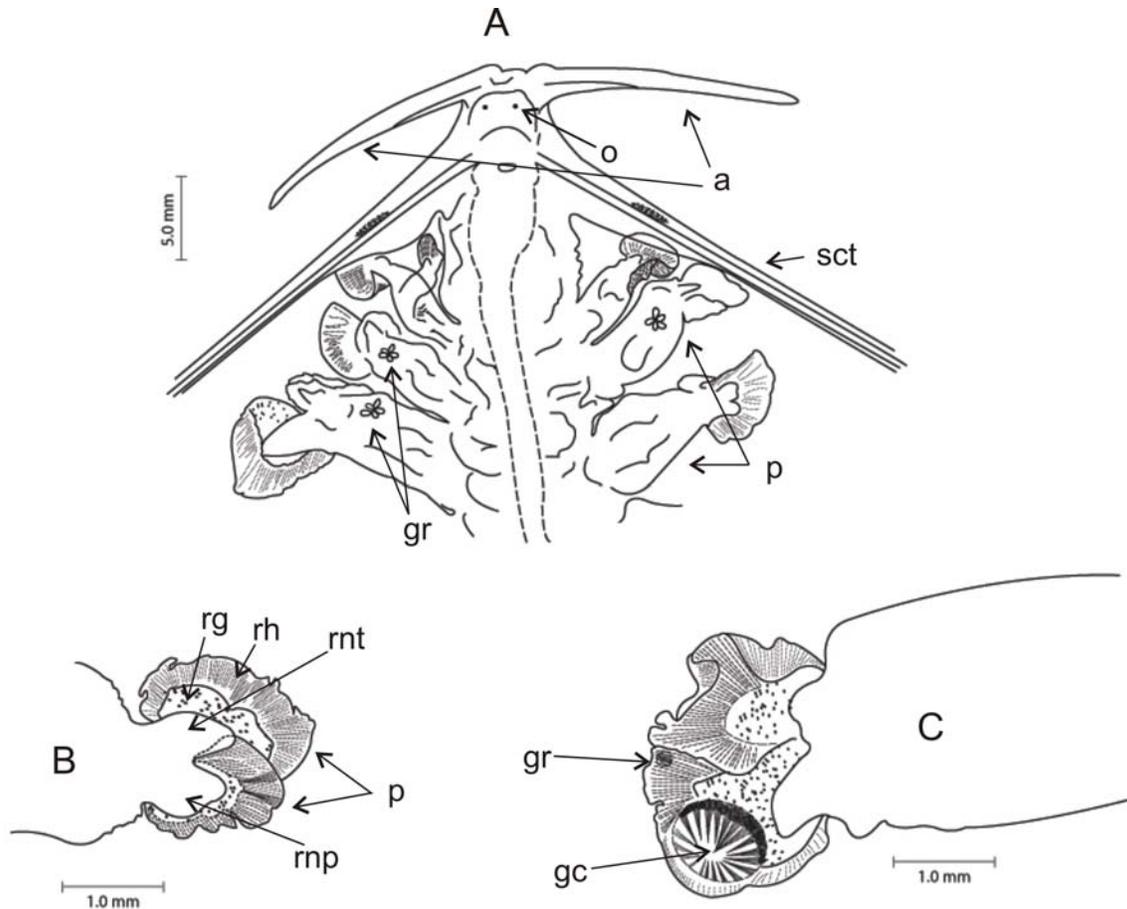


Figura 1. *Tomopteris euchaeta*. A = Región anterior, vista dorsal: o = ojos, a = antenas, sct = segundo par de cirros tentaculares, gr = glándulas en roseta, p = parápodos. B = Primer par de parápodos, vista lateral: rnt = rama notopodial, rnp = rama neuropodial, pn = pínulas, rh = región hialina, rg = región granular. C = Tercer par de parápodos, vista lateral: gr = glándulas en roseta, gc = glándula cromófila.

#### Comentarios

1) *Tomopteris elegans* tiene una amplia distribución en las aguas cálidas y templadas del Mediterráneo y de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. Como la mayoría de los poliquetos del holoplancton tiene distribuciones muy amplias, tanto horizontales como verticales, lo cual podría explicarse porque ocupan todo el ambiente pelágico, el cual tiene una estructura tridimensional con una compleja dinámica de las masas de agua. En las costas mexicanas también tiene una distribución extensa en la costa occidental de Baja California, el Golfo de California, frente a las costas de Colima y en las aguas del Canal de Yucatan y las costas de Quintana Roo en el Golfo de México.

2) *T. planktonis* ha sido considerada cosmopolita en el amplio significado de la palabra, con registros en las regiones polares, templadas y tropicales en todos los océanos del planeta. Ha sido ampliamente registrada en todas las aguas y costas de México.

3) *T. septentrionalis* se ha catalogado también como cosmopolita por la amplitud de sus registros, sin embargo parece ser que se trata de una especie estenotérmica de aguas frías, que habita en la superficie de las regiones subpolares y polares, mientras que en las regiones cálidas y templadas lo hace a profundidades considerables. Aparentemente puede ser capturada en el estrato somero en las segundas regiones debido a los fenómenos de surgencias, como sucede en el Pacífico Tropical Oriental (Fernández-Álamo & Farber 2006). Esta especie tiene escasos registros en México, en las costas de Guerrero y en las costas noroccidentales de Quintana Roo.

- 4) *T. nationalis* se ha observado, principalmente en las aguas cálidas, en el Mar Mediterráneo y en los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. En México ha sido registrada en la costa occidental de Baja California Sur, en el Golfo de California, frente a las costas de Colima y Guerrero en el Pacífico, así como en las costas noroccidentales de Quintana Roo.
- 5) *T. nissenii* tiene una distribución amplia en el Atlántico, más restringida en el Índico y sus registros en el Pacífico son bastante más escasos, en la Corriente de California y en el Pacífico Tropical Oriental. Esta especie solo se ha observado en las costas noroccidentales de Quintana Roo.
- 6) *T. dunckeri* se ha registrado en el océano Índico y ha sido observada con una distribución relativamente amplia en el Pacífico Tropical Oriental (Fernández-Álamo 1981, 2000) , así como en el Golfo de California (Fernández-Álamo 1981, 1989 y 2000).
- 7) *T. euchaeta* se distribuye en el Mediterráneo y las aguas cálidas y templadas de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. También fue registrada por Rosa (1908) en la región central del Mar Caribe. En México se ha observado en las costas occidentales de Baja California Sur, en el Golfo de California, en la región oceánica frente a las costas de Colima en el Pacífico y en las aguas del Canal de Yucatán en el Golfo de México.

### Agradecimientos

Un reconocimiento muy especial a: Adrián Fernández por digitalizar los dibujos, a Maricela Vicencio e Ivette Ruiz-Boijseauneau por la organización de las referencias y la edición del manuscrito y a Gerardo Rivas por asesorar en la elaboración de la clave.

### Referencias

- Akesson B 1962 The embryology of Tomopteris helgolandica (Polychaeta). Acta Zool Stockh. 42: 135-199.
- Apstein C 1900 Die Alciopiden und Tomopteriden der Plankton Expedition. Ergebn Plankton Exp 11: 1-61
- Chun C 1887 Die pelagische Thierwelt in grösseren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna. Bibl Zool Cassel, 1-66.
- Dales RP 1957 Pelagic polychaetes of the Pacific Ocean. Bull. Scripps Inst Oceanogr Univ Calif 7: 99-168.
- Dales RP 1971 Bioluminescence in Pelagic Polychaetes. J Fish Res Board Can 28: 1487-1489.
- Dales RP & G Peter 1972 A synopsis of the pelagic Polychaeta. J Natur.Hist.6: 55-92.
- Dallwitz MJ, TA Paine & EJ Zurcher 1993 Onwards. User's Guide to the DELTA System: a General System for Processing Taxonomic Descriptions. 4th edition. <http://delta-intkey.com>
- Day JH 1967 A Monograph on the Polychaeta of southern Africa. Part 1 Errantia. Brit Mus (nat Hist) Publ 656: 1-458.
- Eklöf J F Pleijel & P Sundberg 2007 Phylogeny of benthic Phyllodocidae (Polychaeta) based on morphological and molecular data. Mol Phyl Evol 45: 261-271.
- Eschscholtz F 1825 Bericht über zoologische Ausbeute während der Reise von kronstadt vis St. Peter und Paul. Isis von Oken Jena 16: 733-747.
- Fauchald K& P Jumars, 1979 The diet of worms: A study of polychaete reedings guilds. Oceanog Mar Biol 17:193-284.
- Fauvel P 1923 Polychètes errantes. Faune de France 5: 183-230.
- Fernández-Álamo MA 1983 Los poliquetos pelágicos (Annelida-Polychaeta) del Pacífico Tropical Oriental: Sistemática y Zoogeografía. Tes Doc Univ Nal Autón México, 481 pp.
- Fernández-Álamo MA 1987 Distribución y abundancia de los poliquetos pelágicos (Annelida: Polychaeta) en el Golfo de Tehuantepec, México, In: S Gómez Aguirre & V Arenas Fuentes (eds) Contrib Hidrobiol UNAM México, pp 267-278.
- Fernández-Álamo MA 1989 Una aportación al conocimiento del zooplancton del Golfo de California. Mem VII Simp Intern Biol Mar UABCS, pp 17-22.
- Fernández-Álamo MA 1991 The Holoplanktonic Polychaetes from the Gulf of California during August-September, 1977. CalCOFI Rep 32: 97-104.
- Fernández-Álamo MA 1992 Distribución y abundancia de los poliquetos holoplanctónicos en el Golfo de California durante marzo y abril de 1984. Invest Mar CICIMAR 7(1): 75-89.
- Fernández-Álamo MA 1996 Holoplanktonic polychaetes from the southwestern region of Baja California, México, in March, 1977. An Inst Biol UNAM Ser Zool 67(1): 51-66.
- Fernández-Álamo, M.A. 2000. Tomopterids (Annelida Polychaeta) from the Eastern Tropical Pacific Ocean. Bull Mar Sci 67(1): 45-53.

- Fernández-Álamo MA 2006 Composition, abundance and distribution of holoplanktonic polychaetes from the expedition "El Golfo 6311-12" of Scripps Institution of Oceanography. *Sci Mar* 70S3: 209-215.
- Fernández-Álamo MA 2008 Diversidad de los poliquetos del holoplancton en el Océano Atlántico. *Actas XVII Biental de la RSEHN Puerto Morelos México Madrid*, pp 97-103.
- Fernández-Álamo MA & J Farber 2006 Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. In: P Fiedler & M Lavin (eds). *A Review of Eastern Tropical Pacific Oceanography*. ELSEVIER *Progr Oceano* 69: 318-359.
- Fernández-Álamo MA & L Segura 1979 Nota faunística sobre los poliquetos pelágicos de la Bahía de Acapulco, Guerrero, México. *VI Simp Lat Oceanog Biol San José de Costa Rica*, pp 13.
- Fernández-Álamo MA L Sanvicente-Añorve & MA Alatorre-Mendieta 2003 Changes in pelagic Polychaete Assemblages along the California Current System *Hydr* 496: 329-336.
- Fernández-Álamo MA I Ruiz-Boijseauneau ME Vicencio-Aguilar O Castillo-Sandoval K Naranjo-Zavaleta MV Piña-Gonzalez AN Aranda-Rodriguez M Galván-Delgado y AF Solano-Vargas 2008 Listados de los sifonóforos, poliquetos, decápodos y quetognatos en el Golfo de California, México. *Actas XVII Biental de la RSEHN Puerto Morelos México Madrid*, pp 105-113.
- Gosse PH 1863 A summer afternoon by the sea. *The Tomopteris*. *Intellectual Observer London* 2: 149-157.
- Greiff R 1885 Ueber die pelagische fauna an der Küsten der Guinea-Insela. *Pelagische Anneliden von Rolas*. *Z wiss Zool* 42: 432-458.
- Grube AE 1848 Bemerkungen über Tomopteris und die Stellung dieser Gattung. *Arch Nat Phys wiss Med Reichert* 1848: 456-468.
- Jiménez-Cueto S & E Suárez-Morales 1999 Tomopteris (Polychaeta: Tomopteridae) of the western Caribbean Sea. *Bull Inst Royal Sci Nat Belgique Biol* 69: 5-14.
- Malaquin A & F Carin 1922 Tomoptérides provenant des campagnes de L'Hindorelle et de la Princesse-Alice (1888-1910). *Rés Camp Sci Institut Ocean Monaco* 61: 1-52.
- Mileikovsky SA 1977 On the systematic interrelationships within the Polychaetes and Annelida, an attempt to create an integrated system based on their larvae morphology. In: D Reish & K Fauchald (eds) *Essays on Polychaetous Annelids in memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock Foundation, Univ Southern California Los Angeles.
- Monro CCA 1930 Polychaete worms. *Discovery Rep* 2: 1-222.
- Pettibone MH 1963 Marine Polychaete worms of the New England Region. 1 Families Aphroditidae through Trochochaetidae. *Nat Mus Bull* 227: 1-356.
- Pleijel F & RP Dales 1991 Polychaetes: British Phyllozooids, Typhlozooids and Tomopteroids. *Synop Br Fauna N S* 45: 1-202.
- Quatrefages A1865 *Histoire naturelle des Années marines et d'eau douce Paris Encycl Roret* 2: 1-588.
- Rosa D 1908 Anellidi 1. Tomopteridi. *Raccolte Plantoniche fatte dalla R. Nave Liguria nel viaggio di circonavigazione del 1903-05 sotto il comando di S.A.R. Luigi di Savoia Duca degli Abruzzi*. *Publ R Istituto Studi Superiori Pratici Perfezionamento Firenze* 1: 247-327.
- Rouse GW & K Fauchald 1997 Cladistics and polychaetes. *Zool Scripta* 26: 139-204.
- Rouse GW & F Pleijel 2001 *Polychaetes*. Oxford University Press New York, 354 pp.
- Rozbaczylo N RA Moreno G Guzmán & J Jaque 2004 Poliquetos pelágicos (Annelida, Polychaeta) del Pacífico suroriental frente a Chile e islas oceánicas. *Investig mar* 32 (2): 11-22.
- Salazar-Vallejo SI 1981 La Colección de Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. *Tes Prof Univ Autón Nuevo León*, 1-156.
- Salazar-Vallejo SI 1992 Updated checklist of polychaetes (Polychaeta) from the Gulf of Mexico, the Caribbean Sea and adjacent areas in the western Atlantic Ocean. In: D Navarro & E Suárez-Morales (eds). *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo Mexico Vol. II CIQRO/SEDESOL*, pp.43-76.
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *An Inst Biol UNAM Ser Zool* 75(1): 9-97.
- Schroeder PC & CO Hermans 1975 Annelida: Polychaeta. In: AC Giese & JS Pearse (eds) *Reproduction of marine invertebrates. 3: Annelids and echiurans*. Marine invertebrates. Academic Press New York, pp. 1-213.
- Southern R 1911 Polychaeta of the coasts of Ireland. 3. The Alciopinae, Tomopteridae and Typhlozoecidae. *Scient Invest Fish Branch Ireland* 3: 1-37.
- Støp-Bowitz C 1948 Polychaeta. Rep "Michael Sars" North Atlantic Deep-Sea Exp 1910 5(8): 1-91.
- Tebble N 1960 Distribution of pelagic polychaetes in the South Atlantic Ocean. *Discovery Rep* 30: 161-300.
- Tebble N 1962 The distribution of pelagic polychaetes across the North Pacific Ocean. *Bull Brit Mus (nat Hist) Zool* 7: 371-492.
- Terio B 1964 Possibili interrelazioni tra bioluminescenza e fluorescenza di materiali fotosensibili presenti nelle pinne e sui parapodi dei Tomopteridi. *Atti Soc Peloritana Sci Fis Mat Natur* 10: 1-11.
- Ushakov PV 1955 Polychaeta of the far Eastern Seas of the U.S.S.R. *Acad SciUSSR* 56:1-445.

Vicencio-Aguilar ME & MA Fernández-Álamo 2005  
Radiolarios, Cnidarios, Anélidos, Crustáceos y

Quetognatos del plancton en el Golfo de California.  
Rev Soc Mex Hist Nat 2 (1): 91-106.



# 51. Trichobanchidae Malmgren, 1866

Vivianne Solis-Weiss<sup>1</sup>, Mario Hernan Londoño-Mesa<sup>2</sup>  
y Pablo Hernández-Alcántara<sup>1</sup>

1) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y  
Limnología, solisw@mar.icmyl.unam.mx

2) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal  
Universidad de Antioquia, Instituto de Biología, Colombia  
mlondono@ecosur.mx, mlondono@biologia.udea.edu.co

## Introducción

La familia Trichobanchidae está constituida por poliquetos sedentarios típicos prácticamente sésiles en estado adulto, de cuerpo relativamente corto y compacto, cuyo tamaño varía de pocos milímetros a unos 10 cm de largo. Viven en su mayoría en tubos lodosos, generalmente no muy bien consolidados, en especial en aguas frías y en sedimentos someros donde llegan a ser localmente abundantes. Sin embargo, también se han encontrado algunas especies hasta 2700 m (Hutchings & Peart, 2000). Son predominantemente marinos aunque se ha registrado a *Terebellides stroemi* Sars, 1835 en salinidades de 3% en el Mar Báltico (Remane y Schlieper, 1958).

Se caracterizan por la fusión del prostomio y del peristomio a lo largo del margen anterior del peristomio y por sus gruesas espinas neuropodiales curvadas en el primer setífero. Esto último, aunado a que se trata de un grupo de organismos bastante uniforme, es considerado como base para determinar la monofilia de la familia (Fauchald & Rouse, 1997). De los ocho géneros reconocidos a la fecha, cuatro son monotípicos. Los sexos son separados aunque no se presenta dimorfismo sexual, excepto en periodos reproductivos cuando difieren por el color de los gametos (machos color blancuzco, hembras rosadas a verdosas). La reproducción ha sido estudiada solo en climas fríos europeos donde es anual durante varios años, al menos en la más conocida de las especies, *T. stroemi* y no se conocen larvas en el plancton (Thorson, 1946). Son

consumidores de depósito no selectivos, o detritívoros cuyo alimento principal son las bacterias y depósitos de algas que cubren las partículas sedimentarias que ingieren.

## Sistemática

La familia Trichobanchidae fue nombrada por Malmgren (1866) pero con el rango de subfamilia de los Terebélicos (Trichobanchinae) y caracterizada por presentar un prostomio como el de los Terebellinae, branquias cirriformes y uncinos anteriores aciculares y posteriores aviculares. La mayoría de los autores, entre ellos muchos de los especialistas que han publicado en la última década, los considera como una familia separada y bien estructurada (Holthe (1986a, b), Hilbig (2000), Hutchings & Peart (2002), Rousset *et al.* (2003), Glasby *et al.* (2004)). Estos autores se basan en la uniformidad de los caracteres presentes entre sus miembros, incluyendo las espinas recurvadas características del primer setífero que, según Fauchald & Rouse (1997), definen el carácter monofilético de la familia. Sin embargo, Rouse & Pleijel (2001) no concordaron con esto y consideraron a la familia como un taxón al que llamaron Trichobanchinae dentro de la familia Terebellidae. Es posible que esta postura sea debida a que si este grupo de organismos es considerado como una familia aparte, como es la opinión de los autores antes mencionados y con los cuales estamos de acuerdo, éste pueda crear problemas para demostrar la monofilia de la familia Terebellidae de acuerdo con Fauchald & Rouse (1997). Una muy buena discusión sobre la

sistemática de esta familia y sus relaciones con la familia Terebellidae fue elaborada por Garraffoni & Lana (2004).

No hay revisiones comprensivas de la familia; Hessle (1917) y Holthe (1986a) son los únicos autores que la han analizado con algo de detalle hasta hoy. Sin embargo, en la actualidad se sabe que, en Australia, Nogueira y Hutchings están realizando estudios morfológicos y moleculares destinados a elucidar el estatus de este grupo de organismos como familia.

La especie *Terebellides stroemi* fue considerada durante mucho tiempo cosmopolita y común en los fondos blandos someros del mundo. Sin embargo, y como ha sucedido con casi todos los géneros de las diferentes familias de poliquetos, esta aseveración resulta falsa, al examinar con cuidado los diferentes caracteres propios de organismos supuestamente de la especie, pero originarios de diversas regiones del planeta. Por ello, Williams (1984) y posteriormente Solis-Weiss *et al.* (1991), utilizando caracteres adicionales, describieron nuevas especies del género, y se reconocieron como válidas varias especies ya sinonimizadas (Fauchald & Rouse, 1997).

### Morfología

El prostomio, generalmente cónico y poco conspicuo, se caracteriza por una membrana tentacular amplia y numerosos tentáculos bucales de dos tipos: tentáculos acanalados no retráctiles emergiendo del borde prostomial, y tentáculos bucales normales (Figs 1A, B). El peristomio, fusionado en su borde anterior al prostomio, forma labios muy conspicuos: el labio superior puede llegar a formar lóbulos externos (Figs 1C, D), similares a los presentados en los terebellidos, mientras que el labio inferior puede expandirse para formar una proboscis eversible cónica cuya cresta puede estar completamente retraída (Fig. 1D). No se presentan antenas en el prostomio. Los órganos nucleales sólo se presentan en el género *Trichobranchus* Malmgren, 1866, pero no se han descrito en ninguno de los otros géneros de la familia (McHugh, 1995). La segmentación corporal es muy visible, principalmente en el tórax (Figs 1B, C, E). Algunas especies pueden presentar lóbulos laterales en algunos setígeros

anteriores (Fig. 1C); estos lóbulos, a veces con tamaños diferentes, son similares a las alas laterales que se presentan en los terebellidos, aunque no son tan largas, por lo que se prefiere llamarles lóbulos, en vez de alas.

El tórax se diferencia del abdomen por su número fijo de segmentos (Fig. 1E), es decir, un número de segmentos que varía de género a género pero es estable dentro de cada género, y además por presentar notosetas y neurosetas. El primer segmento, fusionado a la parte cefálica, no presenta parápodos y es aqueto (Fig. 1F, G). El abdomen, por el contrario, tiene un número variable de segmentos y sólo presenta neurosetas.

Las branquias son dorsales y están en todas las especies. Se presentan en dos formas según el género, branquias lameladas con un solo tallo (Fig. 1E), o branquias digitiformes sésiles (Fig. 1F). Las especies del género *Terebellides* presenta una branquia grande con un sólo tallo en el segmento 2, formada típicamente por cuatro lóbulos lamelados (aunque pueden ser de dos a cinco lóbulos) que se unen a dicho tallo (Figs 1G, H). Dichas lamelas pueden presentar papilas pequeñas y redondeadas, evidentes en el borde externo (Fig. 1I). Por el contrario, las especies de los géneros *Trichobranchus* y *Artacamella* presentan filamentos sésiles pareados sencillos y cirriformes, en los segmentos 2, 3 y 4 (Fig. 1F).

Los parápodos son birrámeos, con notópodos restringidos a la región torácica (Figs 1B, E), insertados dorsolateralmente y de forma rectangular. Las notosetas están insertadas en posición distal formando haces; son capilares (Fig. 1J) con diversas ornamentaciones que a menudo sólo son obvias al microscopio electrónico. Estas notosetas están dispuestas en una o dos hileras; generalmente son de dos tamaños y pueden variar en tamaño o forma en la región torácica. Los neurópodos están constituidos por estructuras de tipo glandular carnoso alargado denominadas tori (singular: torus) (Fig. 1B), presentes hasta el pigidio, cuya forma varía a lo largo del cuerpo y sobre los cuales se insertan los uncinos; no se presentan cirros ni acículas. Las neurosetas son espinas gruesas recurvadas en el primer neurópodo (Fig. 1K) y uncinos torácicos aciculares (Figs 1L, M) o abdominales aviculares con varias series horizontales de dientes (Fig. 1N, O).

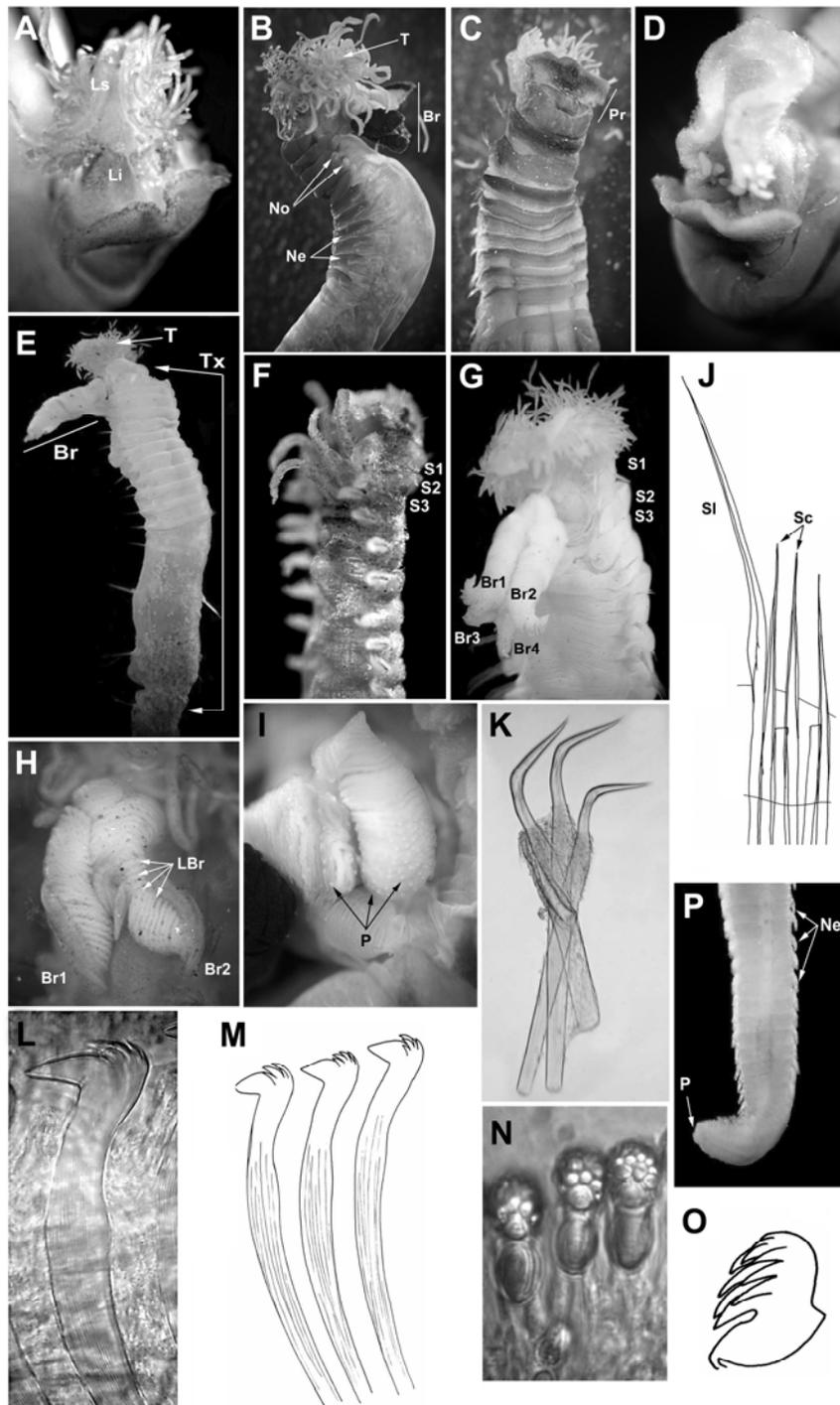


Figura 1. *Terebellides parvus*: A) Extremo anterior VF. E) Extremo anterior VL; G) Extremo anterior VD; H) Branquias VD; J) Setas torácicas. K) Espinas primer neurópodo. L, M) Uncinos aciculares. N, O) Uncinos aviculares. *Terebellides* sp.: B) Extremo anterior VL. *Terebellides lanai*: C) Extremo anterior VV. *Terebellides atlantis*: D) Extremo anterior VF. *Trichobranchus americanus*: F) Extremo anterior VL. *Terebellides* sp (tumidus): I) Branquias VD. *Terebellides distincta*: P) Abdomen posterior y pigidio. (Abreviaturas: Br= branquia; Br1,2,3,4= números de branquias; LBr= lamelas branquiales; Ne= neurópodos; No= notópodos; P= pigidio; Pa= papilas; Pr= prostomio; S1,2,3= números de segmentos; Sc= setas cortas; Sl= seta larga; T= tentáculos; Tx= tórax).

Los nefridios son de tipo metanefridio, los anteriores con función excretora y los posteriores con función reproductora (gonoductos). El pigidio (Fig. 1P) es redondeado o lobulado y se pueden presentar, aunque es raro, pequeños cirros anales.

Los caracteres que se utilizan para identificar y diferenciar a las especies en esta familia, es decir, los caracteres con importancia taxonómica, son los siguientes: a) Estructura cefálica (prostomio y peristomio), b) Estructura de las branquias, c) Estructura, distribución y alineamiento de las

setas, y d) Número del segmento en que aparecen las primeras setas

En México se han registrado 4 géneros y 13 especies, incluyendo 5 especies ya reconocidas como nuevas pero aún en etapa de descripción, (3 por Solís-Weiss *et al.* para el Golfo de California, y 2 por Londoño-Mesa para el Caribe mexicano) y 2 especies aun sin nombrar (sp.C. y sp.D. de Williams, 1984). En la clave, GM: Golfo de México; GC: Gran Caribe; OBC Oeste de Baja California; SPM: Sur del Pacífico Mexicano Q: especies cuestionables.

### Clave para especies de México

- 1 Branquia con un tallo simple sobre la superficie medio-dorsal (Fig. 1E) .....  
 ..... *Terebellides* Malmgren, 1866 .....4  
 - Branquias sésiles pareadas, cirrifórmes (Fig. 1F) ..... 2
- 2(1) Faringe presente, de forma cónica, eversible ..... *Artacamella hancocki* Hartman, 1955 OBC  
 - Faringe ausente . . . *Trichobranchus* Malmgren, 1866 ..... 3
- 3(2) Dos pares de branquias ..... *T. bibranchiatus* Moore, 1903 GC  
 - Tres pares de branquias ..... *T. glacialis* Malmgren, 1866<sup>1</sup> GC, SPM, C, Q
- 4(1) Lóbulos branquiales libres desde la base (Fig. 1G) ..... 5  
 - Lóbulos branquiales fusionados en gran parte de su longitud ..... 7
- 5(4) Lamelas branquiales papiladas (Fig. 1I) ..... *T. klemani* Kinberg, 1867 GM  
 - Lamelas branquiales lisas (Fig. 1H) ..... 6
- 6(5) Lóbulos branquiales gruesos; el par interno con un extremo posterior digitado .....  
 ..... *T. distincta* Williams, 1984 GM  
 - Lóbulos branquiales delgados; sin extremos digitados ..... *T. ehlersi* McIntosh, 1885 OBC
- 7(4) Primer par de notópodos con igual o menor desarrollo que los siguientes ..... 9  
 - Primer par de notópodos más desarrollado que los siguientes ..... 8
- 8(7) Setas del primer par de notópodos más largas que las setas del resto de los notópodos y dirigidas dorsalmente; 30-35 segmentos abdominales .....  
 ..... *T. californica* Williams, 1984 OBC, GC, SPM  
 - Setas del primer par de notópodos de igual longitud que las setas del resto de los notópodos y dirigidas lateralmente; 27 a 31 segmentos abdominales .....  
 ..... *Terebellides* Tipo C *sensu* Williams, 1984 OBC
- 9(7) 38 o menos setígeros abdominales ..... 10  
 - Entre 40 y 55 setígeros abdominales ..... *T. reishi* Williams, 1984 OBC, GC
- 10(9) Quinto lóbulo branquial (Fig. 1I), dirigido anteriormente hacia el prostomio .....  
 ..... *Terebellides* Tipo D *sensu* Williams, 1984 OBC

- Dos pares de lóbulos branquiales dirigidos posteriormente a partir de la base (Fig. 1K) y sin lóbulo branquial anterior ..... 11
- 11(10) Primer par de notópodos con menor desarrollo que el resto, con setas más cortas .... 12
- Segundo par de notópodos con mayor desarrollo que el resto, con setas de igual tamaño o más largas ..... *T. hirokoshii* Imajima & Williams, 1985<sup>2</sup> OBC, GC, Q
- 12(11) Dorso anterior con “joroba” (Fig. 1B); todos los lóbulos branquiales del mismo tamaño ..... *T. carmenensis* Solís-Weiss, Fauchald & Blankensteyn, 1991 GC
- Dorso anterior escasamente curvo (Fig. 1E); lóbulos branquiales internos más delgados .. 13
- 13(12) Espinas con un ángulo de 130°; curvatura muy estrecha (Fig. 1K) ..... 14
- Espinas con un ángulo inferior a 100°; extremadamente curvas a manera de gancho .....  
..... *T. lanai* Solís-Weiss, Fauchald & Blankensteyn, 1991 GM
- 14(13) Lóbulos laterales ausentes .. *T. parvus* Solís-Weiss, Fauchald & Blankensteyn, 1991 GM
- Lóbulos laterales en setíferos 1-5, aquellos en setíferos 2 y 3 más largos .....  
..... *T. stroemi* Sars, 1835<sup>3</sup> GC, Q

#### Comentarios

- 1) Esta especie fue descrita para la Antártida, pero de acuerdo con Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa (2004) se tienen 2 registros en el Pacífico mexicano. Se considera dicha distribución cuestionable y podría haber más de una especie bajo ese nombre.
- 2) Se considera su distribución cuestionable y podría haber más de una especie bajo ese nombre.
- 3) Esta especie fue descrita en Noruega, pero de acuerdo con Salazar-Vallejo & Londoño-Mesa (2004) se tienen 6 registros en el Pacífico mexicano. Se considera dicha distribución cuestionable y podría haber más de una especie bajo ese nombre.

#### Agradecimientos

Esta investigación fue realizada gracias al material prestado por Jesús Angel de León-González, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Igualmente, el respaldo de Leslie Harris, Museo de Historia Natural de Los Angeles y Eric Lazo-Wasem, Museo Peabody, Universidad de Yale, fue indispensable para uno de nosotros (MHLM) al poder revisar especímenes de sus colecciones. Esta investigación se realizó en parte con fondos de los proyectos Semarnat-2004-C01-0066 y Conacyt 61609.

#### Referencias

Fauchald K & Rouse G 1997 Polychaete systematics: Past and present. *Zoologica Scripta* 26: 71-138.  
 Garraffoni ARS & Lana PC 2004 Cladistic analysis of Trichobranchinae (Polychaeta; Terebellidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 973-982.

Glasby CJ, Hutchings P & Hall K 2004 Assessment of monophyly and taxon affinities within the polychaete clade Terebelliformia (Terebellida). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 961-971.  
 Rouse GW y Pleijel F 2001 Polychaetes. Oxford University Press, London. 354 pp.  
 Hartman O 1955 Endemism in the North Pacific Ocean, with emphasis on the distribution of marine annelids, and descriptions of new or little known species. *Essays in Natural Science in honor of Captain Allan Hancock*. University of Southern California. 39-60 pp.  
 Hessle C 1917 Zur Kenntnis der Terebellomorphen Polychaeten. *Zoologiska Bidrag Fran Uppsala* 5: 39-258.  
 Hilbig B 2000 Family Trichobranchidae Malmgren, 1866. *In: JA Blake, B Hilbig & PV Scott (eds) Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and the Western Santa Barbara Channel. The Annelida Part 4 vol. 7*. Santa Barbara Museum of Natural History. pp. 295-309.  
 Holthe T 1986a Evolution, systematics, and distribution of the Polychaeta Terebellomorpha, with a catalogue of the taxa and a bibliography. *Gunneria* 55: 1-236.

- Holthe T 1986b Polychaeta Terebellomorpha. Marine Invertebrates of Scandinavia 7: 1-192.
- Hutchings PA & Peart R 2000 A revision of the Australian Trichobranchidae. Invertebrate Taxonomy 14: 225-272.
- Imajima M & Williams S 1985 Trichobranchidae (Polychaeta) chiefly from the Sagami and Suruga Bays, collected by R/V *Tansei-Maru* (Cruises KT-65~76). Bulletin of the National Science Museum 11(1): 7-18.
- Malmgren AJ 1866 Nordiska Hafs-Annulater. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, Stockholm 5: 355-410.
- McHugh D 1995 Phylogenetic analysis of the Amphitritinae (Polychaeta: Terebellidae). Zoological Journal of the Linnean Society 114: 405-429.
- McIntosh WC 1885 Report on the Annelida Polychaeta collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Challenger Reports 12: 1-554.
- Moore JP 1903 Polychaeta from the coastal slope of Japan and from Kamchatka and Bering Sea. Proceedings of the Academy of Natural Science of Philadelphia 55: 401-490.
- Remane A & Schlieper C 1958 Die Biologie des Brackwasser. Die Binnengewässer 22: 1-348.
- Rousset V, Rouse GW, Féral JP, Desbruyères D & Pleijel F 2003 Molecular and morphological evidence of Alvinellidae relationships (Terebelliformia, Polychaeta, Annelida). Zoologica Scripta 32: 185-197.
- Rullier F 1951 Etude morphologique, histologique et physiologique de l'organe nuchal chez les Annélides Polychètes Sédentaires. Année Biologique, Paris 25: 207-341.
- Salazar-Vallejo SI & Londoño-Mesa MH 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica 75(1): 9-97.
- Sars M 1835 Beskrivelser og Iagttagelser over nogle moerkelige eller nye i Havet ved den Bergenske Kyst levende Dyr IV. Annelidernes, med en kort oversigt over de hidtil af Forfatteren sammesteds fundne Arter og deres Forekommen. Bergen. xii and 81 pp., 15 pls.
- Solís-Weiss V, Fauchald K & Blankensteyn A 1991 Trichobranchidae (Polychaeta) from shallow warm water areas in the Western Atlantic Ocean. Proceedings of the Biological Society of Washington 104: 147-158.
- Thorson G 1946 Reproduction and Larval Development of Danish Marine Bottom Invertebrates, with Special Reference to the Planktonic Larvae in the Sound (Oresund). Meddelelser fra Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser 4(1): 1-523.
- Williams SJ 1984 The Status of *Terebellides stroemi* (Polychaeta; Trichobranchidae) as a cosmopolitan species, based on a worldwide morphological survey, including description of new species. In: PA Hutchings (ed.). Proceedings of the First International Polychaete Conference, The Linnean Society of New South Wales, pp. 118-142.

# 52. Typhloscolecidae Uljanin 1878

María Ana Fernández-Álamo

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias  
mafa@hp.fciencias.unam.mx

## Introducción

La familia Typhloscolecidae incluye organismos exclusivamente pelágicos, con un cuerpo fusiforme o cilíndrico y translúcido o blanquecino. Su talla es pequeña variando de pocos milímetros hasta cerca de 50 mm.

La forma de estos gusanos es bastante diferente a la del resto de las familias de poliquetos, ya que además de su especialización a la vida pelágica, se han adaptado, aparentemente, a succionar los líquidos vitales de otros grupos de invertebrados con cuerpos gelatinosos, por ejemplo medusas, sifonóforos, ctenóforos, salpas y quetognatos (Reibisch, 1895, Ushakov, 1972, Fernández-Álamo, 2004). Como posibles ectoparásitos de algunos de estos depredadores del plancton, Feigenbaum (1979) asumió que los tifloscolécidos eran los responsables de la falta de cabeza de muchos quetognatos, fenómeno frecuentemente observado en las muestras de zooplancton. Actualmente se estudia la relación morfológica parásito hospedero de estos organismos (Øresland & Pleijel 1991, Øresland & Bray 2005).

Como en los otros grupos de poliquetos holopelágicos, no se conoce mucho de su biología y ecología. Uljanin (1878) menciona que los organismos del género *Sagitella* son hermafroditas, presentando tanto óvulos como espermatozoos que llenan la cavidad celómica, cuando los individuos alcanzan la madurez sexual, sin embargo no hace ninguna mención sobre el origen de estos gametos.

Los tifloscolécidos poseen una amplia distribución geográfica, ya que han sido observados en casi todos los mares y océanos, desde las regiones polares hasta las tropicales y desde la superficie del agua hasta zonas abisales

(Benham 1929, Ushakov 1972).

## Sistemática

Desde su descripción por Uljanin en 1878, los tifloscolécidos fueron establecidos como un taxón independiente. Varios autores han considerado a esta familia como aberrante (Støp-Bowitz 1948, Ushakov, 1972, Rouse & Fauchald 1997) y por la forma de uno de sus representantes, donde las estructuras ciliadas permanecen en el estado adulto, se piensa que pudieron derivar por neotenia de algún ancestro béntico (Dales 1955). Ushakov (1972) incluye a la familia Typhloscolecidae en el suborden Phyllociformia del orden Phyllocemomorpha; Pleijel & Dales (1991) la erigen como la superfamilia Typhloscolecoidea, mientras que Rouse & Fauchald (1997) y Rouse & Pleijel (2001) la consideran dentro de Phyllococida. Halanych *et al.* 2007 opinan que la forma de los cirros parapodiales es una reminiscencia de los filodócidos y Eklöf *et al.* (2007) mencionan que actualmente las relaciones de los tifloscolécidos son inciertas, como sucede con los otros grupos de poliquetos holopelágicos.

Dales & Peter (1972) reconocen tres géneros dentro de esta familia: *Sagitella* (Wagner, 1872), *Typhloscolex* (Busch, 1851) y *Travisioopsis* (Levinsen, 1885). Del primero se reconoce una sola especie, *Sagitella kowalewski* Wagner, 1872 (ver sinonimias en Dales & Peter 1972, Tebble 1960, 1962); del segundo se han descrito varias especies tomando como criterio principal la proporción del tamaño de los lóbulos ciliados y el ancho del cuerpo (Friedrich, 1950), sin embargo la validez de este carácter ha sido discutida por Tebble (1960) quien sugiere considerar una sola especie, *Typhloscolex muelleri* Busch, 1851, criterio que es seguido en

este trabajo. En la lista sinóptica realizada por Dales & Peter (1972) para el género *Travisiopsis* Levinsen 1885, se incluyen seis especies, de las cuales consideran a *T. lumbricoides* Reibish, 1985 de dudosa validez; sin embargo Støp-Bowitz en 1992 la encuentra en el material proveniente del Golfo de Guinea en el Atlántico Oriental y hace una redescipción, con lo que el número de especies queda integrado por seis.

En las aguas de México las especies de la familia Typhloscolecidae se han registrado en la costa occidental de Baja California, en el Golfo de California, en las costas de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, en varias localidades del Golfo de México, en el Canal de Yucatán y en las costas del Caribe Mexicano. También se incluyen datos de las regiones adyacentes que por la dinámica oceánica tienen influencia sobre las costas mexicanas, como la Corriente de California y las aguas del Pacífico Tropical Oriental y del Mar Caribe. La literatura consultada en donde aparecen estos registros es la siguiente: Chamberlin (1919), Dales (1957), Rioja (1958, 1962), Reisch (1968), Salazar-Vallejo (1981) Salazar-Vallejo & Londoño (2004), Fernández-Álamo (1983, 1987, 1989, 1991, 1992, 1996, 2004, 2006), Fernández-Álamo *et al.* (2003), Vicencio-Aguilar & Fernández-Álamo (2005).

### Morfología

El cuerpo es cilíndrico, generalmente fusiforme, casi transparente o blanquecino. La región anterior es indistinta y se encuentra envuelta por tres pares de cirros parapodiales rectangulares; el metastomio es homómero y el pigidio lleva un par de cirros anales bien diferenciados.

La cabeza está conformada por un prostomio pequeño, casi indiferenciado del resto del cuerpo, el cual lleva una estructura digitiforme en su región distal llamada palpodio (Fig. 1 AI, BII y

CIII); no presentan ojos y en la región dorsal se observa un engrosamiento o carúncula de forma variable, así como un par de órganos nucales bien diferenciados, que adoptan formas distintas a nivel de especie y por lo tanto tienen importancia sistemática (Fig. 1 AI, BII, CII y III). En la región ventral se abre la boca, rodeada por un labio circular, que generalmente no es visible, salvo que la faringe se encuentre evertida (Fig. 1 CII). Esta estructura es protractil e inerte y cuando se encuentra extendida se nota una pieza maciza en forma de cuerno, dirigida frontalmente (Fig. 1 CII) y en su porción basal se observa una zona glandular o muscular, denominada por su forma esférica como "órgano retorta". El peristomio y los siguientes dos segmentos del cuerpo llevan un par de grandes cirros parapodiales foliáceos, dirigidos hacia la región anterior (Fig. 1), que en organismos bien conservados cubren completamente la región cefálica del animal.

El tronco o metastomio es muy homogéneo y casi cilíndrico. Cada segmento lleva un par de parápodos, descritos como unirrámeos por Day (1967) y Ushakov (1972); sus lóbulos setíferos están reducidos, especialmente en la región anterior del cuerpo, en donde casi no se distinguen; tienen un par de cirros foliáceos hipertrofiados, con forma laminar, uno dorsal y otro ventral, que se disponen de tal manera que envuelven al cuerpo, siendo muy frágiles y desprendiéndose con mucha facilidad. El lóbulo setífero se reduce a un pequeño mamelón, que lleva unas pocas setas simples, pequeñas, cortas y en forma de espinas, aparentes sólo después del primer tercio del cuerpo (Fig.1 AIII).

El pigidio lleva un par de cirros anales aplanados, de forma y tamaño variables, siendo estos caracteres de importancia taxonómica (Fig. 1 AII, BIII y CI).

### Clave para géneros y especies

(modificada de Day 1967)

1. Prostomium con lóbulos ciliados, uno dorsal y uno ventral. (Fig. 1C) ..... *Thyphloscolex muelleri* Busch, 1851<sup>1</sup>
- . Prostomium sin lóbulos ciliados ..... 2

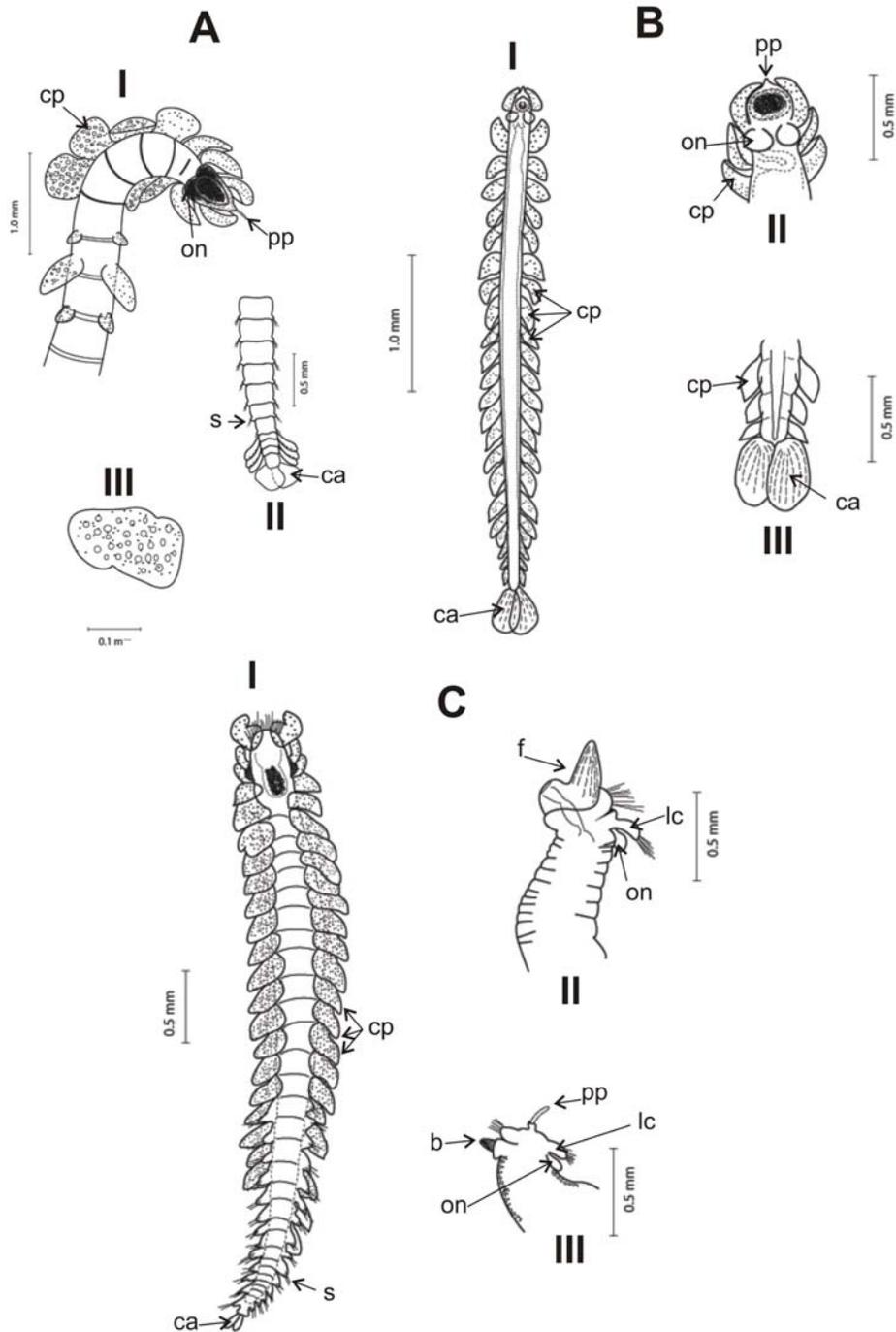


Figura 1. Tifloscolécidos registrados en costas mexicanas. A. *Sagitella Kowalewsky*. 1. Región anterior, vista dorsal: cp = cirros parapodiales, pp = palpodio, on = órgano nucal. 2. Región posterior: s = setas, ca = cirros anales. 3. Detalle de un cirro parapodial. B. *Traviopsis dubia*. 1. organismo completo, vista dorsal: cp = cirros parapodiales, ca = cirros anales. 2. Región anterior, vista dorsal: cp = cirros parapodiales, pp = palpodio, on = órgano nucal. 3. Región posterior: cp = cirros parapodiales, ca = cirros anales. C. *Typhloscolex muelleri*. 1. organismo completo, vista dorsal: cp = cirros parapodiales, ca = cirros anales, s = setas. 2. Región anterior, vista lateral con la faringe evertida: lc = lóbulos ciliados, on = órgano nucal, f = faringe. 3. Región anterior, vista lateral: lc = lóbulos ciliados, on = órgano nucal, pp = palpodio, b = boca.

- 2(1) Prostomium con un engrosamiento oval o piramidal rodeado por bordes redondeados que corresponden a los órganos nucales no libres. (Fig. 1 AI) *Sagitella kowalewski* Wagner, 1872<sup>2</sup>  
 - Prostomium con órganos nucales libres en su extremo distal. (Fig. 1 BII) ..... *Travisiopsis*

### Clave para especies

#### *Travisiopsis* Levinsen 1885

(Modificada de Tebble 1960 y Day 1967)

1. Los órganos nucales están bordeando una carúncula media dorsal ..... 2  
 - Sin carúncula media dorsal, órganos nucales redondeados ..... *T. dubia* Støp-Bowitz, 1948<sup>3</sup>
- 2(1) Carúncula de forma ovalada o redondeada, órganos nucales simples; cirros anales subtriangulares ..... *T. lobifera* Southern, 1910<sup>4</sup>  
 - Carúncula de forma ovalada, órganos nucales ramificados; cirros anales espatulados .....  
 ..... \**T. coniceps* (Chamberlin, 1919)  
 - Carúncula no ovalada ..... 3
- 3(2) Carúncula de forma más o menos triangular, órganos nucales simples y digitiformes; cirros anales largos y ovados ..... \**T. lanceolata* Southern, 1911  
 - Carúncula de forma rectangular, órganos nucales semicirculares; cirros anales espatulados .....  
 ..... \**T. levinseni* Southern, 1911  
 \*Especies no registradas en las costas mexicanas.

#### Comentarios

1) *Thyphloscolex muelleri* tiene una distribución cosmopolita ya que se ha registrado en todas las masas de agua que han sido exploradas en el planeta. En México tiene una amplia distribución ya que se ha encontrado en las costas occidentales de Baja California, en el Golfo de California, frente a las costas de Jalisco, Guerrero y Oaxaca, así como en las costas de Campeche y las aguas del Canal de Yucatán en el Golfo de México.

2) *Sagitella kowalewski* también ha sido considerada cosmopolita, ya que sus registros se extienden en todas las aguas de los mares y los océanos del planeta, sin embargo es posible que se trate de una especie de aguas cálidas y templadas y que su presencia en aguas o regiones frías represente extensiones de dichas masas (Fernández-Álamo 2004). En las costas mexicanas se ha observado en las costas occidentales de Baja California, en el Golfo de California, frente a las costas de Colima, Guerrero y Oaxaca, así como en las costas de Campeche en el Golfo de México.

3) *Travisiopsis dubia* se ha observado en el Atlántico, Índico y Pacífico. En México existen registros en el Golfo de California y frente a las costas de Jalisco, Colima, Guerrero y Oaxaca.

4) *T. lobifera* se distribuye en las aguas cálidas y templadas de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico. En las costas mexicanas solo se han hecho dos observaciones, una frente al noroeste de la península de Baja California (Dales 1957) y en la Bahía de Manzanillo, Colima (Rioja 1962).

### Agradecimientos

Un reconocimiento muy especial a: Adrián Fernández por digitalizar los dibujos, a Maricela Vicencio e Ivette Ruiz-Boijseauneau por la organización de las referencias y la edición del manuscrito.

### Referencias

- Benham WB 1929 The pelagic Polychaeta. British Antarctic (Terra Nova) Expedition, 1910. Brit Mus Nat Hist Rep Zool 7: 183-201.  
 Busch W 1851 Beobachtungen ubre Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin Aug Hirschawald, pp 1-143.  
 Chamberlin RV 1919 The Annelida Polychaeta. Mem Mus Comp Zool Harvard 48: 1-514.  
 Dales RP 1957 The evolution of the pelagic alciopid and phyllodocid polychaetes. Proc Zool Soc Lond 125: 411-420.

- Dales RP 1957 Pelagic polychaetes of the Pacific Ocean. Bull Scripps Inst Oceanogr Univ Calif 7: 99-168.
- Dales RP & G Peter 1972 A synopsis of the pelagic polychaeta. J Nat Hist 6: 55-92.
- Day JH 1967 A Monograph on the Polychaeta of southern Africa. Part 1 Errantia. Brit Mus (nat Hist) Publ 656: 1-458.
- Fernández-Álamo MA 1983 Los poliquetos pelágicos (Annelida-Polychaeta) del Pacífico Tropical Oriental: Sistemática y Zoogeografía. Tes Doc Univ Nal Autón México, 481 pp.
- Fernández-Álamo MA 1987 Distribución y abundancia de los poliquetos pelágicos (Annelida: Polychaeta) en el Golfo de Tehuantepec, México, In: S Gómez Aguirre & V Arenas Fuentes (eds.) Contrib Hidrobiol U.N.A.M México DF, pp: 267-278.
- Fernández-Álamo MA 1989 Una aportación al conocimiento del zooplancton del Golfo de California. Mem VII Simp Intern Biol Mar UABCS, pp 17-22.
- Fernández-Álamo MA 1991 The Holoplanktonic Polychaetes from the Gulf of California during August September, 1977. CalCOFI Rep 32: 97-104.
- Fernández-Álamo MA 1992 Distribución y abundancia de los poliquetos holoplanctónicos en el Golfo de California durante marzo y abril de 1984. Invest Mar CICIMAR 7(1): 75-89.
- Fernández-Álamo MA 1996 Holoplanktonic polychaetes from the southwestern region of Baja California, México, in March, 1977. An Inst Biol UNAM Ser Zool 67(1): 51-66.
- Fernández-Álamo MA 2004 Distribution of holoplanktonic typhlocoelids (Annelida-Polychaeta) in the eastern tropical Pacific Ocean. J Plankton Res 26(6): 647-657.
- Fernández-Álamo MA 2006 Composition, abundance and distribution of holoplanktonic polychaetes from the expedition "El Golfo 6311-12" of Scripps Institution of Oceanography. Sci Mar 70S3: 209-215.
- Fernández-Álamo MA L Sanvicente-Añorve & MA Alatorre-Mendieta 2003 Changes in pelagic Polychaete Assemblages along the California Current System Hydr 496: 329-336.
- Halanych KM LN Cox & TH Struck 2007 A bried review of holopelagic annelids. Integr Comp Biol 47(6): 872-879.
- Levinsen GMR 1885 Spolia Atlantica Om nogle pelagiske Annulata. Vidensk Selsk Skr Kbh 3: 321-344.
- Øresland V & RA Bray 2005 Parasites and headless chaetognaths in the Indian Ocean. Mar Biol 147: 725-734.
- Øresland V & F Pleijel 1991 An ectoparasitic typhlocoelid polychaeteon the chaetognath Eukronhia hamaca from de Antartic Peninsula. Mar Biol 108: 429-432.
- Pleijel F & RP Dales 1991 Polychaetes: British Phyllocoelids, Typhlocoelids and Tomopteroids. Synop Br Fauna N S 45: 1-202.
- Reish DJ 1968 A biological survey of Bahia de los Angeles, Gulf of California, México. II Benthic polychaetous annelids. Trans San Diego Soc Nat Hist 15 (7): 67-106.
- Rioja E 1958 Estudios anelidológicos XXII. Datos para el conocimiento de la fauna de Anélidos Poliquetos de las costas orientales de México. An Inst Biol Univ Nac Auton Mex Zool 29: 219-301.
- Rioja E 1962 Estudios anelidológicos XXVI. Algunos anélidos poliquetos de las costas del Pacífico de México. An Inst Biol Univ Nac Auton Mex Zool 32: 131-229.
- Salazar-Vallejo SI 1981 La colección de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Tes Prof Univ Autón Nuevo León, 156 pp.
- Salazar-Vallejo SI & MH Londoño-Mesa 2004 Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. An Inst Biol UNAM Ser Zool 75(1): 9-97.
- Southern R 1910 A preliminary note on the Alciopinae, Tomopteridae and Typhlocoelidae from the Atlantic adjacent to Ireland. Ann Mag Nat Hist London 8: 428-429.
- Southern R 1911 Polychaeta of the coasts of Ireland. 3 The Alciopinae, Tomopteridae and Typhlocoelidae. Scient Invest Fish Branch Ireland 3: 1-37.
- Støp-Bowitz C 1948 Polychaeta. Rep "Michael Sars" North Atlantic Deep-Sea Exp 1910 5(8): 1-91.
- Uljanin B 1878 Sur le genre Sagitella N. Wagner. Arch Zool Exp Gen 7: 1-32.
- Uschakov PV 1972 Polychaeta 1 Polychaetes of the sub-order Phyllocoeliforma of the Polar Basin and the north-western part of the Pacific. Akad Nauk SSR Zool Inst Fauna USSR 102: 1-271. (translated from the Russian by the Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, 1974).
- Vicencio-Aguilar ME & MA Fernández-Álamo 2005 Radiolarios, cnidarios, anélidos, crustáceos y quetognatos del plancton en el Golfo de California. Rev Soc Mex Hist Nat 2 (1): 91-106.
- Wagner N 1872 Nouveau groupe d'Annélides. Trav Nat St Petersburg (Trudy Obsch Estest St P) 3: 344-347.



# **ESTUDIOS DE CASO**



# 53. Distribución Espacial y Temporal de Anélidos Poliquetos Asociada a la Calidad Ambiental del Río Pánuco

Myriam A. Amezcua-Allieri

Instituto Mexicano del Petróleo, mamezcua@imp.mx

## Introducción

Con el fin de evaluar la calidad ambiental de un cuerpo receptor de efluentes municipales e industriales se han desarrollado una serie de criterios de la calidad del agua, sin embargo, desde el punto de vista del sedimento, no existe en México criterio alguno ni norma que regule su calidad, a pesar de que el sedimento tiende a acumular contaminantes y su capacidad de recuperación ocurre de manera más lenta que en el agua. Por ello, el sedimento es considerado una fuente indirecta y potencial de contaminación hacia otras fases como la biota y el agua misma (Shea, 1988).

El seguimiento de las comunidades bentónicas ha permitido obtener un diagnóstico real en sitios donde la contaminación no es crónica o las concentraciones de los aportes son variables. Los tubos fabricados por organismos bentónicos y las actividades de excavación relacionadas con éstos pueden estabilizar o resuspender el sedimento, además de incrementar la sedimentación al sustraer partículas alimenticias de la columna de agua, por lo que el estudio dinámico del bentos es, por consiguiente, de carácter revelador para ciertos efectos acumulativos (Fritasen y Doering, 1986). Los organismos bentónicos poseen una estrecha dependencia del sitio que habitan, por lo que podría considerarse como una agrupación de elementos integradores de la calidad del agua (Salazar-Vallejo, 1991).

México posee una alta riqueza de zonas estuarinas, en las cuales se desarrolla un gran número de especies pesqueras de alto valor comercial. Tal es el caso del estuario del río Pánuco, uno de los más importantes de México

por su área tributaria y por las actividades de refinación realizadas en su ribera. Uno de los indicadores químicos de este tipo de actividades es la presencia de hidrocarburos en el ambiente. Además de los hidrocarburos, el estudio del Ni y V, como dos metales persistentes en la zona e indicadores de la industria petrolera por ser componentes del crudo (Kennish, 1992), determina la influencia de esta actividad sobre la calidad del sedimento.

Los poliquetos son un grupo clave en las comunidades bentónicas marinas en todo el mundo porque son omnipresentes y, en general, abundantes y diversos, por lo que su estudio es una herramienta útil en el monitoreo de la contaminación (Ortiz-Lozano et al., 2005) y en la evaluación ambiental (Dominguez-Castanedo et al., 2007). Se usan además para bioensayos, como biomonitores para materiales tóxicos y como bioindicadores de calidad ambiental (Monserrat et al., 2007).

Tomando en cuenta las consideraciones mencionadas, el presente estudio analiza la variación espacial y temporal de la comunidad de los poliquetos bentónicos y su relación con la presencia de Ni y V. Además, dada la importancia del sedimento en cualquier ecosistema acuático y, ante la carencia de criterios ecológicos o norma para sedimento, se hace una integración de diversos parámetros físicos, químicos, biológicos y toxicológicos en un índice de calidad de sedimento con énfasis en el Ni y V.

## Área de estudio

El presente estudio abarca el Pánuco bajo ubicado en el estado de Tamaulipas, México, desde los 97° 55' longitud W y 22° 16' latitud N hasta su desembocadura en el Golfo de México. Está asociado a las lagunas Chairel, Carpintero, del Mango y Pueblo Viejo, así como al río Tamesí. El clima de la región es de tipo Aw<sup>1</sup>(e), con temperatura media más cálida sobre los 22°C, y un intervalo anual de temperatura entre 20 y 25°C con máximas en mayo y junio, y mínimas en enero y febrero (INEGI, 1995). La salinidad fluctúa entre 35 y 38 ‰ de noviembre a marzo y de 31 a 36 ‰ entre junio y octubre (Macías, 1987).

La trascendencia nacional del río Pánuco radica en los siguientes aspectos: a) en la cuenca se controlan diversas obras para irrigación; b) la pesca es una actividad regional de alta importancia; c) actualmente es posible que las embarcaciones de gran calado penetren al río y lleguen a Tampico (y por ello las actividades de dragado se realizan de forma periódica); d) en la margen derecha del río se encuentra la Refinería y Terminal Marítima Madero (IMP, 1982). Toda esta actividad industrial constituye una fuente de empleo importante en el ámbito estatal y nacional.

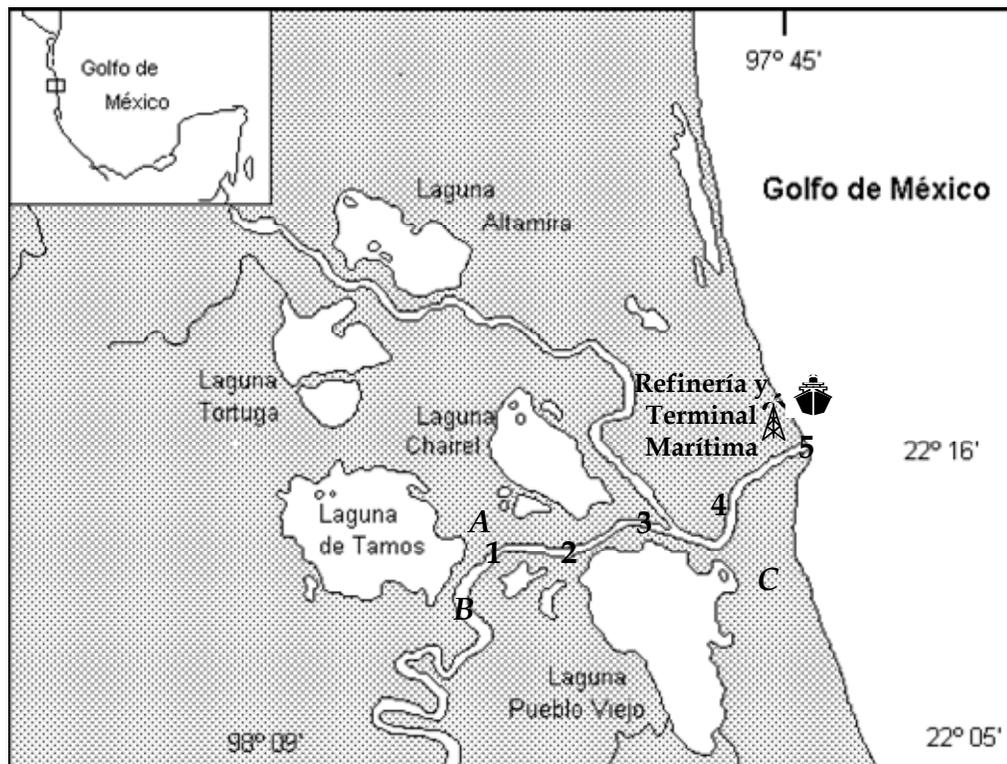


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo sobre el río Pánuco.

### Método

El presente estudio consistió en dos muestreos realizados sobre el río Pánuco durante dos temporadas climáticas contrastantes. El primero se llevó a cabo del 25 al 31 de octubre de 1998 (temporada de nortes), abarcando un total de 15 estaciones (Figura 1), comprendidas en cinco transectos, los cuales se definieron por su posición

con respecto a la desembocadura del río, a la Refinería y Terminal Marítima.

En cada transecto se establecieron tres estaciones: dos a ambos márgenes del río y una en el centro, con el fin de comparar las condiciones entre extremos. Dichas estaciones tendrán el número del transecto (del 1 al 5), y se emplearán letras para diferenciar los márgenes y el centro, a saber: A= borde izquierdo, B= Centro y C= borde

derecho. El segundo muestreo fue realizado del 24 de mayo al 3 de junio de 1999 (temporada de secas) en las mismas estaciones descritas anteriormente (ver ubicación geográfica en la Tabla 1). Es importante mencionar que los resultados que aquí se presentan fueron comparados con un estudio previo realizado en mayo y septiembre de 1996 en la misma área de estudio (Amezcua-Allieri, 1998).

Trabajo de campo

Las muestras de sedimento se obtuvieron con una draga tipo Van Veen de 0.1 m<sup>2</sup>, de la cual se separan cuatro fracciones para: a) análisis granulométrico y mineralógico, b) análisis biológico, c) contenido de Ni, V y análisis químicos y d) análisis toxicológico.

Trabajo de laboratorio

Los parámetros y métodos empleados se describen a continuación (Tabla 2).

Tabla 1. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo.

E	LAT N-LONG W	E	LAT N-LONG W	E	LAT N-LONG W
1A	22° 12' 18.4''	2C	22° 13' 26.4''	4B	22° 13' 33.2''
	97° 53' 33.8''		97° 53' 42.2''		97° 50' 14.7''
1B	22° 12' 26.6''	3A	22° 12' 29.7''	4C	22° 13' 29.9''
	97° 57' 36.3''		97° 51' 33.7''		97° 50' 14.4''
1C	22° 12' 27.7''	3B	22° 12' 33.4''	5A	22° 15' 29.0''
	97° 57' 35.7''		97° 51' 39.6''		97° 47' 39.8''
2A	22° 13' 12.5''	3C	22° 12' 38.3''	5B	22° 15' 34.8''
	97° 53' 35.3''		97° 51' 29.7''		97° 47' 39.2''
2B	22° 13' 16.3''	4A	22° 13' 34.2''	5C	22° 15' 47.7''
	97° 53' 30.4''		97° 50' 07.7''		97° 47' 42.9''

E= Estación. A= Borde derecho. B= Centro. C= Borde izquierdo.

Tabla 2. Principales análisis llevados a cabo para caracterizar el sedimento

Análisis	Método
Granulometría	Pipeteo (Pérez <i>et al.</i> , 1990)
Mineralogía	Frotis en lámina delgada (Rothwell, 1989)
Materia orgánica	Oxidación con peróxido de hidrógeno (Sría. de Marina, 1990)
Nitrógeno total	EPA 351.3
Fósforo total	EPA 365.2
pH	EPA 9045
CIC	EPA 9081
Coliformes totales	SM9221 B (APHA, 1995)
Coliformes fecales	SM9221 B (APHA, 1995)
Ni y V	EPA 3050 A
Evaluación toxicológica	Microtox® (NMX-AA-112-195-SCFI)
Análisis biológico	Separación e identificación empleando microscopios estereoscópico y óptico, usando diversas claves taxonómicas especializadas (Banse y Hobson, 1974; Fauchald, 1977; Foster, 1972; Frithsen y Doering, 1986; Granados-Barba, 1994; Hutchings, 1984; Salazar-Vallejo <i>et al.</i> , 1987; Uebelacker y Johnson, 1984).

Trabajo de Gabinete

Con los resultados del análisis granulométrico se calculó el Índice de Fineza (Satsmadjis y Voutsinou-Taliadouri, 1983). Los parámetros considerados para describir a la comunidad de

poliquetos fueron los siguientes (Begon *et al.*, 1988): densidad, riqueza, diversidad de Shannon y Weaver (H'), uniformidad (J), dominancia (D). Además, se aplicó la prueba de asociación de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1979) y la prueba Log-normal (Gray, 1981).

Con el fin de analizar la calidad del sedimento se calculó el Índice Trófico de la Infauna (Word, 1978) y el Índice de la Calidad del Sedimento (Amezcuá-Allieri y González-Macías, 2007); éste último aplicable a estuarios donde se lleven a cabo actividades petroleras y su valor varía de -10 (muy contaminado) a 10 (normal).

Por último, se llevó a cabo un análisis de correlación múltiple entre las variables evaluadas y las características de la comunidad biológica, empleando el software de estadística SAS.

## Resultados y Discusión

### Caracterización granulométrica y mineralógica

El sedimento presenta ambientes de depósito típicos de un sistema lóxico, su granulometría y fineza están controladas por condiciones propias de cada temporada (hidrodinámicas y climáticas), así como por las actividades de dragado realizadas entre cada una. El valor promedio de fineza fue más alto en 1996 ( $15.6 \pm 2.7$ ), con relación al registrado en este estudio ( $11.57 \pm 1.3$ ), lo que es importante desde el punto de vista de la tendencia a acumular contaminantes por parte de un sedimento más fino, disposición observada por diversos autores (p. ej. Beyer et al., 1996). La desembocadura del río Pánuco, por su tamaño de grano, fue hallada como la zona más susceptible para la acumulación de contaminantes.

En términos de su composición mineralógica, el sedimento del río mostró diferentes orígenes, siendo los aportes terrígenos (feldespatos y cuarzos) predominantes en ambas temporadas de estudio hacia los transectos 2 al 5. En nortes, las arcillas carbonatadas fueron el mineral predominante lo que indica aportes marinos, mientras que en secas existió un equilibrio entre las arcillas silíceas y calcáreas, debido a aportes terrígenos y marinos, respectivamente.

### Caracterización química, microbiológica y toxicológica

La variación espacial y temporal de los parámetros analizados muestran al sedimento como un compartimento heterogéneo, dada las

características apreciables a lo largo y ancho del río, provocada por su propia hidrodinámica (como los aportes diferenciales de las lagunas costeras a su cauce), así como por el tipo y ubicación de las descargas industriales y municipales en cada margen. Así, el margen izquierdo del río se ubicó como receptor de efluentes municipales, mientras que el derecho y el centro, mostraron pautas semejantes en algunos parámetros, como CIC (valores mayores en secas con concentraciones promedio de  $3762.17 \pm 838$  mg/kg) y pH (valor promedio de  $8.48 \pm 0.09$ ). En la temporada de secas, los niveles de materia orgánica en los tres márgenes del río fueron desiguales, con cantidades promedio de  $3.07 \pm 2.55$  %,  $3.43 \pm 3.04$  % y  $7.13 \pm 5.12$  % en el margen derecho, centro y borde izquierdo, respectivamente. Con relación al análisis microbiológico, el número más probable de bacterias coliformes fecales en el margen derecho fue de 150/100 g, es decir, el 97 % de las coliformes estimadas son de tipo fecal, mientras que en el centro, sólo representó el 42 %.

Siguiendo el criterio de unidades de toxicidad reportado por Dutka (1994), en la temporada de nortes el 100% de las estaciones del margen derecho, caen dentro de la categoría de sitios "muy tóxicos", mientras que en el centro del río el 80% de las estaciones fueron "muy tóxicas" y el resto con toxicidad dudosa. Durante secas, la toxicidad tuvo un valor promedio de  $1253 \pm 385$ . Respecto a la variación por transectos, el 3 y 5 son los de mayor toxicidad, donde la materia orgánica pudo interferir en el efecto potencial tóxico por servir de sustrato de adsorción de los metales (Calmano, 1996).

### Contenido de Ni y V

Las concentraciones promedio de Ni en nortes (en mg/kg) fueron de  $21.72 \pm 4.05$  en el margen derecho,  $22.65 \pm 2.87$  en el centro y  $21.34 \pm 2.94$  en el margen izquierdo. La distribución espacial del Ni podría indicar que no sólo la Refinería y Terminal Marítima son las únicas fuentes puntuales de Ni, ya que aguas arriba de éstas los niveles de Ni fueron mayores. En el caso del transecto 3, además de los aportes de la Laguna de Pueblo Viejo hacia el río Pánuco, se encuentran los vinculados a la Laguna Carpintero, la cual es

receptora de las aguas residuales provenientes de la termoeléctrica. El Ni en secas se presentó en una concentración promedio de  $35.05 \pm 2.72$  mg/kg y pudo observarse una disminución gradual a nivel latitudinal, partiendo de las concentraciones más altas en el margen derecho y disminuyendo hacia el izquierdo.

Con respecto a los niveles de V en nortes (en mg/kg), el margen izquierdo es el de mayor concentración promedio ( $81.34 \pm 15.6$ ), seguido del margen derecho ( $72.3 \pm 18.47$ ) y el centro ( $61.4 \pm 5.87$ ). En lo que se refiere a la variación por transectos, la desembocadura del río es la que presenta las concentraciones más altas, lo que concuerda con la presencia de sedimentos más finos y la toxicidad descrita anteriormente. La concentración de V en secas fue menor por el dragado y se mantuvo prácticamente constante ( $\sim 25$  mg/kg).

Cabe mencionar que para el caso del Ni no se ha obtenido ninguna correlación significativa con alguna fracción del sedimento, mientras que para el V, las mayores concentraciones han estado asociadas con las fracciones más finas. En este caso se obtuvo una correlación significativa ( $p < 0.05$ ) entre los niveles de estos dos metales con el índice de fineza.

#### Comparación de los niveles de Ni y V

Para la comparación nacional de las concentraciones promedio de Ni encontradas en el río Pánuco ( $31.29 \pm 2.73$  mg/kg), destaca el estudio de Villanueva y Vázquez-Botello (1992) que reporta valores de 35 mg/kg frente a la refinería de Minatitlán y para zonas costeras del Golfo de México entre 36 y 98 mg/kg, intervalo en el cual el Ni en el río Pánuco es ligeramente menor, pero mayor a los hallados en las Terminales Marítimas de Lerma Campeche (IMP, 1997a) y Guaymas, Sonora (IMP, 1997b). Dentro del marco de comparación internacional, el valor promedio de Ni en el río Pánuco ( $31.29 \pm 2.73$  mg/kg) es mayor que en la bahía industrial de San Antonio (12.1 mg/kg) y es típico de zonas influenciadas por actividades de refinación (Furness y Rainbow, 1990).

En lo que respecta al contenido de V a nivel nacional, la concentración en el río Pánuco es menor que en el río Czones, pero mayor a lo reportado para Salina Cruz e incluso a los niveles no detectados en el puerto industrial Altamira, cercano al río Pánuco (Ortiz-Gallarza et al., 1994.). En el caso del río Czones, se encontraron niveles de correlación significativos entre el contenido de hidrocarburos y metales pesados (Ni y V), al igual que en este estudio (datos no mostrados), lo que asocia a ambos metales como indicadores potenciales de procesos de refinación. A nivel internacional, cabe mencionar que el V es uno de los metales menos estudiados, lo que dificulta su interpretación. De acuerdo al valor reportado de 130 mg/kg (Wedepohl, 1960), las concentraciones de V en el río son bajas (56.4 mg/kg) e incluso el nivel máximo de V (110 mg/kg) registrado en nortes es menor a esta referencia. Khalaf et al. (1982) reportan de 1 a 77 mg/kg para sedimentos estuarinos de Kuwait con influencia petrolera, intervalo hallado en el río Pánuco, lo que confirma al V como buen indicador de actividad petrolera. El valor más alto hallado en el Pánuco bajo rebasa el límite establecido para zonas petroleras.

De acuerdo con los criterios toxicológicos calculados por Amezcuca-Allieri y Salazar-Coria (2008) para el Ni, 21 mg/kg es la concentración a la que se tendrá algún efecto ecológico en el 10% de la biota y 52 mg/kg a la que se tendrá efectos ecológicos aproximadamente en el 50% de la población.

#### Inventario y características de los poliquetos

Se determinaron un total de 15 taxa, correspondiendo a 11 familias, 13 especies y 3 géneros (Tablas 3 y 4). Se consideraron como especie a todos los taxa presentes en los muestreos, independientemente del nivel taxonómico que se alcanzó, ya que cada organismo corresponde a entidades diferenciables taxonómicamente. Se recomienda al lector empatar las especies aquí identificadas con la lista de especies resultantes de los análisis taxonómicos hechos en otros capítulos.

#### Densidad relativa por taxón

En ambas temporadas, en el transecto 3 se registraron las mayores densidades relativas. Sin

embargo, se encontraron diferencias entre los taxones registrados. En nortes, *Parandalia ocularis* representó el 91% de la densidad total, es decir, con mayor número de organismos por área, seguida de *Cossura brunnea* (5%), *Mediomastus* sp (3%) y *Nereis pelagica* (1%).

En lo que respecta a la temporada de secas, *Cossura brunnea* registró la mayor densidad, representando el 45% del total, seguida de *Parapronospio pinnata* con el 19%, *Streblospio benedicti* (14%) y *P. ocularis* con el 13%. A este respecto, cabe hacer mención de que Gobin (1987), caracterizó la calidad de un ambiente tropical con base a la densidad de ciertas especies,

Tabla 3. Inventario y características de la comunidad de poliquetos durante la temporada de nortes.

Taxa (Org/m <sup>2</sup> )	Estaciones								Densidad	Densidad	Frecuencia	Frecuencia	Olmstead	
	1A	2A	2C	3A	3B	4A	5A	5C	absoluta	relativa	absoluta	relativa	Tukey	
Capitellidae														
<i>Mediomastus</i> sp.		2			1				3	3.448	2	16.667	Constante	
Cossuridae														
<i>Cossura brunnea</i>					30				4	4.598	1	8.333	Ocasional	
Nereididae														
<i>Nereis pelagica</i>						1			1	1.149	1	8.333	Rara	
Pilargidae														
<i>Parandalia ocularis</i>	7	13	16	10	8	7	8	10	79	90.805	8	66.667	Dominante	
Densidad absoluta	7	15	16	10	39	8	8	10	87	100	12	100		
Densidad relativa	8.05	17.24	18.39	10.00	44.83	9.20	9.20	11.49						
Riqueza	1	2	1	1	3	2	1	1						
Diversidad máxima	0	0.693	0	0	1.098	0.693	0	0						
Diversidad	0	0.392	0	0	0.62	0.392	0	0						
Equitatividad	1	0.567	1	1	0.565	0.567	1	1						
Dominancia	0	0.433	0	0	0.435	0.433	0	0						

En las estaciones 2B y 3C se lanzó 4 veces la draga sin poder obtener muestra de sedimento debido al sustrato rocoso.

En las estaciones 1B, 1C, 4B, 4C y 5B no se encontraron organismos.

#### Prueba de asociación de Olmstead-Tukey

En nortes, *Parandalia ocularis* tuvo la mayor abundancia y frecuencia de aparición (66%), lo que le ubica como dominante. Le sigue en orden decreciente *Mediomastus* sp. Considerado como constante; *Cossura brunnea* y *Nereis pelagica* clasificadas como ocasional y rara, respectivamente. Los resultados anteriores concuerdan con lo reportado por Amezcua-Allieri (1998), quien durante la misma temporada de muestreo durante el año de 1996 encontró a *P. ocularis* como especie dominante. Sin embargo, en este estudio *C. brunnea* tuvo una frecuencia menor a la registrada en 1996, lo que la hace

encontrando en la zona considerada como contaminada, altas densidades del espiónido *S. benedicti* y al capitélido *Capitella capitata*. En este estudio, *C. capitata* y *Mediomastus* sp. fueron los taxones que registraron el menor número de organismos en el sedimento del río Pánuco. *C. capitata* ha sido considerada como indicadora de altas concentraciones de materia orgánica e, incluso en la misma zona de estudio, esta especie se ha relacionado con niveles altos de materia orgánica (Amezcua-Allieri, 1998).

ocasional en vez de dominante, mientras que *Nereis pelagica* fue considerada anteriormente como ocasional, lo que significa que en 1999, *N. pelagica* disminuyó su abundancia a valores menores que la mediana. Rygg (1986) considera que la falta total de un grupo de especies que en el tiempo han sido dominantes, tal y como ocurrió en la temporada de nortes del presente estudio, podría indicar algún impacto en el ambiente y, con base a la carencia de especies, caracterizó a *C. capitata* como especie muy tolerante y a las especies del género *Lumbrineris* como muy sensibles, dada su alta abundancia en lugares sin gran diversidad. Para secas, el 13.3 % fueron taxones cuya aparición fue ocasional y el 40%

Tabla 4. Inventario y características de la comunidad de poliquetos durante la temporada de secas.

Taxa (Org/m <sup>2</sup> )	Estaciones															Densidad	Densidad	Frecuencia	Frecuencia	Olmstead
	1A	2A	3A	4A	5A	1B	2B	3B	4B	5B	1C	2C	3C	4C	5C	absoluta	relativa	absoluta	relativa	Tukey
Capitellidae																				
<i>Capitella capitata</i>					9	27					8		10		10	64	2.138	5	33.333	Dominante
<i>Mediomastus sp.</i>				10				10	5				10	9	10	54	1.804	6	40.000	Dominante
Cossuridae																				
<i>Cossura brunnea</i>		3	244	65	33		35	115	234	7		18	330	19	215	1318	44.036	12	80.000	Dominante
<i>sp A</i>				5	5											10	0.334	2	13.333	Rara
Glyceridae																				
<i>Glycera convoluta</i>					5								10			15	0.501	2	13.333	Ocasional
Hesionidae																				
<i>Gyptis brevipalpa</i>								10								10	0.334	1	6.667	Rara
Lumbrineridae																				
<i>Lumbrinerides sp.</i>						5	4								5	14	0.468	3	20.000	Ocasional
<i>Lumbrineris januarii</i>			4													4	0.134	1	6.667	Rara
Nereididae																				
<i>Nereis pelagica</i>			4						9				15		90	118	3.943	4	26.667	Dominante
Opheliidae																				
<i>sp B</i>								5								5	0.167	1	6.667	Rara
Magelonidae																				
<i>sp C</i>				5												5	0.167	1	6.667	Rara
Pilargidae																				
<i>Parandalia ocularis</i>	2	188	20	15	14	9	18		19	2	4	39	20	19	20	389	12.997	14	93.333	Dominante
Sabellidae																				
<i>sp D</i>								5								5	0.167	1	6.667	Rara
Spionidae																				
<i>Paraprionospio pinnata</i>	3	113	33	40	38	27	26	60	52		8		15	52	100	567	18.944	13	86.667	Dominante
<i>Streblospio benedicti</i>	5	109		10	14	27	4	30	56		12		35	38	75	415	13.866	12	80.000	Dominante
Densidad absoluta	10	413	305	150	118	95	87	235	375	9	32	57	445	142	520	2993	100.000	15	100.000	
Densidad relativa	0.33	13.80	10.19	5.01	3.94	3.17	2.91	7.85	12.53	0.30	1.07	1.90	14.87	4.74	17.37					
Riqueza	3	4	5	7	7	5	5	7	6	2	4	2	8	6	7					
Diversidad máxima	1.0986	1.3862	1.609	1.945	1.945	1.609	1.609	1.945	1.791	0.693	1.386	0.693	2.079	1.791	1.945					
Diversidad	1.030	1.100	0.711	1.533	1.691	1.450	1.336	1.393	1.150	0.530	1.320	0.623	1.045	1.551	1.542					
Equitatividad	0.9373	0.7937	0.443	0.7878	0.869	0.902	0.831	0.717	0.643	0.765	0.953	0.9	0.503	0.866	0.793					
Dominancia	0.06	0.2063	0.557	0.2122	0.131	0.099	0.169	0.283	0.357	0.235	0.047	0.1	0.497	0.134	0.207					

fueron clasificados como raros y el 46.7% como dominantes, los cuales correspondieron a *C. capitata*, *Mediomastus sp.*, *Cossura brunnea*, *Nereis pelagica*, *Parandalia ocularis*, *Paraprionospio pinnata* y *Streblospio benedicti*. Asimismo, en esta temporada destacó la ausencia de taxones constantes. Las especies con la misma categoría de clasificación al estudio realizado en 1996 por Amezcua-Allieri (1998) en secas fueron *C. capitata*, *C. brunnea*, *Gyptis brevipalpa*, *N. pelagica* y *S. benedicti*. *P. ocularis* aumentó su abundancia y frecuencia de aparición, por lo que pasó de ser catalogada como rara en el estudio anterior a dominante en el presente estudio, mientras que *P. pinnata* de constante pasó a dominante.

#### Distribución Log-Normal

Durante la temporada de nortes y secas, la curva Log-normal describió un comportamiento transitorio, es decir, entre normal e impactado, haciéndose asíntota hacia el eje de las abscisas. Lo anterior pudiera señalar que, a pesar de haber diferencias en las condiciones ambientales entre una y otra temporada de muestreo, aparentemente las condiciones no fueron extremadamente diferentes como para permitir un comportamiento distinto (normal o impactado) de la comunidad, como respuesta al cambio. Sin embargo, antes y después de que ocurra un impacto por algún efluente, puede percibirse dicho impacto en la gráfica, ya que cambia de

pendiente y el número de clases geométricas en condiciones perturbadas (Salazar-Vallejo, 1991), por lo que el paso de un comportamiento transitorio a impactado se refleja en el aumento de los intervalos de clase, tal y como ocurre en la transición de la temporada de nortes a secas.

#### Calidad del Sedimento

La evaluación de la calidad del sedimento con base en un metal pesado se reduce a enfoques particulares. Así, el Índice de Geoacumulación se centra en comparar la concentración del metal con respecto al valor geoquímico en un sedimento fósil. El Índice de Carga Contaminante toma en cuenta los niveles de metales con relación a su poder de enriquecimiento. Chapman et al. (1991) sugirieron la triada en la calidad del sedimento que incorpora el nivel de contaminante, la toxicología y la alteración en la estructura de la comunidad. A partir de entonces, diversos estudios internacionales han incluido el análisis de todos ó alguno de estos tres componentes, mientras que en el ámbito nacional éste análisis se ha realizado desde el punto de vista aislado (por ejemplo en Vázquez-Sauceda et al., 2007). En este trabajo se empleó otra aproximación para evaluar al sedimento desde el punto de vista biológico: el Índice trófico de la Infauna y el Índice de Calidad del Sedimento.

#### Índice trófico de la infauna (ITI)

Los resultados obtenidos del ITI en nortes, mostraron un ambiente contaminado en los tres márgenes del río, los valores promedio de cada margen fueron muy cercanos entre sí y, a pesar de que el valor más alto fue obtenido en el transecto 3 del centro, aún así este valor no se considera óptimo, por lo que todas las estaciones caen en la escala de clasificación de ambiente contaminado (valor promedio global de 9.10). En secas, el ITI mostró un comportamiento heterogéneo dependiente de la variación longitudinal y latitudinal. En esta temporada de estudio, las estaciones consideradas como contaminadas fueron la 2A, 5B y 2C, lo que a su vez corresponde a los niveles más bajos de riqueza y, por ende, de diversidad.

Las condiciones de un ambiente contaminado en la temporada de nortes observadas en este estudio, correspondieron a lo reportado por Amezcua-Allieri, (1998). De manera similar ocurre con la temporada de secas, en la cual, el ambiente hacia la desembocadura del río tiene una mejor calidad. El ITI ha mostrado una alta dependencia con la cantidad de materia orgánica (Salazar-Vallejo, 1991) y, aunque los grupos tróficos de los poliquetos han sido seriamente cuestionados como herramienta biomonitora, con base al análisis biológico, se observó que la comunidad de poliquetos tuvo un cambio estructural de una temporada a otra, modificación que sucedió cuando los sedimentos del fondo del río fueron removidos. Esta situación se ve reflejada en el incremento de los valores del ITI, mostrando un ambiente de mejor calidad después de dragar. Sin embargo, las estrategias de dragados deben ser una práctica planeada, ya que de manera negativa puede ocurrir que al dragar, para proporcionar un canal más profundo, se remuevan materiales acumulados en el fondo, exponiendo los sedimentos más limpios y profundos a contaminarse, tal y como ha ocurrido en diversos canales portuarios relacionados con la industria de la refinación (Förstner, 1989).

#### Índice de la Calidad del Sedimento (ICS)

El valor promedio del ICS en nortes para el margen derecho fue de  $0.90 \pm 0.06$  para el margen derecho,  $-0.81 \pm 0.03$  para el centro y  $-0.79 \pm 0.32$  para el margen izquierdo. Sin embargo, aún entre bordes, hubo un comportamiento diferencial entre puntos de muestreo, que se describe a continuación. El 50% de las estaciones del margen derecho del río Pánuco tuvieron una calidad normal, las cuales se ubican en los transectos 1 y 4. Este comportamiento fue opuesto en los transectos 2 y 5, en los cuales el ICS decreció hasta considerarse al sedimento como muy contaminado, calidad menor atribuible a los valores elevados de V y capacidad de intercambio catiónico. Con relación al transecto 5, la peor calidad corresponde con lo observado en los parámetros físicos y químicos del sedimento, ubicando a la desembocadura del río como una de las zonas más vulnerables a la acumulación de metales, dado su pH, CIC y materia orgánica. Esto confirma al ICS como una buena herramienta de

evaluación que integra diferentes parámetros de análisis de sedimento.

El valor promedio del ICS para la temporada de secas es de  $6.21 \pm 3.56$  para el margen derecho,  $7.29 \pm 2.14$  en el centro del río y  $6.77 \pm 1.11$  en el caso del borde izquierdo. La calidad sedimentaria fue más alta que en la temporada de nortes, a pesar de las condiciones de menor dilución propias del estiaje. Esto se deba, posiblemente, a las actividades de dragado, ya que las capas más superiores de sedimento, es decir, las más contaminadas, fueron removidas antes del muestreo (tendencia reflejada en ITI), así como también a la existencia de un transporte favorecido por la hidrodinámica de la temporada de nortes, debido al cual se da un acarreo masivo de sustancias contaminantes a lo largo del cauce y hasta la desembocadura del río, amén de la resuspensión del material más fino por el movimiento de mezclado vertical y horizontal en la columna de agua.

Aunque el ITI es un índice susceptible al aspecto biológico del ambiente, y por ende, de la integración de la información, ya que refleja las condiciones previas y posteriores al tiempo de muestreo, el ICS resultó ser integrativo de las variables físicas, químicas y biológicas, de manera tal que expresa, mediante un valor numérico concreto, la calidad sedimentaria. Además, ambos índices mostraron un comportamiento similar entre sí, en las dos temporadas e incluso por transectos. Por último, mediante el análisis estadístico de componentes principales (datos no incluidos, ver Amezcuca-Allieri y González-Macías, 2007), se determinó al ICS como uno de los factores principales que explica el 65% de la variación de los datos. Con los hallazgos anteriores, se verifica tanto la sensibilidad del ICS, como la respuesta de la comunidad biológica como indicador de los cambios presentes en el ambiente.

Calidad del sedimento y distribución de la comunidad de poliquetos

Mediante la comparación de las concentraciones de Ni y V presentes en el área de estudio con los niveles hallados en zonas industriales nacionales e internacionales el V resultó ser mejor indicador de estas transformaciones industriales, dado que las

fuentes generadoras del Ni son más variadas y puede asociarse tanto a la influencia de las actividades de transformación de energéticos como a las escorrentías continentales, además sus niveles fueron detectados en cantidades considerables a todo lo largo de la zona de estudio.

Mediante el análisis de correlación múltiple entre las variables físicas y químicas del sedimento con la distribución espacial y temporal de los poliquetos, se detectaron tres especies asociadas a la calidad ambiental de la zona de estudio, a saber: Cambios en la abundancia y frecuencia de aparición durante dos ciclos anuales sugieren a *Cossura brunnea* como especie asociada a altas concentraciones de materia orgánica ( $p < 0.05$ ); *Nereis pelagica* se encontró bajo salinidades elevadas en sitios donde la concentración de Ni fue la más elevada en sedimentos finos ( $p < 0.05$ ); el incremento de la abundancia y frecuencia de aparición de *Parandalia ocularis* puede hacer referencia a una mejor calidad ambiental, es decir, sedimentos con bajas concentraciones de Ni y V ( $p < 0.05$ ) que correspondieron a valores de ICS e ITI altos (mejor calidad ambiental).

Tanto la salinidad como la cantidad de partículas finas contribuyen a la distribución espacial de los poliquetos. En la temporada de nortes, pese a que la salinidad del agua de fondo permaneció prácticamente sin cambio ( $0.20 \pm 0.031$  partes por mil), en la temporada de secas tuvo una variación importante ( $18.60 \pm 9.60$  partes por mil). Las partículas finas tienden a formar agregados mayores por la floculación salina y estos agregados se comportan como partículas de mayor tamaño y precipitan al fondo, y el efecto de trampa de los estuarios reduce mucho la emisión masiva de los sedimentos ya que la mayor parte de los mismos se depositan en el fondo de dichos ambientes. Esos dos factores conducen a deducir a la desembocadura del río como la zona más propensa para acumular contaminantes, por lo que su calidad y por ende, su diversidad se vio reducida.

## Conclusiones

La comunidad de poliquetos tuvo una variación espacial y temporal, registrándose una diversidad mayor en la temporada de secas, después de que

el sedimento de las capas superficiales y expuestas a un aporte crónico y longevo, fue dragado. Después de las actividades de dragado, el Ni mostró persistencia en el sedimento, observándose su tendencia acumulativa. El V se ubica en capas superficiales del sedimento, mismas que son retiradas periódicamente por las actividades de dragado.

El estudio de la estructura de la comunidad de los poliquetos del bentos constituyó una buena herramienta para monitorear la calidad del ambiente, considerando que un hábitat más saludable permite una comunidad más diversa

## Referencias

- Amezcuca-Allieri, MA 1998 Poliquetos bénticos indicadores de la calidad del agua y sedimento del río Pánuco, Tamaulipas, México. Tes Prof, UNAM, 135 pp (<http://bidi.unam.mx/>; vista el 28 agosto 2008).
- Amezcuca-Allieri M.A. & González-Macías C 2007 Propuesta de un Índice Numérico para evaluar la calidad del sedimento influenciado por la industria petrolera. *Interciencia* 32(7): 453-459.
- Amezcuca-Allieri, MA. & Salazar-Coria L 2008 Sediment Acute Toxicity and its Relation with Nickel and Vanadium Levels, *Bull Env Cont Toxicol.* 80(6): 555-560.
- APHA, AWWA & WPCF 1995 Standard Methods for examination of Water and Wastewater. USA 2350 p.
- Banse K & Hobson K 1974 Benthic Polychaetes of B Columbia & Washington. *Bull* 185, Canadá, 111 p.
- Begon M.J Harper L & Townsend C 1988. *Ecología, individuos, poblaciones y comunidades.* España. 613 p.
- Beyer W, Heinz G & Worwood R 1996 Environmental contaminants in wildlife. *Setac Special Publications Serial.* Lewis Publisher, USA. pp 447-458.
- Calmano W 1996 Metals in sediments: Remobilization and environmental hazards. In: M Munawar & G Dave (eds) *Development and Progress in Sediment Quality Assessment: Rationale, Challenges, Techniques and Strategies,* *Ecovision World Monograph Series,* Academic Publishing, Amsterdam, pp 1-14.
- Chapman PM, Power EA, Dexter, RN & Andersen HB 1991 Evaluation of effects associated with an oil platform, using the Sediment, Quality Triad. *Environ. Toxicol. Chem.* 10: 407-424.
- Dominguez-Castanedo N, Rojas-Lopez R, Solis-Weiss V, Hernandez-Alcantara P, Granados-Barba A 2007 The use of higher taxa to assess the benthic conditions in the southern Gulf of Mexico. *Marine Ecology-An Evolutionary Perspective* 28: 161-168.
- Dutka B1994 Water and sediment samples submitted by Instituto Colombiano del Petróleo to National Water Research. *Institute Environment Canada, Canada,* pp 1-13.
- Fauchald K 1977 The Polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *LA Mus Nat Hist Sci Ser* 28: 1-190.
- Förstner U 1989 Contaminated sediments. Springer-Verlag, N. Y. 157 p.
- Foster N 1972 Freshwater Polychaetes of N America. *W Poll Control Res Series* 18050 ELDO3/72, pp 15.
- Frithsen JB & Doering PH.1986 Active enhancement of particle removal from water column by tentaculate benthic Polychaetes. *Ophelia* 25: 169-182.
- Furness R.W & Rainbow PS (eds.) 1990 *Marine Environment.* CRC Press, USA. 256 p.
- Gobin J 1987 Polychaetes as indicators of organic pollution in the Gulf of Paria, Trinidad. *Proc Ass Isi Mar Lab Caribb*18 (11):10-23.
- Granados-Barba A 1994 Estudio sistemático de los poliquetos de la región de plataformas petroleras del sur del Golfo de México. *Tes M en C, UNAM.,* 284 pp (<http://bidi.unam.mx/>; vista el 28 agosto 2008).
- que uno de menor calidad. Así, *C. brunnea* es una especie asociada a altas concentraciones de materia orgánica; *N. pelagica* a concentraciones elevadas de Ni en sedimentos finos y *P. ocellaris* hace referencia a sedimentos con bajas concentraciones de Ni y V que correspondieron a valores de ICS e ITI altos (mejor calidad ambiental).
- Agradecimientos. El trabajo de campo y laboratorio se llevó a cabo gracias al apoyo del Instituto Mexicano del Petróleo para la realización de las tesis de licenciatura y maestría de la autora, bajo la dirección de la Dra. Carmen González M.

- Gray JS 1981 Detecting pollution induced changes in communities using the Log-Normal distributions of individuals among species. *Mar Poll Bull* 12: 173-176.
- Hutchings P 1984 An Illustrated Guide to the Estuarine Polychaete Worms of New South Wales. The Australian Museum, 160 p.
- INEGI 1995 Anuario estadístico del estado de Tamaulipas. INEGI, México. 390 p.
- IMP 1982 Datos generales de la Refinería Madero. México. p 29.
- IMP 1997a. Creación de marcos de referencia para dragados de la T. Marítima de Campeche. Informe.
- IMP 1997b Creación de marcos de referencia para dragados de la T. Marítima de Guaymas, Son. Informe.
- Kennish M. 1992 Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects. Marine Sci Series. CRC Press, p 263-315.
- Khalaf F, Literathy P & Anderlini V 1982 Vanadium as a tracer of oil pollution in the sediments of Kuwait. *Hydrobiologia* 91: 147-154.
- Macías J 1987 Frecuencia de Camaron Postlarval (*Penaeus Fabricius* 1798) relacionada con la temperatura y salinidad en la costa de Ciudad Madero, Tamaulipas, México. Actas de la Conferencia Científica Mundial Sobre Biología y Cultivo de Camarones y Gambas 57, 2: 51-54.
- Montserrat JM, Martinez PE, Geracitano LA, Amado LL, Martins CMG, Pinho GLL, Chaves IS, Ferreira-Cravo M, Ventura-Lima J & Bianchini A 2007 Pollution biomarkers in estuarine animals: Critical review and new perspectives. *Comparative Biochemistry and Physiology* 146, 1-2: 221-234.
- Ortiz-Gallarza SM, Gil-Zurita, AM, Vázquez-De la Cerda R, García-Hernández, R & Segura-Gortares J 1994 Caracterización del ambiente acuático en la zona de descarga del difusor submarino de Du Pont, S. A. de C. V., Planta Altamira, Sría. de Marina, México. 162 p.
- Ortiz-Lozano L, Granados-Barba A, Solis-Weiss V, Garcia-Salgado MA 2005 Environmental evaluation and development problems of the Mexican Coastal Zone. *Ocean & Coastal Management* 48 (2): 161-176.
- Pérez A.R., Rodríguez OC & Vega R.G 1990 Análisis granulométrico y comparación de resultados estadísticos para distintos ambientes modernos de depósito. UAM-I. 21 p.
- Rothwell R.G 1989 Minerals and mineraloids in marine sediments. Elsevier Appl Sci. N. Y., USA. 279 p.
- Rygg B 1986 Heavy-metal pollution and log-normal distribution of individuals among species in benthic communities. *Mar Poll Bull* 17:31-36.
- Salazar-Vallejo SI. 1991 Contaminación marina. Gobierno del Edo. de Quintana Roo. México, 193 p
- Salazar-Vallejo SI, de León-González JA. & Salas-Polanco H. 1987 Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. UABCS, México. 211 p.
- Satsmadjis J & Voutsinou-Taliadouri F 1983 *Mytilus galloprovincialis* and *Parapenaeus longirostris* as bioindicators of heavy metal and organochlorine pollution. *Mar Biol* 76: 115-124.
- Secretaría de Marina 1990 Manual operativo de geología marina. Sría. de Marina, México. 197 p.
- Shea D 1988 Developing national sediment quality criteria. *Environ Sci Technol* 22(11): 1256-1261.
- Sokal R & Rohlf G 1979 Biometry. Freeman and Company. USA. 859 p.
- Uebelacker JM & Johnson PG (eds.) 1984 Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of México. Final Report to the Minerals Management Service, contract 14-12-001-29091. Barry A. Vittor & Assoc., Mobile, Alabama. 7 Vols.
- Vázquez-Sauceda ML, Aguirre-Guzmán G, Sánchez JG, Pérez-Castañeda R & Rábago J 2007 Contenido de metales pesados en agua, sedimentos y ostiones de la Laguna de San Andrés, en Tamaulipas, México. *TURvista Digi.U@T* 1, 4.
- Villanueva S & Vázquez-Botello A 1992 Metales pesados en la zona costera del Golfo de México y Caribe mexicano: una revisión. *Rev Internac de Contam Ambiental* 8(1): 47-61.
- Wedepohl K 1960 Spurenanalytische untersuchungen in Tiefseetonen aus dem Atlantik. *Geochim Cosmochim Acta* 18: 200-231.
- Word JQ 1978 The infaunal trophic index. *Ann Rep So Cal Coast Water Res Proj*, pp 19-39.



# 54. Comunidades de Anélidos Poliquetos en zonas de granjas de engorda de atún en la costa de Ensenada, Baja California, México.

Victoria Díaz-Castañeda

Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

vidiaz@cicese.mx

## Introducción

Los poliquetos son anélidos que habitan generalmente en ambientes marinos, desde lodos estuarinos, arrecifes coralinos, praderas de fanerógamas, ambientes rocosos, sedimentos marinos profundos y hasta en la columna de agua. Su habilidad para adaptarse a diferentes rangos de parámetros ambientales les permite ocupar hábitats muy diversos, algunos toleran cambios importantes de salinidad y temperatura (Westheide & von Basse, 1978).

Los poliquetos constituyen el grupo dominante en las comunidades de fondos blandos donde llegan a constituir hasta 80% de la macrofauna, presentan generalmente tolerancia a efectos negativos tales como contaminación y disturbios naturales; esto ha favorecido que sean utilizados como indicadores de cambios ambientales. Los capitélidos pueden ser muy abundantes en sedimentos lodosos y algunas especies tolerantes de la contaminación pueden ser especies indicadoras útiles para evaluar el ambiente marino. (Tsutumi *et al.*, 1990; Pocklington & Wells, 1992; Hutchings, 1998; Giangrande *et al.*, 2005; Hargrave *et al.*, 2008). Diversos autores mencionan la utilidad de los poliquetos para evaluar la contaminación por materia orgánica o la recuperación de un sitio cuando ha cesado la contaminación (Wu, 1995; Cardoso *et al.* 2007; Brooks *et al.*, 2003).

Estos anélidos marinos son parte importante de las redes tróficas, siendo presas o depredadores y han sido usados como descriptores de las

condiciones ambientales en diversos estudios (Díaz-Castañeda & Safran, 1988; Díaz-Castañeda & Reish, 2009)

Como resultado de la dominancia de los ambientes marinos sedimentarios y la importancia de su fauna, cabe mencionar el papel que estos organismos representan en el metabolismo del carbono y su enterramiento a través de sus actividades de bioturbación (alimentación, construcción de tubos y galerías). Los poliquetos son importantes en la redistribución de los sedimentos y la materia orgánica asociada a ellos, influyendo la dinámica global del carbono y por lo tanto el calentamiento global (Snelgrove, 1999).

En la península de Baja California el maricultivo para engorda de atún inició en 1997 en Isla de Cedros y se ha expandido rápidamente, y en el último lustro ha habido un crecimiento de 1000% en esta actividad. Aunque existe poca literatura sobre los efectos ambientales de los ranchos de túnidos, en salmónidos se ha reportado una lluvia de desechos que se acumula en el fondo marino y afectan de manera adversa a los organismos.

Actualmente hay 10 concesiones autorizadas y un permiso para la región de Ensenada.

En 2006 los ranchos para engorda de atún aleta azul exportaron 4,350 TM a un precio promedio de 17,000 dólares/TM, obteniendo 74 millones de dólares. En esta actividad los atunes (*Thunnus orientalis*) son capturados por medio de una red en

la costa del Pacífico Mexicano entre 23°N y 33°N, dentro de la franja de 100 millas náuticas de la costa. Los maricultivos para engorda de atún en México representan cerca del 9% de la producción mundial (Vezzulli *et al.*, 2008).

Este tipo de maricultura implica mantener elevadas biomásas que requieren cantidades importantes de alimento. Actualmente los métodos de alimentación usados consisten inicialmente en darles sardina viva ya que no comen peces muertos, posteriormente sardina recién descongelada y viva simultáneamente, finalmente únicamente pescado recién descongelado (sardina Monterrey, macarela). Esto produce una lluvia continua de residuos de alimento y heces fecales hacia la columna de agua y el fondo marino, provocando cambios en la geoquímica sedimentaria y la ecología de la macrofauna bentónica (Kristensen & Blackburn, 1987; Brown *et al.* 1987, Karakassis *et al.*, 2000). Antes considerados como una actividad de acuicultura inofensiva, ahora se ven como potenciales contaminadores del ambiente marino costero.

Existe poca información sobre el efecto que estos maricultivos ocasionan en el fondo marino en las costas de Baja California. Las comunidades de poliquetos se han usado para monitorear diversos efectos contaminantes ya que muchos de ellos son sésiles o tienen poca movilidad y son capaces de bioacumular o integrar los efectos de los contaminantes a través del tiempo, permitiendo detectar alteraciones ambientales (Gray *et al.*, 1990; Borja *et al.*, 2000). Este es el primer estudio sobre los poliquetos de Bahía Salsipuedes, Baja California.

El objetivo es caracterizar las comunidades de anélidos poliquetos y el fondo marino adyacente a un cultivo de atún aleta azul en Bahía Salsipuedes y evaluar el posible impacto por eutrofización.

### Área de estudio

Bahía Salsipuedes es una pequeña bahía, abierta que se localiza 15 km al norte de la ciudad de Ensenada (Fig. 1), tiene una área de aproximadamente 30 km<sup>2</sup>. La profundidad varía entre 10 y 110 m y el atún aleta azul se ha cultivado

desde el verano de 2002. En 2003 y 2004 había una concesión trabajando, en 2005 empezó a funcionar una segunda concesión. Cada concesión puede instalar hasta 16 encierros, cada encierro es redondo, de 40 m de diámetro y contiene un volumen de 18,850 m<sup>3</sup>. Generalmente se colocan de 40 a 45 toneladas/encierro. Los atunes se mantienen en engorda por un período de 4-5 meses, se alimentan dos veces por día, seis días por semana principalmente con sardinas. Los encierros para engorda de atún se localizan en la parte norte de la bahía.

### Materiales y Métodos

Del 2003 al 2008, se han colectado muestras de sedimento en Bahía Salsipuedes con una draga Smith-McIntyre o un nucleador de caja (0.1 m<sup>2</sup>) en 22 estaciones de muestreo, generalmente se ha usado el B/O Francisco de Ulloa. En 2003 y 2004, 230 m fue lo más cerca que se estuvo de los encierros atuneros. Sin embargo en 2007 y 2008, con el apoyo de la Secretaría de Marina fue posible tomar muestras más cerca. Los sedimentos se tamizaron con malla 0.1 mm.

En cada estación (Tabla 1) se registró la profundidad con una ecosonda Simrad EK 400, mientras que la temperatura (°C), salinidad (‰) y oxígeno disuelto del agua cercana al fondo con un CTD Seabird. En 2003, la materia orgánica se determinó por ignición (Froelich, 1980), posteriormente se cuantificó el C y N orgánicos por el método de Hedges y Stern (1984) usando un analizador LECO CHNS-932984. La granulometría se determinó mediante un Laser Horiba LA 910.

Se midió el potencial redox (Eh) utilizando un pHmetro Cole Parmer e introduciendo un electrodo de platino Ingold, 2 cm en la muestra sedimentaria, inmediatamente después de subirla a bordo. El material fue tamizado con malla de 1.0 mm y el material retenido se fijó en una solución de formol neutralizada al 7%. En el laboratorio las muestras se lavaron usando una malla de 500 µm, se separaron en taxones usando microscopio estereoscópico y los organismos se transfirieron a etanol al 70%. Los poliquetos se identificaron

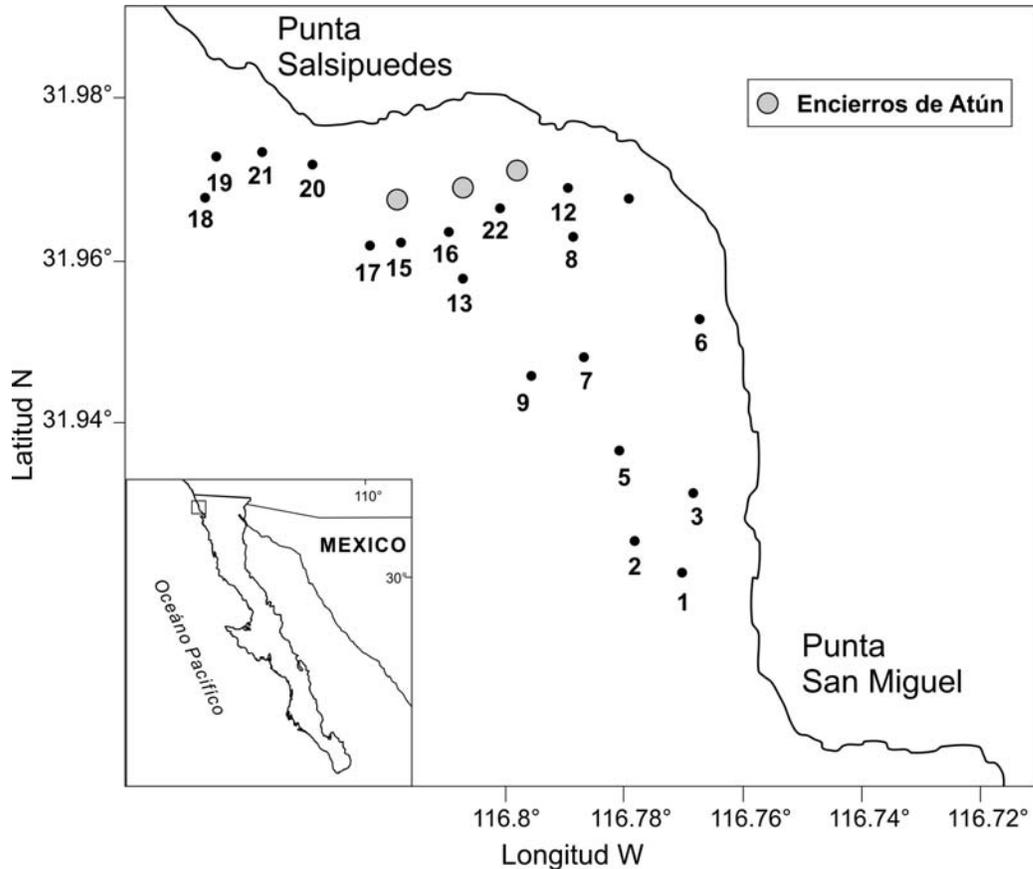


Figura 1. Estaciones de muestreo y localización de encierros para engorda de atún en Bahía Salsipuedes.

a nivel de especie utilizando diversos trabajos taxonómicos (Fauchald, 1977, Salazar-Vallejo & Salices-Polanco, 1989, Blake & Hilbig, 1994; Blake *et al.*, 1995, 1996).

Para describir las comunidades de poliquetos de Bahía Salsipuedes, se calculó el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) y la equidad ( $J'$ ) de Pielou (Shannon-Weaver, 1963; Pielou, 1977; Frontier 1985). La técnica de Olmstead & Tukey se aplicó para analizar la distribución espacial de estos organismos (Sokal & Rolf, 1995), en la cual se grafica la frecuencia de aparición en cada estación expresada como porcentaje contra la densidad de organismos de cada especie; se calculó el promedio para cada eje, resultando cuatro cuadrantes: I Especies frecuentes y abundantes (dominantes), II Especies no frecuentes y abundantes (ocasionales), III Especies no frecuentes y no abundantes (raras) y IV Especies frecuentes y no abundantes (comunes).

También se aplicó el modelo de Estrés-Predicibilidad (Alcolado, 1992; Díaz-Castañeda & Harris, 2004) para establecer los niveles de estrés ambiental existentes en la bahía. El estrés ambiental se determina graficando los valores de  $J'$  en el eje de las ordenadas (X) los de  $H'$  en el de las abscisas (Y). Dependiendo de los valores se definieron cuatro ambientes: I ambiente muy favorable y estable, II ambiente favorable y estable, III ambiente constante con un cierto grado de estrés ambiental y IV ambiente moderadamente favorable, algo inestable y con cierto grado de estrés ambiental. Se utilizaron diversas técnicas multivariadas de agrupamiento y ordenación (coeficientes de similitud, dendrogramas, MDS y ACP) para detectar los patrones de abundancia y distribución, así como los posibles efectos por el exceso de materia orgánica en la zona. La relación entre diferentes estaciones se determina

Tabla 1. Coordenadas y profundidad de las estaciones en Bahía Salsipuedes, B.C.

Estación	Longitud	Latitud	Profundidad
			m
1	116° 77'	31° 92'	47
2	116° 78'	31° 93'	63
3	116° 77'	31° 93'	37
5	116° 78'	31° 94'	66
6	116° 77'	31° 95'	20
7	116° 79'	31° 95'	62
8	116° 79'	31° 96'	38
9	116° 79'	31° 97'	72
12	116° 80'	31° 95'	30
13	116° 81'	31° 96'	59
15	116° 82'	31° 96'	55
16	116° 81'	31° 96'	49
17	116° 82'	31° 96'	65
18	116° 85'	31° 97'	92
19	116° 85'	31° 97'	76
20	116° 83'	31° 97'	38
21	116° 84'	31° 97'	30
22	116° 80'	31° 97'	41

por la posición que presentan en el espacio factorial; cuando dos estaciones están cerca una de otra, indica que tienen perfiles faunísticos similares (Díaz-Castañeda *et al.* 1993). Los coeficientes de Bray-Curtis, Jaccard y Sorensen (Bray & Curtis 1957, Sokal & Rolf 1995) se usaron para determinar el nivel de similitud de los diferentes sitios de muestreo.

Por medio del programa PRIMER versión 5.1.1. (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) se aplicó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico nMDS. Los datos de abundancia se transformaron mediante la raíz cuadrada y posteriormente se obtuvo la matriz de similitud usando el coeficiente de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 2001). Este último se utilizó para identificar los patrones de variación entre los sitios de muestreo, basándose en la matriz de similitud entre estaciones. El análisis MDS

representa las muestras más cercanas conforme aumenta la similitud con relación a la estructura de la comunidad (Clarke & Warwick, 2001).

## Resultados

La temperatura cerca del fondo varió entre 11.0 y 13.3 °C durante el estudio, generalmente las estaciones más profundas tuvieron temperaturas más bajas. La concentración de oxígeno varió entre 2.98 y 4.96 mL/L, las concentraciones más altas estuvieron en la zona media de la bahía, cerca de la costa mientras que las más bajas estuvieron en la zona noroeste de la bahía.

Los datos de granulometría se observan en la Fig. 2. Los limos y arcillas fueron más abundantes en la parte noroeste de la bahía, particularmente en las estaciones 17, 18 y 20 en 2004. La distribución de los sedimentos siguió una tendencia con la

profundidad, con las menores cantidades de fracción fina cerca de la costa y cantidades altas a mayor profundidad.

Los valores del potencial redox (Eh) fueron negativos en todas las estaciones. El Eh varió entre -109 y -208 mV en 2003 y entre -110 y 302 mV en 2004. En 2003 los valores de Eh menos negativos se localizaron en el sur: estaciones 1, 2 y 3 mientras que los más negativos estuvieron en el norte de la bahía, cerca de los encierros de atún; en 2004 los valores menos negativos se localizaron también en el sur (estaciones 2, 3 y 5), valores intermedios (-200 a -248) se localizaron en la parte media y los más negativos en la parte noroeste de la bahía. La estación 18 al NW y cerca de los encierros tuvo el valor más negativo (-302 mV) y la mayor concentración de C orgánico.

El contenido en materia orgánica varió entre 0.71 y 3.72% en las cinco estaciones para las que tenemos datos en 2003 (estaciones 1, 2, 6, 13 y 15). Los valores más bajos estuvieron en la estación 2 y los más altos en la estación 13. En 2004 tenemos datos de C y N orgánicos; el C varió entre 0.20 y 2.53%, los valores más bajos se ubicaron en la zona sur de la bahía y los más altos en las estaciones 18 a 22 localizadas en la zona norte cerca de los encierros para engorda de atún. En cuanto al N orgánico, los valores variaron entre 0.02 y 0.12%, las concentraciones más altas (0.07-0.12%) se localizaron en las estaciones 16 a 21 en la zona norte, mientras que las más bajas se localizaron en la zona sur (ver Fig. 3).

Un total de 9,291 animales se colectaron en 2003 y 2004. Entre los grupos taxonómicos presentes están Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata, Amphipoda, Decapoda, Tanaidacea, Isopoda, Cumacea, Oligochaeta, Nemertea, Nematoda, Sipuncula, Briozoa y Cnidaria, siendo los primeros los más abundantes. El análisis de la macrofauna bentónica mostró que los poliquetos constituyeron el 62.3 % de la macrofauna, seguido por los crustáceos, moluscos y equinodermos. Las familias de poliquetos mejor representadas fueron: Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae, Capitellidae, Nephythidae, Lumbrineridae y Syllidae.

Se recolectaron 5,765 poliquetos de 34 familias y 149 especies (Tabla 2). Los poliquetos dominaron

prácticamente en todas las estaciones de muestreo excepto en la 12 en 2003 y las estaciones 2 y 6 en 2004, en las cuales los crustáceos peracáridos fueron dominantes. Las familias representadas por más especies fueron: Paraonidae (12 especies), Spionidae (11), Onuphidae (11), Maldanidae (10), Syllidae (9) y Cirratulidae, (7). Entre las especies más abundantes encontramos a *Spiophanes bombyx*, *Spiophanes dúplex*, *Paraprionospio pinnata*, *Prionospio steenstrupi*, *Levinsenia gracilis*, *Paraonella* sp, *Aricidea (Allia) ramosa*, *Aricidea (Aricidea) wassi*, *Aphaelochaeta multifilis*, *Monticellina siblina*, *Monticellina* sp, *Chaetozone senticosa* y *Mediomastus ambiseta* (Fig. 4a).

En 2004 los poliquetos sedimentívoros incrementaron sus abundancias utilizando la abundante materia orgánica disponible; asimismo, se observó en 2004 un incremento de poliquetos carnívoros que explotaron la abundancia de infauna.

En la presente investigación 109 y 94 especies se colectaron en 2003 y 2004 respectivamente. La riqueza específica varió entre 11-32 especies/estación en 2003 y entre 7-29 especies/estación en 2004. Los valores más altos se encontraron en la zona media y la parte sur de la bahía. La abundancia de poliquetos en 2003 se ubico entre 2120 - 4700 ind/m<sup>2</sup>. Mientras que en 2004 fueron de 900-2250 ind/m<sup>2</sup>. En 2004 se observó una disminución importante de la abundancia, sobretodo en la zona norte de la bahía (Fig. 4b).

En 2003, seis familias representaron el 70% de la abundancia: Cirratulidae, Paraonidae, Spionidae, Capitellidae, Syllidae y Nephythidae. Entre las especies más abundantes en 2003 están *Apelochaeta multifilis* (230), *Mediomastus ambiseta* (203), *Prionospio stennstrupi* (186), *Paraonella* sp (142), *Monticellina* sp (100) and *Aricidea (Allia) ramosa* (80). En 2004, siete familias representaron el 63.8% de la abundancia total. Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae, Capitellidae, Syllidae, Lumbrineridae y Maldanidae. Entre las especies más abundantes en 2004 están *Prionospio steenstrupi* (111), *Spiophanes bombyx* (52) y *Mediomastus ambiseta* (36).

En este estudio se encontró una riqueza importante de Paraonidae: *Aricidea (Aedicira) alisetosa*, *Aricidea (Acmira) catherinae*, *Aricidea*

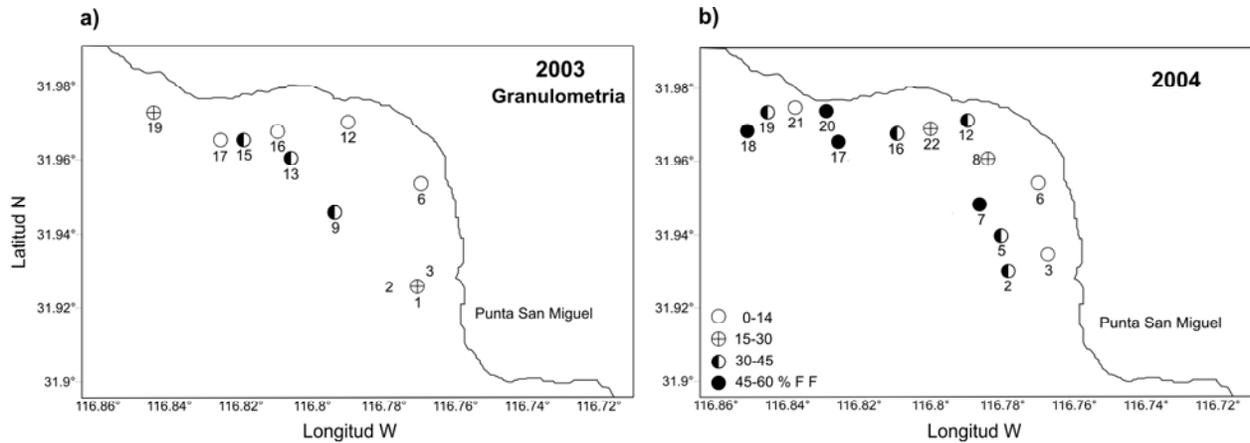


Figura 2. Datos de granulometría de Bahía Salsipuedes en 2003 y 2004.

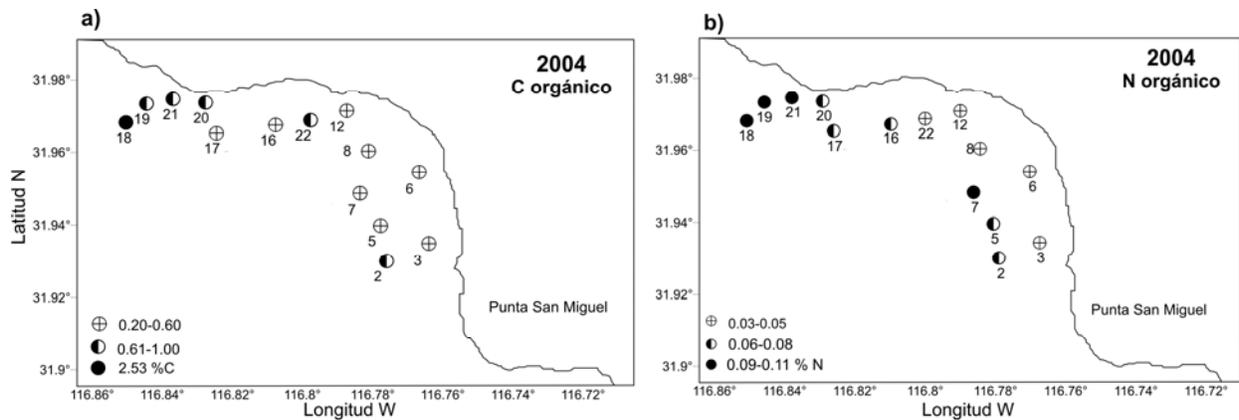


Figura 3. Porcentajes de C y N orgánicos en la zona de estudio.

(*Acmira*) *lopezi*, *Aricidea* (*Acmira*) *simplex*, *Aricidea* (*Allia*) *antennata*, *Aricidea* (*Allia*) *ramosa*, *Aricidea* (*Aricidea*) *wassi*, *Cirrophorus furcatus* y *Levinsenia oculata*; así como una nueva especie de *Paradoneis* (de León-González & Díaz-Castañeda, en prensa).

El índice de diversidad de Shannon tuvo valores en 2003 entre 2.26 y 3.41 bits/ind., los valores más altos se encontraron en la parte sur de la bahía (2.80 a 3.41); los más altos estuvieron en las estaciones 2 y 9 (alejados de la costa). Los valores más bajos estuvieron en las estaciones 16 y 17 en la zona norte, al sur de los encierros de atún: 2.26 y 2.54 bits/ind. En 2004 el índice varió entre 2.21 y 2.35, los valores más altos estuvieron en esta ocasión en la parte norte de la bahía, en las estaciones 8 y 12 a 17 situadas al sur de los encierros de atún; los más bajos se localizaron en las estaciones 18, 19 y 21 al oeste de los encierros.

Cabe mencionar que en 2003, 62% de las estaciones tuvieron valores de  $H'$  superiores a 3.00 mientras que en 2004 solo 42.8% de las estaciones; esto indica que está dándose una pérdida de diversidad en la zona, sin embargo, el ambiente béntico sigue siendo favorable para el desarrollo de los poliquetos.

Los dendrogramas generados con los coeficientes de similitud mostraron en general una separación entre la parte norte y sur de la bahía, corroborando los resultados de los MDS. En la Fig. 5 se observa una separación en 2003 entre la parte norte, media y sur de Bahía Salsipuedes.

El modelo de Estrés-Predicibilidad (Alcolado 1992) mostró en 2003 que el ambiente I incluyó a seis estaciones (1,2,3,7,9,13) con los valores más altos de  $H'$  (3.11 a 3.41) y equidad ( $J'$ ) de 0.84 a

Tabla 2 Familias de poliuetos colectadas en Bahía Salsipuedes en 2003, 2004 y 2006.

Familia	2003	2004	2006
Paraonidae Cerruti, 1909	•x	•x	•x
Cirratulidae Carus, 1863	•x	•x	•x
Spionidae Grube, 1850	•x	•x	•x
Capitellidae Grube, 1862	•x	•x	•x
Syllidae Grube, 1850	•x	•x	•x
Nephtyidae Grube, 1850	•x	•x	•x
Oweniidae Rioja, 1917	•x	•x	•x
Maldanidae Malmgren, 1867	•x	•x	•x
Onuphidae Kinberg, 1865	•x	•x	•x
Orbiniidae Hartman, 1942	•x	•x	•x
Lumbrineridae Schmarda, 1861	•x	•x	•x
Glyceridae Grube, 1850	•x	•x	•x
Pholoidae Kinberg, 1858	•x	•x	•x
Sabellidae Malmgren, 1867	•x	•x	•x
Sternaspidae Carus, 1863	•x	•x	•x
Nereididae Johnston, 1899	•x	•x	•x
Terebellidae Malmgren, 1867	•x	•x	•x
Ampharetidae Malmgren, 1866	•x	•x	•x
Hesionidae Grube, 1850	•x	•x	•x
Magelonidae Cunningham and Ramage, 1888	•x	•x	•x
Polynoidae Malmgren, 1867	•x	•x	•x
Pisionidae Southern, 1914	•x		•x
Phyllodocidae Örsted, 1843	•x	•x	•x
Trichobranchidae Malmgren, 1866	•x	•x	•x
Cossuridae Day, 1963	•x		•x
Sigalionidae Malmgren, 1867	•x	•x	•x
Eunicidae Berthold, 1827	•x	•x	•x
Goniadidae Kinberg, 1866	•x	•x	•x
Dorvilleidae Chamberlain, 1919	•x		•x
Oeonidae Kinberg, 1856	•x	•x	•x
Serpulidae Johnston, 1865		•x	•x
Flabelligeridae Saint-Joseph, 1894		•x	•x
Scalibregmatidae Malmgren, 1867		•x	•x
Sabellariidae Johnston, 1865		•x	•x
Pilargidae Saint Joseph, 1899			•x
Opheliidae Malmgren, 1867			•x
Poecilochaetidae Hannerz, 1956			•x

0.93, se caracterizó por ser el ambiente más favorable y estable. El ambiente II correspondió a cinco estaciones (5, 6, 12, 15, 19) localizadas en la parte sur y noroeste, fue favorable y estable. El ambiente III (estaciones cerca de los encierros) correspondió a un ambiente constante con un cierto grado de estrés ambiental (Fig. 6).

En 2004 se encontraron algunos cambios (Fig. 6), el ambiente I incluye únicamente a tres estaciones (8, 12, 17) ubicadas al sur de los encierros, éstas presentan los valores más altos de H' y J' y corresponden a un ambiente muy

favorable y estable. El ambiente II comprendió ocho estaciones (2, 3, 5, 6, 7, 16, 20, 22) localizadas en la parte sur y norte, representa un ambiente favorable y estable; el ambiente III (constante con cierto grado de estrés ambiental) incluyó a las estaciones 18, 19 y 21 localizadas al noroeste de los encierros (H' 2.31 -2.48) en donde están los valores más altos de N y C orgánicos y los más bajos de potencial redox. Tanto en 2003 como en 2004 no se encontró ninguna estación en el ambiente IV que corresponde a moderadamente favorable, con condiciones inestables y cierto grado de estrés ambiental.

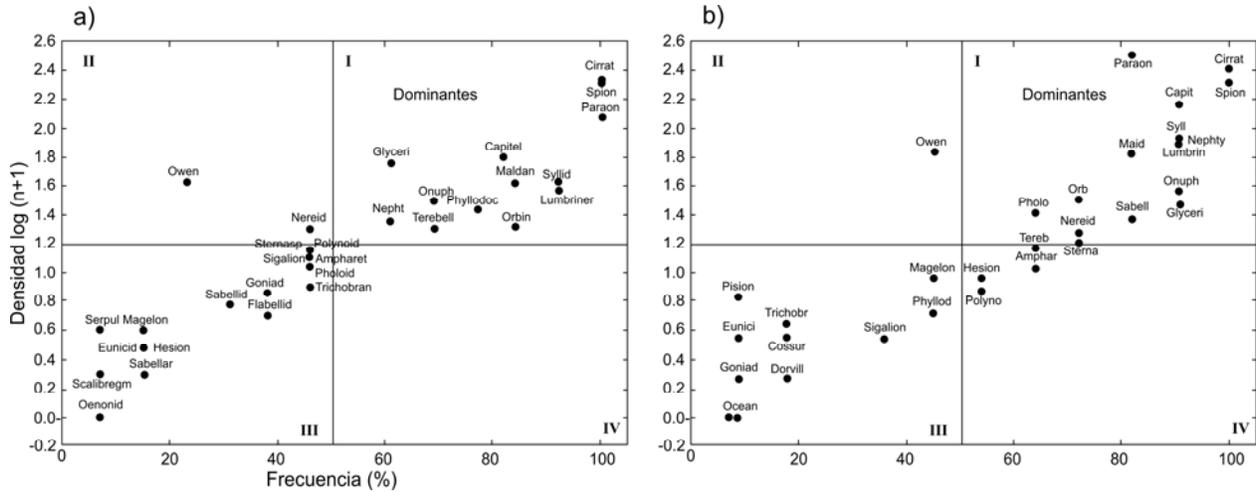


Figura. 4a Proporción de diferentes familias de poliquetos en 2003 y 2004.

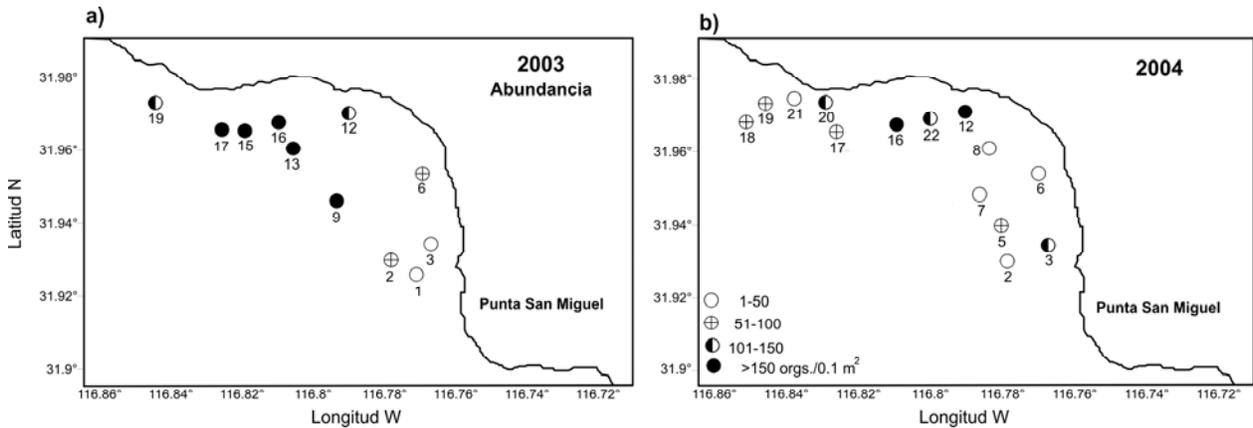


Figura 4b. Abundancia de poliquetos por 0.1m<sup>2</sup> en Bahía Salsipuedes, B.C.

Finalmente los análisis MDS (Fig. 7) mostraron que las estaciones de muestreo se agrupan dependiendo de su ubicación en la bahía, es decir de la distancia a la que se encuentran de los encierros de atún. Se detecta una separación entre la parte norte (cercana a los encierros) y la parte sur. El valor de "stress" muestra que la configuración obtenida es una buena representación de la similitud faunística entre las estaciones. Los MDS corroboran los resultados obtenidos con los dendrogramas (coeficientes de Jaccard y Sorensen) y confirman la separación de las estaciones del norte y sur de bahía Salsipuedes, a pesar de que no fue posible tomar muestras a menos de 230 m de los encierros.

Hasta ahora no existen publicaciones previas sobre los poliquetos de Bahía Salsipuedes. Es fundamental generar información de base sobre estas zonas de cultivo de atún que aumentan rápidamente en las costas de México y otros países como España, Italia, Malta, Croacia. Los poliquetos son un grupo útil para documentar adecuadamente los cambios que estos maricultivos provocan en el bentos. Se requieren más estudios para comprender adecuadamente los cambios, particularmente la sustitución de algunas especies por otras más tolerantes a valores negativos del potencial redox, así como los cambios en las redes tróficas y la transferencia de energía en el ecosistema.

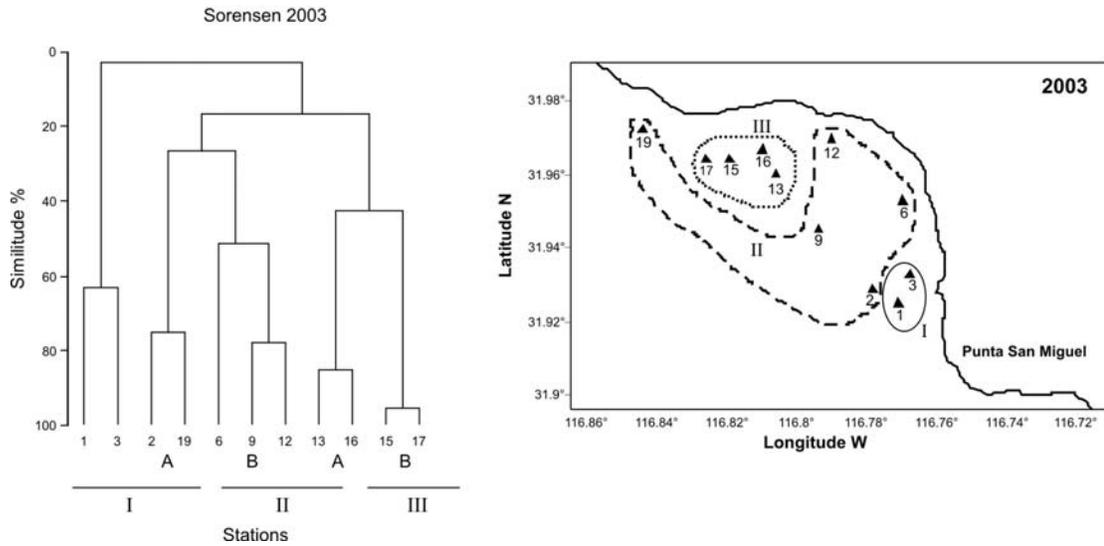


Fig. 5. Dendrograma realizado con el coeficiente de Sorensen, muestra una separación de la parte norte, media y sur de Bahía Salsipuedes.

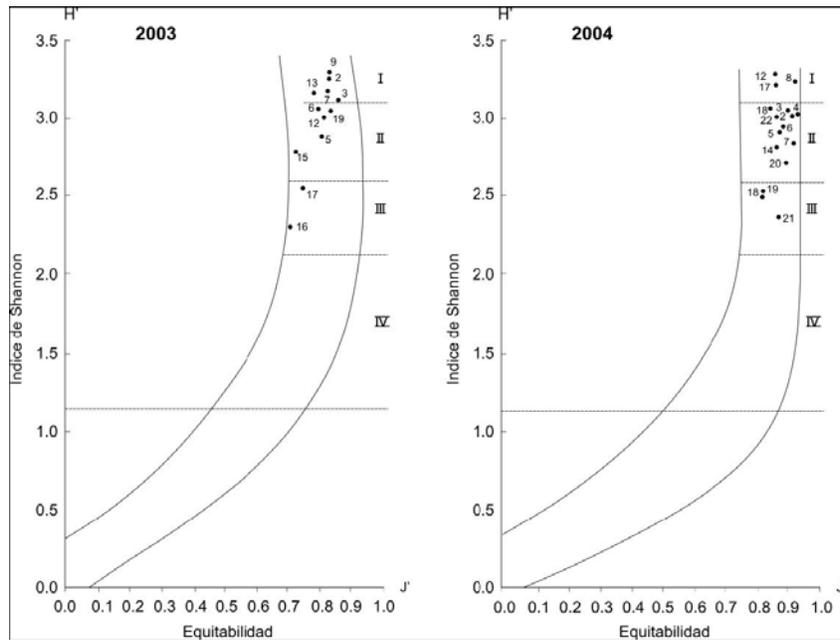


Fig. 6 Modelo de Estrés-Predibilidad (Alcolado, 1992), localización de estaciones en los diferentes ambientes: I muy favorable y estable, II favorable y estable, III constante con un cierto grado de estrés ambiental y IV moderadamente favorable, algo inestable y con cierto grado de estrés ambiental.

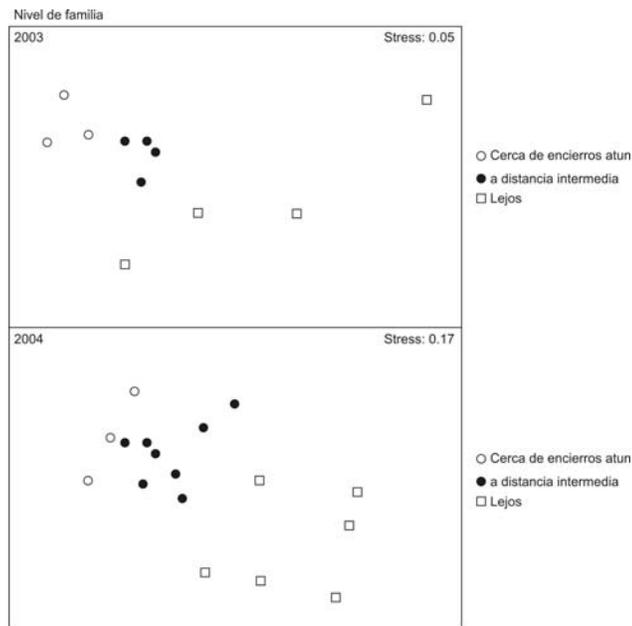


Fig. 7 MDS indicando el ordenamiento de las estaciones de muestreo a nivel de familias de poliquetos en Bahía Salsipuedes.

## Discusión

Hernández-Alcántara (1992) menciona en el Golfo de California a las familias Spionidae, Cirratulidae y Nephtyidae como las más abundantes; mientras que en Baja California Sur (Bahía San Juanico), Rodríguez-Valencia (1994) menciona a las familias Spionidae, Nephtyidae, Paraonidae y Cirratulidae como las dominantes. Hernández-Guevara (1994) destaca a Spionidae y Ampharetidae dentro de las mejor representadas en Bahía San Vizcaíno. En Bahía Todos Santos, ubicada cerca de Salsipuedes, Díaz-Castañeda & Harris (2004) encuentran que las familias Spionidae, Capitellidae, Paraonidae, Cirratulidae, Maldanidae, Ampharetidae y Nephtyidae dominan la estructura de la comunidad. En este estudio las familias mejor representadas fueron: Spionidae, Cirratulidae, Paraonidae, Capitellidae, Nephtyidae, Lumbrineridae, Syllidae y Glyceridae.

En Bahía Todos Santos, Díaz-Castañeda & Harris (2004) reportaron 44 familias y 203 especies de

poliquetos en 40 estaciones, en Bahía Salsipuedes se han colectado en 2003, 2004 y 2006 un total de 37 familias en aproximadamente la mitad de estaciones; en 2006 se agregaron las familias Pilargiidae, Opheliidae y Poecilochaetidae. Se han identificado 150 especies y la riqueza de familias es importante para una bahía pequeña (30 km<sup>2</sup>) y sujeta a eutrofización; adicionalmente se encontró una riqueza importante de paraónidos y una nueva especie de *Paradoneis* (de León-González & Díaz-Castañeda, en prensa); cirratúlidos y espiónidos. El número de especies es menor al de Bahía Todos Santos, lo cual puede deberse al enriquecimiento orgánico y al menor número de estaciones estudiadas.

Entre las especies más abundantes estuvieron *Aricidea (Allia) ramosa*, *Aricidea (Acmira) simlex*, *Aricidea (Aricidea) sp.*, *Levinsenia gracilis*, *Spiophanes bombyx*, *Spiophanes dúplex* y *Apoprionospio pgmaea*. Los capitélidos más abundantes fueron del género *Mediomastus* (*M. ambiseta*, *M. californiensis*) y presentaron las densidades más elevadas en las estaciones 13, 16 y 17 (sur de los encierros).

Taghon & Greene (1992) describen a algunas especies de Spionidae (géneros *Boccardia* y *Pseudopolydora*) que son capaces de alternar su alimentación de sedimentívoros a filtradores según el flujo de partículas en suspensión se incrementa; además menciona que las partículas en suspensión tiene un mayor valor nutritivo (contienen mayores concentraciones de C orgánico y N). Esta capacidad de los Spionidae para usar la materia orgánica en suspensión o recién depositada explicaría su elevada abundancia en Salsipuedes. Los cirratúlidos, paraónidos, espiónidos y capitélidos presentan una gran capacidad para usar la materia orgánica disponible y convertirla rápidamente en biomasa.

La riqueza de especies y los valores de diversidad indican que esta bahía es un hábitat favorable para el desarrollo de los poliquetos; sin embargo, entre 2004 y 2006 se observó una simplificación de los grupos tróficos, los filtradores y los herbívoros/omnívoros disminuyeron mientras que los sedimentívoros se incrementaron, esto es consecuencia del exceso de materia orgánica disponible, la cantidad de partículas en suspensión bloquea la corona branquial de los suspensívoros. Por otra parte, los valores cada vez más negativos del potencial redox reducen la penetración de la macrofauna y hacen que la "RPDL" (redox potential discontinuity layer) este cada vez más cerca de la superficie, por lo que los organismos están más expuestos a la depredación. Algunos autores (Mazzola *et al.*, 1999) han reportado la disminución de la meiofauna, particularmente nemátodos, copépodos, kinorincos y ostrácodos en los sedimentos cercanos a una granja de producción de peces en el Mar Mediterráneo; los quinorincos parecen ser muy sensibles a condiciones reductoras en los sedimentos.

En 2004, las mayores concentraciones de carbono orgánico se ubicaron en las estaciones 18 a 22 al oeste de los encierros de engorda. Los valores altos del índice de Shannon encontrados en 2004 en las estaciones 8, 12 y 17 se relacionan con el modelo de Pearson & Rosenberg (1978) en el cual se detecta un incremento de la riqueza específica y  $H'$  en niveles intermedios de contaminación orgánica. En los últimos muestreos efectuados en verano 2008 se

acababan de mover algunos encierros y se recolectó en esas zonas, cabe mencionar que fue notable la gran cantidad de especies de talla pequeña y el olor a ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) de los sedimentos, así como valores de Eh muy negativos, llegando casi a -350 mV).

Entre las especies más abundantes de Capitellidae estuvieron *Mediomastus ambiseta* y *Mediomastus californiensis*. Este género ha sido reconocido por diversos autores como oportunista en zonas de enriquecimiento orgánico (Simboura, 1995; Salen-Picard *et al.*, 2003).

En 2006, después de cuatro años de iniciado el maricultivo las familias más abundantes fueron: Spionidae (30.7%), Cirratulidae (17%), Paraonidae (11.3%), Maldanidae (5.6%) y Capitellidae (5.2%). Los Spionidae fueron más abundantes en las estaciones del noroeste de la bahía. Los espiónidos son capaces de actuar como sedimentívoros o como filtradores y los resultados indican que están explotando la materia orgánica (MO) disponible en esta bahía. En Bahía Todos Santos se encontró un 22.6% de Spionidae mientras que en Salsipuedes casi 31%.

La disponibilidad de alimento (MO) es un factor importante que estructura las comunidades del bentos por lo que de continuar los aportes de materia orgánica podrían esperarse cambios en la estructura de las comunidades bénticas. La bioturbación efectuada por la macrofauna y particularmente los poliquetos es fundamental y ayuda a la mineralización de la materia orgánica. Por los resultados encontrados se detecta que al paso del tiempo las condiciones del sedimento se están deteriorando (menos oxigenación, presencia de  $H_2S$ ), aunque sigue permitiendo el desarrollo de diversas especies de poliquetos sobre todo sedimentívoros; de continuar esta tendencia y en periodos de bajo hidrodinamismo podría disminuir de manera importante la macrofauna, contribuyendo esto a un deterioro mayor del bentos de esa zona (particularmente la zona norte de Bahía Salsipuedes).

En la estación 18 al noroeste (92 m de prof) se presentó el valor más alto de C orgánico (2.53%) así como el valor más alto de N orgánico (0.11%), el Eh más negativo y una elevada cantidad de lodos; probablemente, esto se debe a las

condiciones hidrodinámicamente estables que permiten la acumulación de fracción fina y materia orgánica.

Desde los valores de Eh tomados en 2003 (-100 a -200 mV) y en 2004 (-110 y -300 mV), se han alcanzado valores en abril 2008 (último muestreo) que en varias estaciones superan los -300 mV lo que indica una acumulación de MO. Como se mencionó previamente, habían quitado encierros y encontramos sedimentos cuyo olor indicaba la presencia de H<sub>2</sub>S y al tamizar se encontraron gran cantidad de poliquetos pequeños que pertenecen a especies oportunistas. En 2008, al tamizar se observaron menos estructuras biogénicas (tubos, galerías) lo cual podría ser indicativo de una disminución en la actividad de la infauna probablemente relacionada con bajos valores del potencial redox y presencia de H<sub>2</sub>S.

Es importante monitorear periódicamente el contenido de C orgánico y N en los sedimentos, así como reglamentar un número máximo de encierros por concesión para que esta actividad económicamente importante para la región pueda desarrollarse de manera sustentable, sin rebasar la capacidad de carga del ecosistema (capacidad de utilizar y reciclar la materia orgánica por el bentos).

Los resultados obtenidos hasta ahora indican que a pesar de los aportes de materia orgánica (alimento de atunes y heces fecales) la bahía sigue siendo un ambiente relativamente favorable para estos organismos. Lee *et al.* (2006) reportan que en la costa de Honolulu, el mar abierto permite la dilución de los desechos procedentes de una granja de peces reduciendo el enriquecimiento orgánico, en Bahía Salsipuedes aparentemente también la circulación en la zona contribuye a dispersar una parte importante de la materia orgánica procedente de los encierros de engorda de atún. Sin embargo los análisis MDS separan las estaciones dependiendo de la distancia a la que se encuentran de los encierros de atún, lo que indica que la composición varía dependiendo de la cercanía de la fuente de MO.

#### Consideraciones Finales

En general, los sedimentos presentaron una intensa actividad reductora y concentraciones moderadas de carbono y nitrógeno orgánicos (excepto estación 18). Los valores más negativos de Eh coincidieron con los valores altos de fracción fina, carbono y nitrógeno orgánicos. Las concentraciones elevadas de carbono orgánico y los valores de Eh más negativos se presentaron cerca de los encierros.

Los organismos bénticos al vivir y alimentarse en los sedimentos son generalmente de los primeros afectados por la contaminación o modificaciones al medio ambiente. Los poliquetos al construir galerías y tubos, desplazarse en los sedimentos y alimentarse modifican diversos procesos sedimentarios como las tasas de difusión, reciclaje de nutrientes, granulometría y la liberación de ciertos contaminantes a la masa de agua entre otros. Los poliquetos tienden a ser más sedentarios que el plancton y el necton, por lo tanto mejores indicadores del estado de un sitio. Estos organismos no solo son útiles para evaluar los procesos de degradación o alteración del ambiente, sino también pueden usarse como indicadores de la recuperación del ambiente después de una perturbación ya que son elementos importantes en los procesos de recolonización (Díaz-Castañeda & Almeda, 1999). En este estudio los anélidos poliquetos resultaron una herramienta útil para evaluar el estado de salud del ecosistema béntico. La categoría trófica dominante fue la de los sedimentívoros, seguida por los carnívoros-omnívoros. Las familias más ampliamente distribuidas fueron Spionidae, Cirratulidae y Paraonidae.

En 2003, 62% de las estaciones tuvieron valores de H' superiores a 3.00, mientras que en 2004 solo 42.8% de las estaciones. Solo 3 estaciones corresponden al ambiente muy favorable y estable en 2004, mostrando un cierto deterioro ambiental. El método de Estrés-Predicibilidad (Alcolado, 1992) caracterizó al 60% de Bahía Salsipuedes como ligeramente perturbado.

Los resultados obtenidos indican que aunque la abundancia de poliquetos disminuyó en 2004, la bahía sigue siendo un ambiente favorable para estos organismos, sin embargo especies sensibles

a la eutofización han disminuido y paulatinamente son reemplazadas por especies tolerantes y oportunistas.

Los resultados encontrados indican que la circulación en la zona contribuye a dispersar parte de la materia orgánica procedente de ellos; otra parte es utilizada por el bentos lo que ha permitido que las comunidades sigan desarrollándose, sin embargo si este equilibrio se rompe podría observarse una degradación importante de la macrofauna béntica con una alteración de su composición, riqueza específica y diversidad biológica. Una manera de controlar la eutofización puede ser a través de la bioremediación, por ejemplo colocar cultivos de macroalgas cerca de los encierros, estas son útiles para el consumo humano y pueden ayudar a mitigar el impacto ambiental al utilizar el exceso de nutrientes.

Los análisis MDS ordenaron las estaciones dependiendo de la distancia a la que se encuentran de los encierros de atún indicando que presentan diferentes ensamblajes de especies.

### Agradecimientos

Se agradece a la tripulación del B/O Francisco de Ulloa, a los estudiantes y técnicos que participaron, así como a las autoridades de CICESE que dieron apoyo con parte del tiempo de barco y permitieron que este estudio fuera posible. También agradezco al Dr. Walter Daessle el acceso a su laboratorio para realizar las cuantificaciones de C y N orgánicos. Mi agradecimiento también para JM Domínguez y F Ponce por su apoyo con las figuras.

### Referencias

Alcolado MP 1992 Sobre la interpretación del ambiente marino mediante el empleo de los índices de diversidad y equitatividad. *Cien Biol* 24, 124-127.

Blake JA & B Hilbig 1994 Taxonomic atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel, Vol. 4, The Annelida Part 1, Oligochaeta and Polychaeta:

Phyllodocida (Phyllodocidae to Paralacydoniidae). Santa Barbara Mus Natal Hist Santa Barbara, CA. 377pp.

Blake JA, B Hilbig & P Scott 1996 Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel, The Annelida Part 3 vol. 6. Polychaeta: Orbiniidae to Cossuridae. Santa Barbara Mus Nat Hist, Santa Barbara, CA. 418pp.

Borja A, J Franco & V Pérez 2000 A Marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar Poll Bull* 40: 1100-1114.

Bray JR & T Curtis 1957 An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. *Ecol Monogr* 27: 325-349.

Brooks KM, A Stierns, CV Mahnken & DB Blackburn 2003 Chemical and biological remediation of benthos near Atlantic salmon farms. *Aquacul* 219: 355-377.

Brown JR, R Gowen & DS Mc Lusky 1987 The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. *J Exp Mar Biol Ecol* 109: 39-51.

Cardoso P, M Bankovic, D Raffaelli & M Parda 2007 Polychaete assemblages as indicators of habitat recovery in a temperate estuary under eutrophication. *Est Coast and Shelf Sci* 71: 301-308.

Clarke KR & R Warwick 2001 Changes in marine communities: An approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd Ed PRIMER, Plymouth Marine Laboratory, U.K. 190pp

De León-González JA & V Díaz-Castañeda. A new species of *Paradoneis* (Paraonidae: Polychaeta) from Salsipuedes Bay, Western coast of Baja California, Mexico. *Sci Mar* Submitted.

Díaz-Castañeda V & P Safran 1988 Dynamique de la colonisation par les Annélides Polychetes de sédiments defaunés par la pollution dans des enceintes expérimentales en Rade de Toulon. *Oceanol Acta* 11: 285-297

Díaz-Castañeda V & L Harris 2004 Biodiversity and structure of the Polychaete fauna from Bahía Todos Santos, Baja California, Mexico. *Deep-Sea Res II* 51: 827-847.

Díaz-Castañeda V & D Reish 2009 Polychaetes in Environmental Studies. *In: Annelids as Models Systems in the Biological Sciences*. John Wiley & Sons Inc., pp 205-227.

- Fauchald K 1977 The Polychaete Worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Science Ser, Nat Hist Museum Los Angeles, 28: 188pp.
- Froelich P 1980 Analysis of organic carbon in marine sediments. *Limnol Oceanogr* 25: 564-572.
- Frontier S 1985 Diversity and structure in aquatic ecosystems. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 23: 253-312.
- Gray JS, KR Clarke, R Warwick & G Hobbs 1990 Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 66:285-299.
- Hargrave B, M Holme & C Newcombe 2008 Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Mar Poll Bull* 56: 810-824.
- Hedges JI & JH Stern 1984 Carbon and nitrogen determination of carbonate containing solids. *Limnol Oceanogr* 29: 657-663.
- Karakassis I, M Tsapakis, E Hatziyanni, K Papadopoulou & W Plaiti 2000 Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES J of Mar Sci* 57: 1462-1471
- Kristensen E & TH Blackburn 1987 The fate of organic carbon and nitrogen in experimental marine sediment systems, influence of bioturbation and anoxia. *J Mar Res* 45: 231-257.
- Lee HW, J Bailey-Brock & M McGurr 2006 Temporal changes in the polychaete infaunal community surrounding a Hawaiian mariculture operation. *Mar Ecol Prog Ser* 307: 175-185.
- Pearson TH & R Rosenberg 1978 Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16: 229-311.
- PRIMER 2002 Plymouth routines in Multivariate Ecological Research. PRIMER 5 for Windows version 5.2.9. PRIMER-E, Plymouth. 190pp.
- Pielou EC 1977 *Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons. New York. 385 pp.
- Pocklington P & PG Wells 1992 Polychaetes key taxa for marine environmental quality monitoring. *Mar Poll Bull* 24: 593-598.
- Salazar-Vallejo S I, JA de León-González & H Salaires-Polanco 1989 Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Mexico. Universidad Autónoma Baja California Sur, La Paz, BCS México. 229 pp.
- Shannon CE & W Weaver 1963 *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana. 125 pp.
- Simboura N, A Zenetos, P Panayotidis & A Makra 1995 Changes in benthic community structure along an environmental pollution gradient. *Mar Poll Bull* 30: 470-474.
- Snelgrove P 1999 Getting to the bottom of Marine Biodiversity: sedimentary habitats. *Bioscience* 49: 129-138.
- Sokal R & FJ Rohlf 1995 *Biometry*. Freeman, New York, 887pp.
- Taghon G & R Greene 1992 Utilization of deposited and suspended particulate matter by benthic interface feeders. *Limnol Oceanogr*, 37: 1370-1391.
- Tomassetti P & S Porrello 2005 Polychaetes as indicators of marine fish farm organic enrichment. *Aquacul Internat* 13: 109-128.
- Tsutsumi H 1990 Population persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta; Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. *Mar Ecol Prog Ser* 63: 147-156.
- Vezzulli L, M Moreno, V Marin, E Pezzati, M Bartoli & M Fabiano 2008 Organic waste impact of capture-based Atlantic bluefin tuna aquaculture at an exposed site in the Mediterranean Sea. *Est Coast and Shelf Sci*. 78: 369-384.
- Westhede W & M von Basse 1978 Chilling and freezing resistance of two interstitial polychaetes from a sandy tidal beach. *Oecol* 33: 41-54.
- Wu RS 1995 The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. *Mar Poll Bull* 31: 159-166.

# 55. Los Anélidos Poliquetos Bentónicos en el Contexto de las Perturbaciones Ambientales Marinas

Alejandro Granados-Barba<sup>1</sup>, Nayeli del C. Domínguez-Castanedo<sup>2</sup> & Vivianne Solís-Weiss<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías  
agranados1@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, solisw@cmarl.unam.mx

## Introducción

Actualmente, los impactos ambientales que el desarrollo del ser humano (antrópicos) provoca sobre los ecosistemas costeros y marinos han alcanzado escalas globales, por lo que perturbaciones como vertido de materia orgánica y contaminantes, así como la urbanización costera, propician cambios en los fondos (composición y tamaño de grano) y afectan a sus habitantes (comunidades bentónicas), principalmente a especies sésiles, con nula o poca movilidad (Pearson & Rosenberg 1978). Las consecuencias sobre el ecosistema dependerán del tipo, frecuencia, intensidad y duración de la perturbación, así como de las características particulares del área afectada y de la biota en ella presente. Por ello, a pesar de que es importante considerar estudios en agua, sedimentos y organismos (Long & Chapman 1985), el enfoque de la perturbación es esencialmente biológico, debido a que su impacto será finalmente sobre organismos.

El monitoreo biológico ha sido definido por Cairns (1979) como el uso regular y sistemático de los organismos para determinar calidad ambiental, y una de las formas en que se han detectado y evaluado cambios no naturales (inducidos) en la estructura de las comunidades ha sido

mediante indicadores biológicos (bioindicadores), siguiendo la idea aun vigente (Segnini 2003) de que la "salud" de los organismos refleja la calidad de su hábitat (Kolkwitz & Marsson 1908), es decir, que un área acuática "saludable" es la que ha balanceado sus condiciones biológicas (alta riqueza específica, pero no así una alta abundancia de cada una de ellas), ya que con la perturbación generalmente se reduce el número de especies, favoreciendo la eliminación de las que no la toleran, y aumentando el número de individuos de las que si lo hacen.

A pesar de discusiones y controversias acerca del concepto de bioindicador, se han propuesto diferentes grupos de organismos marinos (Soule & Kleppel 1988; Root 1990). Entre éstos, la macrofauna bentónica ha representado un papel importante (Bilyard 1987; Salazar-Vallejo 1991) debido principalmente a que: 1) Son organismos de tamaño relativamente conspicuo e inmóviles (sésiles), lo que les impide escapar a la perturbación, guardando una estrecha dependencia con el sitio que habitan. 2) Hay gran variedad de especies y con diferente grado de respuesta de cada una (puede utilizarse al bentos como integradores de efectos perturbadores de una fuente fija y sobre un período de tiempo). 3) Muestran

una rápida recolonización después del evento perturbador (dependiente del grado, tipo de perturbación y especie), reflejando las condiciones ambientales del momento en el que se muestrea e infiriendo condiciones previas al muestreo, siendo indicadores del cambio.

Particularmente, los anélidos poliquetos, elemento imprescindible en el estudio del macrobentos marino, han sido el grupo con mayor relevancia en este contexto (Reish 1986) ya que, además de poblar una amplia gama de hábitats (estuarios, playas, arrecifes, plataforma continental y mar profundo), incluyendo ambientes “extremos” (huesos de ballena, respiraderos hidrotermales, infiltraciones frías de hidratos de metano y rezumaderos), en zonas bentónicas perturbadas pueden conformar del 50 al 90% de la macrofauna (Long & Chapman 1985; Zenetos & Bogdanos 1987), con gran variedad de especies que pueden colonizar rápidamente sedimentos contaminados con diferentes grados de respuesta (Reish 1972; Grassle & Grassle, 1976; Levin 1984; Gobin 1987; Méndez 1997) y alcanzar altas densidades habitando en condiciones ambientales no toleradas por otra fauna (González-Macías 1989; Reish & LeMay 1991; Martín & Glémarec 1997; Méndez *et al.* 1997; 2001; Maurer *et al.* 1998; Belan 2003).

De acuerdo con diferentes revisiones (Pocklington & Wells 1992; Reish & Gerlinger 1997; Hutchings 1998; Giangrande *et al.* 2005), los poliquetos se usan como organismos de bioensayos (son abundantes, con ciclo de vida corto, una amplia gama de tallas y hábitos, resistentes y de fácil transporte), como monitores para materiales tóxicos (destacan 48 especies de 20 familias, en especial Capitellidae, Dinophilidae, Dorvilleidae y Nereididae) o como bioindicadores en varios niveles, ya sea desde especie (con representantes de Capitellidae, Cirratulidae y Spionidae) hasta nivel de comunidad, donde

son un elemento clave en la determinación de su estructura y de gradientes ambientales naturales o inducidos, por su sensibilidad a cambios a lo largo del tiempo, aún en un área geográfica amplia o en sustratos duros coralinos como en el caso de los Syllidae.

Su uso como bioindicadores en el ambiente marino es histórico (Wilhemi 1916; Filice, 1959; Reish, 1972; 1986), destacando la presencia de *Capitella capitata*, *Neanthes succinea* y *Streblospio benedicti* en zonas con enriquecimiento orgánico. Este uso fue sustentándose hasta consolidarse como un paradigma en Pearson & Rosenberg (1978), quienes documentaron que si el enriquecimiento es de cierta magnitud impondrá su propio gradiente sobre el del ambiente, induciendo cambios en la distribución, abundancia y composición de especies que antes estaban controlados por otros factores naturales.

Pearson & Rosenberg (1978) denotaron que las especies oportunistas (talla pequeña, rápida reproducción y ciclo de vida corto) toman ventaja en condiciones de enriquecimiento (cambios en propiedades físicas y químicas del sedimento y/o reducción de las interacciones bióticas, desarrollo de grandes poblaciones con poca competencia). Concluyeron que entre los extremos de una zona azoica y de una “normal”, existen tres etapas de sucesión en la macrofauna, con cambios estructurales similares en gradientes espaciales y temporales:

- 1) Un “pico de oportunistas” con muy pocas especies de poliquetos pero en gran número, observado inmediatamente después de la zona azoica.
- 2) Un “punto de ecotono” con baja abundancia y alta equidad.

3) Una zona transicional con poblaciones que inicialmente fluctúan pero que, eventualmente, progresan hacia una situación más “estable”, próximos a una comunidad en su estado natural.

Con base en este esquema de dinámica sucesional, la búsqueda de patrones similares continuó a pesar de que se había señalado que las especies que caracterizaban los ambientes contaminados no eran universales sino que variaban regionalmente (Grassle & Grassle 1974; Gray & Pearson 1982). En este proceso destaca la propuesta de Hily & Glémarec (1990), en donde se establecen asociaciones de poliquetos con base en la sensibilidad a hidrocarburos y materia orgánica en Sensibles (dominantes en condiciones “normales”), Indiferentes (esencialmente carnívoros, siempre presentes en bajas densidades, sin fluctuaciones temporales significativas), Tolerantes (desaparecen durante la perturbación y posteriormente reaparecen con altas densidades), Oportunistas de segundo orden (individuos de talla pequeña que proliferan en condiciones degradadas) y Oportunistas de primer orden (individuos de talla pequeña con densidades altas en medios anóxicos).

En forma paralela a este enfoque mayormente “cualitativo”, y aceptando que en el ambiente marino se presentan cambios naturales difíciles de evaluar mediante métodos cualitativos, se dio un avance en aspectos tecnológicos computacionales que favoreció el uso de técnicas estadísticas multivariadas que, aplicadas a la ecología del bentos, resultaron robustas para diferenciar entre sitios (Sundberg 1983). Los estudios surgían en ambientes templados y en menor grado en los sistemas tropicales; sin embargo, existían diferencias por región que obligaron a desarrollar y unificar criterios para coadyuvar a la globalización de su uso, principalmente en los ambientes tropicales

que son las fuentes más ricas en información biótica (Warwick & Ruswahyuni 1987).

El uso de métodos multivariados en la evaluación ambiental bentónica, generalmente mediante técnicas de clasificación y ordenación, han relacionado bases de datos bióticos y abióticos, utilizando el cambio espacial y temporal de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados (Hargrave & Thiel, 1983; Zenetos & Bogdanos, 1987; Warwick & Clarke, 1991; Calderón-Aguilera, 1992). Sobre ello se continuó trabajando considerando que, bajo condiciones fisicoquímicas similares, el estado de salud estaría dado por la diferencia en la composición de taxones entre los sitios impactados y los de referencia, ya que las perturbaciones producen pérdida o reemplazo de los taxones que conformaban la biota original en condiciones naturales (Norris & Hawkins 2000).

Otras estrategias se han valorado, como el comportamiento de la abundancia de ciertos taxones como nematodo-copépodo (Raffaelli & Mason 1981). También se ha optado por métodos gráficos (Gray & Mirza 1979), debido a su rápida realización y “fácil” interpretación, como la desviación de la curva de distribución log-normal, o las curvas de abundancia-biomasa ABC (Warwick 1986), mismas que se consideraron útiles para elucidar las respuestas de la comunidad a través de escalas espaciales mayores, pero no se generalizaron por su insensibilidad a diferentes patrones de abundancia y temporalidad, así como por su escasa aplicación en los trópicos.

Algunos ecólogos han optado por analizar las perturbaciones ambientales mediante índices ecológicos buscando integrar información multivariada en un valor numérico específico para un sitio o categoría (Raman & Ganapati 1983; Bellan *et al.* 1988; Grall & Glémarec 1997; Clarke & Warwick 1998; Amezcua-

Allieri & González-Macías 2007); sin embargo, estos índices se han considerado complementarios de las técnicas multivariadas (Platt *et al.*, 1990; McManus & Pauly 1990; Gray 2000) aun vigentes, las cuales, además, resultaron consistentes con patrones obtenidos cuando se agregan especies en taxones mayores (Warwick 1988; Warwick & Clarke 1993). Con ello, se decía que se facilitaba el proceso de identificación taxonómica, reduciendo su tiempo y costo, y se apoyaba lo que Ellis (1985) denominó suficiencia taxonómica, es decir, llevar la identificación hasta el nivel taxonómico necesario y suficiente para cumplir con los objetivos de un estudio de monitoreo.

La suficiencia taxonómica ganó apoyo rápidamente; sin embargo, ha sido controversial ya que no en todas las latitudes y ambientes se ha evaluado la información que se desprecia cuando no se trabaja en el nivel de especie. Además, habría que considerar el efecto negativo que tiene el promover estudios que no identifiquen las especies, sobre la conservación de la biodiversidad (Maurer 2000) y sobre la formación de taxónomos y el desarrollo de la taxonomía (Terlizzi *et al.* 2003; Salazar-Vallejo *et al.* 2008).

Al respecto, la discusión va terminando en que su uso dependerá de los alcances y objetivos del estudio ecológico en cuestión, siendo familia el nivel en el que se han documentado los mejores resultados (Dauvin *et al.*, 2003), alternativa a considerar cuando se requiera una primera aproximación en sitios donde se tiene un historial previo de estudios taxonómicos y ecológicos en el nivel de especie (Domínguez-Castanedo *et al.* 2007), ya que con ello se reducen sustancialmente costos, tiempo y especialización.

La suficiencia taxonómica continúa documentándose con estudios en ambientes

lagunares, estuarinos e intermareales (Mistri & Rossi 2001; Pagola-Carte *et al.* 2002; DeBiasi *et al.* 2003) e incluso en mar profundo (Narayanaswami *et al.* 2003) y en altas latitudes (Thompson *et al.* 2003), así como en situaciones de derrames de hidrocarburos (Gómez-Gesteira *et al.* 2003) y descargas urbanas donde Muniz & Pires-Vanin (2005), trabajaron únicamente con poliquetos. En México, existen estudios de este tipo documentados con poliquetos en el nivel de familia (Méndez & Green-Ruiz 1998; Rodríguez-Villanueva *et al.* 2000); otros han valorado la suficiencia taxonómica con resultados contrastantes: insatisfactorios en sustratos duros del Caribe (Campos-Vázquez *et al.* 1999) así como satisfactorios en fondos blandos de la Bahía de Campeche (Hernández-Arana 1995; Domínguez-Castanedo *et al.* 2007).

¿Cuáles son las tendencias sobre el análisis de las perturbaciones ambientales?. La filosofía relacionada con la evaluación ambiental mediante el bentos cerró el Siglo XX hacia la idea de asegurar la disminución de la incertidumbre taxonómica (cuando no se es experto o no se está familiarizado con la fauna local), hacia la elaboración de estudios que evaluaran la severidad de las perturbaciones desde un punto de vista regional con resultados comparables en todas latitudes, especialmente las tropicales.

Al margen del trabajo de Díaz *et al.* (2004) quienes consideran que el desarrollo de nuevos índices es tautológico, endémico, con autopropagación y raramente justificado, este Siglo XXI comenzó con una suma de consensos entre investigadores para buscar alternativas de evaluación aplicables a regiones más amplias y que pudieran ser globales, como es el caso de la Directiva Europea de Aguas quienes, independientemente del índice o métrica utilizados, realizaron ejercicios de intercalibración para evaluar la calidad del

ambiente acuático (Borja *et al.* 2000; 2004; Muxika *et al.* 2005; Borja & Dauer 2008).

Entre diferentes propuestas (Simboura & Zenetos 2004; Rosenberg *et al.* 2004), el Índice Biótico Marino de AZTI (Borja *et al.*, 2000) o AMBI (por sus siglas en inglés), que incluye una clasificación de especies (entre ellas un gran porcentaje de poliquetos) de acuerdo con su sensibilidad y tolerancia a las perturbaciones, se ha distinguido y generalizado en Europa y en diferentes regiones del mundo (Muxika *et al.* 2005). Su contribución novedosa es que su algoritmo permite obtener una serie de valores continuos acordes con la “salud de la comunidad bentónica”, considerando la proporción de los taxones sensibles al estrés y, a su vez, haciendo análisis con las variables ambientales para buscar correlaciones con éstos. No se restringe a una aplicación regional, ya que cada investigador clasifica las especies a estudiar de acuerdo con su sensibilidad y tolerancia a las perturbaciones trabajando directamente con la fauna local.

El AMBI ofrece resultados comparables en zonas templadas y tropicales, mostrando consistencia de acuerdo con la temporalidad y capacidad de discriminar entre gradientes biológicos y ambientales (Salas *et al.* 2004; Carvalho *et al.* 2006); sin embargo, se ha encontrado que el AMBI, por sí solo, puede sesgarse en casos donde la riqueza específica es baja, valores inferiores a 3. Por ello, se incluyó en éste el aspecto multivariado M-AMBI (Borja *et al.* 2004; Muxika *et al.* 2007), en el cual se incorporan las medidas de riqueza específica y diversidad junto con el AMBI.

Con este análisis se obtiene una clasificación del “estado ecológico” del sitio evaluado que coadyuva a implementar medidas regulatorias, planes de manejo o monitoreos ambientales. Este índice es la culminación en la conjunción de metodologías al realizarse estudios previos para clasificar las tipologías

de los cuerpos de agua y definir las condiciones de referencia; esto se logra mediante el uso de datos históricos, el juicio del experto y análisis multivariados (Muxika *et al.* 2007). En él, se conjuntan datos cuantitativos y cualitativos para obtener más información, clara, fácil de interpretar y más concreta.

En el marco del análisis de las perturbaciones ambientales, el estudio taxonómico y ecológico de la fauna poliquetológica ha sido históricamente relevante, su predominancia en los fondos blandos (abundancia, riqueza y frecuencia) propicia que tenga representantes en todos los grupos ecológicos, con diferente sensibilidad y tolerancia al estrés ambiental. Por ello, el papel que representan en determinación de la estructura de las comunidades del macrobentos es decisivo.

### Consideraciones finales

Históricamente, han sido diferentes los criterios para evaluar las perturbaciones ambientales marinas o para determinar las especies que lo caractericen, siendo clave los objetivos que se persigan, el nivel de organización con el que se trabaje y el grupo biológico que se seleccione. De acuerdo con Clarke & Green (1988) y Gallagher & Grassle (1999), el tener éxito se relaciona con tener un mejor entendimiento regional de todas las variables ambientales que naturalmente determinan la estructura comunitaria del bentos, con resultados consistentes a lo largo del tiempo y su valoración en diferentes latitudes. Asimismo, es importante quitarle subjetividad a los resultados, esforzarse en estandarizar muestreos (muestreador y replicación) y contar con una documentación taxonómica adecuada.

Los poliquetos habitan sobre una amplia gama de ambientes bentónicos, perturbados o no, siendo un elemento imprescindible al estudiar el macrobentos marino. Su éxito se

explica por la gran variedad de formas, patrones de vida y hábitos de alimentación que presentan (Giangrande 1997). Actualmente, continúan realizándose investigaciones con especies de poliquetos tratando de entender más su biología (patrones de vida, alimenticios y reproductivos), su distribución regional y su variación temporal natural.

A pesar de su gran importancia ecológica, de ser un grupo muy utilizado para monitorear el ambiente marino que interesa a los ecólogos bentónicos y, no obstante los enormes esfuerzos que existen para facilitar el proceso de identificación taxonómica, los poliquetos son un grupo taxonómicamente complejo cuyo aprendizaje es lento. Por ello, se requieren taxónomos y literatura especializada en el ámbito regional, principalmente en las regiones tropicales.

En México, a cerca de 120 años de haberse registrado el primer poliqueto, se requiere

elaborar trabajos sinópticos regionales y hacerlos llegar a los centros de enseñanza; en este sentido, este libro seguramente constituye un parte aguas. Así mismo, hace falta que se estimule la enseñanza de la taxonomía y que el docente enseñe el quehacer taxonómico como una tarea indispensable para este megadiverso país en el que el deterioro del ambiente costero-marino ha alcanzado niveles alarmantes.

Es importante finalizar haciendo referencia al planteamiento hecho por Cognetti (1992) "...existen especies que pueden colonizar ambientes contaminados dando respuestas particulares a eventos impredecibles de las condiciones ambientales e, independientemente de que sean oportunistas, hay poblaciones con diferentes grados de adaptabilidad que son capaces de ocupar ambientes particulares en situaciones peculiares por lo que es necesario continuar estudiándolas..."

## Referencias

- Amezcuca-Allieri MA & MC González-Macías 2007 Propuesta de un índice numérico para evaluar la calidad del sedimento influenciado por la industria petrolera. *Interciencia* 32(7): 453-459.
- Belan TA 2003 Marine environmental quality assessment using polychaete taxocene characteristics in Vancouver Harbour. *Mar Environ Res* 57: 89-101.
- Bellan G, G Desrosiers & A Willsie 1988 Use of an annelid pollution index for monitoring a moderately polluted littoral zone. *Mar Pollut Bull* 19: 662-665.
- Bilyard RG 1987 The value of benthic infauna in marine pollution monitoring studies. *Mar Pollut Bull* 18(11): 581-585.
- Borja A, J Franco & V Pérez 2000 A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar Pollut Bull* 40(12): 1100-1114.
- Borja A, J Franco & I Muxika 2004 The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Mar Pollut Bull* 48: 405-408.
- Borja A & DM Dauer 2008 Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: Comparing methodologies and indices. *Ecol Ind* 8: 331-337.
- Cairns Jjr 1979 Biological monitoring concepts and scope. In: Cairns Jjr, GP Patil & WE Waters (eds) *Environmental biomonitoring, assessment, prediction and management*. Internatl Coop Pub House Maryland, Maryland USA, pp 3-20.
- Calderón-Aguilera LE 1992 Analysis of the benthic infauna from Bahia de San Quintín, Baja California, with emphasis on its use in impact assessment studies. *Cienc Mar* 18(4): 27-46.
- Campos-Vázquez C, LF Carrera-Parra, NE González & SÍ Salazar-Vallejo 1999 Criptofauna en rocas de Punta Nizuc, Caribe mexicano y su utilidad como biomonitor potencial. *Rev Biol Trop* 47(4): 799-808.
- Carvalho S, MB Gaspar, A Moura, C Vale, P Antunes, O Gil, L Cancela da Fonseca & M Falcao 2006 The use of the marine biotic index AMBI in the assessment of the ecological status of the Óbidos lagoon (Portugal). *Mar Pollut Bull* 52: 1414-1424.

- Clarke KR & RH Green 1988 Statistical design and analysis for a biological effects study. *Mar Ecol Prog Ser* 46: 213-226.
- Clarke KR & RM Warwick 1998 Taxonomic distinctness and environmental assessment. *J Appl Ecol* 35: 532-543.
- Cognetti G 1992 Colonization of stressed coastal environments. *Mar Pollut Bull* 24(1): 12-14.
- Dauvin JC, JL Gómez-Gesteira & M Salvande-Fraga 2003 Taxonomic sufficiency: an overview of its use in the monitoring of sublittoral benthic communities after oil spills. *Mar Pollut Bull* 46: 552-555.
- DeBiasi AM, CN Bianchi & C Morri 2003 Analysis of macrobenthic communities at different taxonomic levels: an example from an estuarine environment in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Estuar Coastal Shelf Sci* 58: 99-106.
- Díaz RJ, M Solan & RM Valente 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *J Environ Manage* 73(3): 165-181.
- Domínguez-Castanedo N, R Rojas-López, V Solís-Weiss, P Hernández-Alcántara & A Granados-Barva 2007 The use of higher taxa to assess the benthic conditions in the southern Gulf of Mexico. *Mar Ecol* 28(1): 161-168.
- Ellis D 1985 Taxonomic sufficiency in pollution assessment. *Mar Pollut Bull* 16: 459.
- Filice FP 1959 The effect of wastes on the distribution of bottom invertebrates in the San Francisco Bay Estuary. *Wasmann J Biol* 17: 1-17.
- Gallagher ED & JF Grassle 1999 Virginian province macroinfaunal community structure: PCA-H analyses and assessment of pollution degradation indices. Final Rept US Environ Protect Agency Atlantic Ecol Div Nagarranset RI USA, pp 111.
- Giangrande A 1997 Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: An overview. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 35: 323-386.
- Giangrande A, M Licciano & L Musco 2005 Polychaetes as environmental indicators revisited. *Mar Pollut Bull* 50: 1153-1162
- Gobin J 1987 Polychaetes as indicators of organic pollution in the Gulf of Paria, Trinidad. *Proc Ass Isl Mar Lab Caribb* 18: 11.
- González-Macías MC 1989 Las comunidades bentónicas y su relación con afloramientos naturales de hidrocarburos en el Golfo de México: Crucero Chapo I. *Univ y Ciencia* 6(11): 17-28.
- Grall J & M Glémarec 1997 Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuar Coast & Shelf Sci* 44: 43-53.
- Grassle JP & JF Grassle 1974 Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science* 192: 567-569.
- Grassle JF & JP Grassle 1976 Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. *J Mar Res* 32(2): 253-284.
- Gray JS & FB Mirza 1979 A possible method for detecting pollution induced disturbance on marine benthic communities. *Mar Pollut Bull* 10: 142-146.
- Gray JS & TH Pearson 1982 Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities I Comparative methodology. *Mar Ecol Prog Ser* 9: 111-119.
- Gray JS 2000 The measurement of marine species diversity, with an application to benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *J Exp Mar Biol Ecol* 250: 23-49.
- Hargrave BT & H Thiel 1983 Assessment of pollution-induced changes in benthic community structure. *Mar Pollut Bull* 14(2): 41-46.
- Hernández-Arana HA 1995 El concepto de suficiencia taxonómica aplicado a comunidades bénticas tropicales. Tesis Maestría CINVESTAV-IPN-Mérida México, pp 204.
- Hily C & M Glémarec 1990 Dynamique successionnelle des peuplements de fonds meubles au large de la Bretagne. *Oceanol Acta* 13(1): 107-115.
- Hutchings P 1998 Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodivers Conserv* 7: 1133-1145.
- Kolkwitz R & M Marsson 1908 Oekologie der pflanzlichen saprobien. *Ber Deutsch Bot Ges* 26: 505-519.
- Levin, LA 1984. Life history and dispersal patterns in a dense infaunal polychaete assemblage: Community structure and response to disturbance. *Ecology* 65(4), 1185-1200.
- Long RE & P Chapman 1985 A sediment quality triad: measures of sediment contamination, toxicity and infaunal community composition in Puget Sound. *Mar Pollut Bull* 16(10): 405-415.
- Martín D & A Glémarec 1997 Secondary production of *Capitella* spp. (Polychaeta: Capitellidae) inhabiting different organically enriched environments. *Sci Mar* 61(2): 99-109.
- Maurer D, T Gerlinger & H Nguyen 1998 The responses of two spionid polychaetes to natural processes and anthropogenic activities on the San Pedro Shelf, California. *Ophelia* 48(3): 185-206.
- Maurer DT 2000 The dark side of taxonomic sufficiency (TS). *Mar Pollut Bull* 40(2): 98-101.
- McManus J & D Pauly 1990 Measuring ecological stress: variations on the theme by R. M. Warwick. *Mar Biol* 106: 305-308.
- Méndez-Ubach N 1997 Polychaetes inhabiting soft bottoms subjected to organic enrichment in the Topolobampo Lagoon complex, Sinaloa, Mexico. *Oceanides* 12(2): 79-88.
- Méndez N, J Romero & J Flos 1997 Population dynamics and production of the polychaete *Capitella capitata* in the littoral zone of Barcelona (Spain, NW Mediterranean). *J Exp Mar Biol Ecol* 218: 263-284.
- Méndez N & M Green-Ruiz 1998 Superficial sediments and their relation to polychaete families in a

- subtropical embayment, Mexico. *Rev Biol Trop* 46(2): 237-248.
- Méndez N, I Linke-Gamenick, VE Forbes & DJ Baird 2001 Sediment processing in *Capitella* spp. (Polychaeta: Capitellidae): strain-specific differences and effects of the organic toxicant flouranthene. *Mar Biol* 138: 311-319.
- Mistri M & R. Rossi 2001 Taxonomic sufficiency in lagoonal ecosystems. *J Mar Biol Ass UK* 81: 339-340.
- Muniz P & AMS Pires-Vanin 2005 More about taxonomic sufficiency: a case study using polychaete communities in a subtropical bay moderately affected by urban sewage. *Oc Sci J* 40(3): 127-143.
- Muxika I, A Borja & W Bonne 2005 The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecol Ind* 5(1): 19-31.
- Muxika I, A Borja & J Bald 2007 Using historical data, expert judgment and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Mar Pollut Bull* 55: 16-29.
- Narayanaswamy BE, TD Nickell & JD Gage 2003 Appropriate levels of taxonomic discrimination in deep-sea studies: species vs family. *Mar Ecol Prog Ser* 257: 59-68.
- Norris RH & CP Hawkins 2000 Monitoring River Health. *Hydrobiologia* 435: 5-17.
- Pagola-Carte S, J Urkiaga-Alberdi, M Bustamante & JL Saiz-Salinas 2002 Concordance degrees in macrozoobenthic monitoring programmes using different sampling methods and taxonomic resolution levels. *Mar Pollut Bull* 44: 63-70.
- Pearson TH & R Rosenberg 1978 Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16: 229-311.
- Platt H, R Warwick, K Clarke, J Agard & J Gobin 1990 Benthic communities and disturbance in a subtropical marine environment. *Proc Underw Sci* 15: 43.
- Pocklington P & PG Wells 1992 Polychaetes: key taxa for marine environmental quality monitoring. *Mar Pollut Bull* 24(12): 593-598.
- Raffaelli DG & CF Mason 1981 Pollution monitoring with meiofauna using the ratio nematode to copepods. *Mar Pollut Bull* 12: 158-163.
- Raman AV & PN Ganapati 1983 Pollution effects on ecobiology of benthic polychaetes in Visakhapatnam Harbour (Bay of Bengal). *Mar Pollut Bull* 14: 46-52.
- Reish DJ 1972 The use of marine invertebrates as indicators of varying degrees of marine pollution. In: M Rubio (ed) *Marine pollution and sea life*. FAO Fishing News Books Roma, pp 203-206.
- Reish DJ 1986 Benthic invertebrates as indicators of marine pollution: 35 years of study. *IEEE Oceans 86 Conference Proceedings Washington DC*, pp 885-888.
- Reish DJ & TV Gerlinger 1997 A review of the toxicological studies with polychaetous annelids. *Bull Mar Sci* 60(2): 584-607.
- Reish DJ & JA LeMay 1991 Toxicity and bioconcentration of metals and organic compounds by Polychaeta. *Ophelia Suppl* 5: 653-660.
- Rodríguez-Villanueva V, R Martínez-Lara & V Díaz-Castañeda 2000 Structure and composition of the benthic polychaete families in Bahía de Todos Santos, Baja California, Mexico. *Bull Mar Sci* 67(1): 113-126.
- Rosenberg R, M Blomqvist, HC Nilsson, H Cederwall & A Dimming 2004 Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Mar Pollut Bull* 49: 728-739.
- Root M 1990 Biological monitors of pollution. *BioScience* 40: 83-86.
- Salas F, JM Neto, A Borja & JC Marques 2004 Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of Mondego estuary (Portugal). *Ecol Ind* 4(3): 215-225.
- Salazar-Vallejo SI 1991 Contaminación Marina: Métodos de Evaluación Biológica. *CIQRO Chetumal Q Roo México*, pp 202.
- Salazar-Vallejo SI, NE González & E Schwindt 2008 Taxonomía de invertebrados marinos: necesidades en Latinoamérica. *Interciencia* 33(7): 510-517.
- Segnini S 2003 El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *Ecotropicos* 16(2): 45-63.
- Simboura N & A Zenetos 2002 Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Mar Sci* 3, 77-111.
- Soule D & G Kleppel (eds) 1988 *Marine organisms as indicators*. Spring-Verlag New York.
- Sundberg P 1983 Multivariate analysis in marine pollution studies. *Mar Pollut Bull* 14(6): 208-209.
- Terlizzi A, S Bevilacqua, S Frascchetti & F Boero 2003 Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. *Mar Pollut Bull* 46: 556-561.
- Thompson BW, MJ Riddle & JS Stark 2003. Cost-efficient methods for marine pollution monitoring at Casey Station, East Antarctica: the choice of sieve mesh-size and taxonomic resolution. *Mar Pollut Bull* 46(2): 232-243.
- Warwick RM 1986 A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar Biol* 92: 557-562.
- Warwick RM 1988 Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/ Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. *Mar Ecol Prog Ser* 46: 167-170.

- Warwick RM & Ruswahyuni 1987 Comparative study of structure of some tropical and temperate marine soft-bottom macrobenthic communities. *Mar Biol* 95: 641-649.
- Warwick RM & KR Clarke 1991 A comparison of some methods for analysis changes in benthic community structure. *J Mar Biol Ass UK* 71: 225-244.
- Warwick RM & KR Clarke 1993 Comparing the severity of disturbance: a meta-analysis of marine macrobenthic community data. *Mar Ecol Prog Ser* 92: 221-231.
- Wilhemi J 1916 Übersicht über die biologische Beurteilung des Wassers. *Geo Anturf Freunde Berlin Sitzber* vol for 1916, pp 797-306.
- Zenetos A & C Bogdanos 1987 Benthic community structure as a tool in evaluation effects of pollution in Elefsis Bay. *Thalassographica* 10(1): 7-21.



# 56. El Estudio Ecológico de los Anélidos Poliquetos de la Bahía de Campeche

Alejandro Granados-Barba<sup>1</sup>, Nayeli Domínguez-Castanedo<sup>2</sup>, Ricardo Rojas-López<sup>2</sup> y Vivianne Solís-Weiss<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías  
agranados1@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, solisw@cmarl.unam.mx

## Introducción

Los anélidos poliquetos son un grupo de invertebrados abundante y diverso que constituye un elemento imprescindible en el estudio ecológico del macrobentos marino (Knox, 1977); habitan sobre una amplia gama de hábitats bentónicos, desde zonas estuarinas e intermareales hasta mar profundo, incluyendo ambientes “extremos” (huesos de ballena, respiraderos hidrotermales e infiltraciones frías de hidratos de metano, afloramientos naturales de hidrocarburos). Constituyen el 50-90% del macrobentos, ocupan diversos niveles de la red trófica y, debido a sus hábitos alimenticios y patrones de vida, intervienen en los procesos de remineralización, oxigenación y estabilización del sedimento, así como en el reciclaje de nutrientes. Su éxito puede explicarse por la gran variedad de formas, patrones de vida y hábitos de alimentación que presentan (Giangrande, 1997; Glasby & Read, 1998), siendo el metamerismo una ventaja selectiva para adaptarse a diversos hábitats y formas de vida.

Ecológicamente, son gusanos poco móviles, dependientes del sitio que habitan, cuya abundancia y diversidad es alta comparada con otros grupos macrofaunísticos, por lo que definen

tendencias en cuanto al análisis de las comunidades bentónicas. Por ello, el estudio de los patrones ecológicos de la poliquetofauna en la Bahía de Campeche representa una oportunidad de conocer la complejidad estructural del bentos en general. El esfuerzo se ha invertido en determinar la estructura comunitaria y analizar si los cambios espaciotemporales son reflejo de las condiciones ambientales.

La relevancia de estudiar a los poliquetos en este contexto está documentada en el ámbito global y en México (Raman & Ganapati, 1983; Fitzhugh, 1984; Méndez-Ubach, 1997; Rodríguez-Villanueva *et al.*, 2000). Considerando lo expuesto, en este capítulo se integra la información obtenida a partir de dos décadas de estudios ecológicos del grupo de anélidos poliquetos en la región petrolera del sur del Golfo de México.

## Área de Estudio

La Bahía de Campeche representa un sistema ecológico marino con características únicas. Es una región con gran variabilidad en los parámetros meteorológicos, en la que se registra una marcada temporalidad a lo largo del año, que

incluye actividad atmosférica con presencia de vientos intensos producto de frentes fríos (“nortes”) invernales y de tormentas tropicales o huracanes en el verano. Asimismo, descargan importantes ríos con desembocaduras tipo deltaicas que, como el Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta (el segundo mayor en el golfo después del Mississippi), aportan materiales terrígenos cuya influencia modifica las características físicas y químicas de los sedimentos y las aguas marinas adyacentes (Czitrom *et al.*, 1986; Cruz *et al.*, 1991) con efectos importantes para la productividad, distribución e intercambio de biota planctónica costera y oceánica (Salas de León *et al.*, 1998; Flores-Coto *et al.*, 2000), así como en las comunidades bentónicas (Granados-Barba, 2001).

Existen pocas regiones marinas en el mundo con una plataforma continental extensa que incluye un gradiente sedimentario de materiales terrígenos a carbonatados en sentido W-E (Alongi, 1990). Es ancha (150 km), carbonatada y sin influencia obvia de ríos hacia el E (Banco de Campeche), y más angosta (70 km), con gran descarga fluvial hacia el W (Sonda de Campeche), e incluye una zona transicional con mezcla de sedimentos cuyos límites varían temporalmente (Granados-Barba, 2001).

Es también una región económicamente relevante debido a sus pesquerías de camarón y peces de escama, así como a la presencia de complejos de explotación petrolera (aprox. 200 plataformas y 2,000 km de conductos submarinos), que ejercen presión sobre el ambiente bentónico desde hace más de 30 años. Los esfuerzos para establecer la influencia de esta actividad sobre la fauna bentónica no han sido concluyentes; sin embargo, se presume del impacto en los alrededores de la zona de explotación debido a que se han detectado concentraciones importantes de materia orgánica, metales pesados e hidrocarburos (Rosales *et al.*, 1994)

### Materiales y Métodos

El presente capítulo representa una integración de la información hasta ahora obtenida acerca de la composición y estructura los poliquetos de la Bahía de Campeche, como una forma de dar a

conocer el tipo de estudios ecológicos que se han llevado a cabo en la zona con este grupo de anélidos y sus alcances.

Los estudios en los cuales se basa esta integración, se realizaron en el marco de 11 campañas oceanográficas realizadas entre 1988 y 2006 a bordo del B/O Justo Sierra de la UNAM. Los resultados del análisis de la estructura comunitaria y del método ABC se basaron en datos obtenidos de las campañas denominadas IMCA (1 a 4) y DINAMO (1 a 4), mientras que los análisis del AMBI se procesaron con datos de las campañas SGM (6 a 8). Son muestreos realizados en la plataforma continental de la Bahía de Campeche en profundidades de entre 15 y 200 m (Figura 1).

El muestreo se realizó con una draga Smith-McIntyre (0.1 m<sup>2</sup>) y un nucleador de caja tipo Reineck (0.25 m<sup>2</sup>); el macrobentos se filtró a través de un tamiz con malla de 0.5 mm, se fijó con formaldehído al 10% y se identificó taxonómicamente hasta el nivel específico con claves especializadas. Los ejemplares fueron colocados en alcohol y se depositaron en la colección del laboratorio de Ecología y Biodiversidad de Invertebrados del ICMYL-UNAM

En paralelo a los muestreos biológicos se registraron datos de parámetros ambientales como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en agua de fondo, así como tamaño y textura de sedimento (% lodo, arena y grava), materia orgánica (C) del sedimento, y en algunas campañas, metales pesados e hidrocarburos. Para el análisis de estructura comunitaria se consideraron datos de densidad (ind. dm<sup>-3</sup>), riqueza de especies y diversidad de Shannon.

La importancia de las especies, en términos de frecuencia y abundancia (densidad), se obtuvo mediante la Prueba de Olmstead y Tukey (Sokal & Rohlf, 1995) que resulta en cuatro cuadrantes que caracterizan a las especies en Raras (poco abundantes, poco frecuentes), Comunes (poco abundantes pero frecuentes), Estacionales (abundantes pero poco frecuentes) y Dominantes (abundantes y frecuentes).

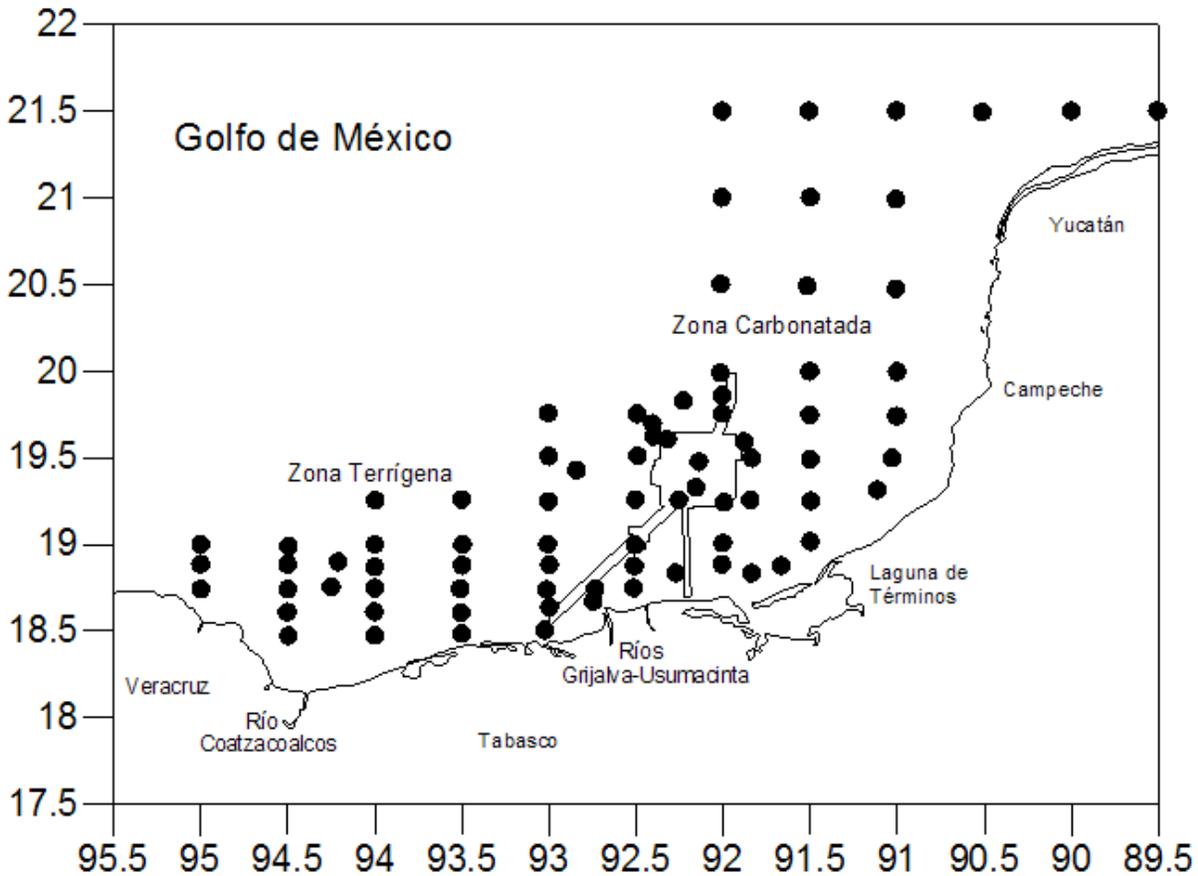


Figura 1.- Esquema general que representa el muestreo general en el área de estudio.

La calidad ecológica del ambiente bentónico en la región, se estudió desde dos aproximaciones, una con el Método de las Curvas de Abundancia/Biomasa, ABC (Warwick, 1986), las cuales se valoraron gráficamente en los tres niveles de perturbación de acuerdo con su comportamiento (sin perturbación, perturbación moderada y perturbada). De acuerdo con Agard *et al.* (1993) para ambientes tropicales, se consideraron dos niveles adicionales (perturbación ligera y muy perturbada). Con base en ello, se busca evaluar la condición de estrés natural, físico, biológico e inducido de un sitio. El método se ha usado en la región petrolera con datos sólo de poliquetos (Granados-Barba, 2001).

La otra aproximación de la evaluación de la calidad ambiental o ecológica en la región fue el Índice Biótico Marino de AZTI (AMBI, por sus siglas en inglés), propuesto por Borja *et al.*, (2000; 2003), el cual provee una clasificación de

perturbación que representa la salud de la comunidad bentónica del sitio analizado (Grall & Glémarec, 1997). Se ha aplicado para evaluar impactos como alteraciones físicas del hábitat y adición de metales pesados (Borja *et al.*, 2003; Muxika *et al.*, 2005). Se basa en el paradigma de Pearson & Rosenberg (1978) que enfatiza la influencia del enriquecimiento orgánico sobre la estructura comunitaria del bentos, y considera la distribución de la abundancia (densidad) de cada especie, para uno de cinco grupos de acuerdo con la sensibilidad de éstas al estrés (Grall y Glémarec, 1997): 1) Sensibles, 2) Indiferentes, 3) Tolerantes, 4) Oportunistas de Primer Orden, y 5) Oportunistas de Segundo Orden, para relacionarlo con la detección de localidades perturbadas y no perturbadas. Se usó el programa "AMBI" (vers. 4.0) (programa y lista de especies asignadas disponible en [www.azti.es](http://www.azti.es)).

## Resultados y Discusión

### Estructura Comunitaria

#### Composición general

Cuando se analiza el macrobentos de la Bahía de Campeche, el grupo mejor representado es el de los anélidos poliquetos, que han sumado hasta el 77% del total de la abundancia (densidad) y hasta el 71% de las especies identificadas. Este es un comportamiento previamente observado en otros estudios en la región (Hernández-Arana, 1995; Sánchez-García, 1995) en la mayoría de los fondos marinos donde este grupo puede representar del 36 al 70% del total de la abundancia y del 25 al 65% de la riqueza de especies. Por estos motivos, se considera que sus patrones ecológicos reflejan los de la totalidad de la fauna bentónica en general (Knox 1977, Glasby y Read 1998).

En esta región, con estos estudios, se cuentan 44 familias y 322 especies de poliquetos, que representan cerca del 72% y 38%, respectivamente, de lo registrado en el Golfo de México de acuerdo con Fauchald *et al.* (2009); entre estas especies se incluyen al menos 22 que son potencialmente nuevas para la ciencia y se cuenta con registros de nuevas especies con localidad tipo en la zona como *Ophiogoniada lyra* (Granados-Barba y Solís-Weiss, 1997), *Syllis papillosus* Tovar-Hernández *et al.*, 2002 y *Paraprionospio yokoyamai* Delgado-Blas, 2004, lo cual evidencia el estado del conocimiento taxonómico del grupo y su elevada biodiversidad en la región, razones que justifican continuar estudiándolos.

En el nivel de familia destacan, por su predominio, Nephtyidae, Spionidae, Lumbrineridae Capitellidae, Onuphidae y Cossuridae, ya que son importantes en densidad y biomasa, constituyendo las familias dominantes representativas de los sustratos blandos del área de estudio y, con ello, de la plataforma continental del Golfo de México (Miranda, 1993; Rodríguez-Villanueva, 1993; Domínguez-Castanedo, 2004; Rojas-López, 2004). A pesar de ello, estas familias se ven afectadas de diferente manera con la temporalidad; Nephtyidae, Lumbrineridae y Spionidae disminuyen su importancia durante la temporada de secas (como ocurre en casi el 50% de las familias recolectadas), mientras que los

Cossuridae puede ser la familia numéricamente más importante en dicha temporada. La proporción general de familias recolectadas es similar en lluvias y secas; sin embargo, Chaetopteridae, Eulepethidae y Pectinariidae están generalmente ausentes en lluvias, y Acoetidae, Longosomatidae y Poecilochaetidae lo están en secas.

Hay familias que son importantes por su biomasa pero no por su densidad, como Polynoidae, Glyceridae, Amphinomidae Trichobranchidae y Chaetopteridae, mientras que Paraonidae y Cossuridae son importantes en densidad pero poco relevantes en biomasa. Destacan Chaetopteridae que es rara pero, debido a su talla, tiene una contribución importante en biomasa, y Cossuridae que es abundante numéricamente pero de talla pequeña.

En el nivel de especie, con los resultados del análisis de la Prueba de Olmstead y Tukey en el tiempo, se hizo una clasificación de especies en función de su importancia temporal, espacial y global, a partir de la cual las especies se pudieron clasificar en 11 categorías generales (Tabla 1). Cuando se revisa esta categorización, se encuentra que la mayoría de las especies recolectadas en la región son especies raras con distribución restringida, y especies comunes con amplia distribución que en conjunto han alcanzado el 42% del total muestreado, predominando las categorías ERCDR con 35 especies (24%), y ECCAD con 26 especies (18%); mientras que las especies ocasionales de distribución reducida y restringida aparecen con 4%, el menor, con las categorías EORD y EODR. Asimismo, hay 20 especies dominantes (14%), con un alto porcentaje de dominancia ocasional es decir, que no dominan en todas las temporadas del año, lo que fundamenta el efecto de la temporalidad y la importancia en los reemplazos de especies en función de condiciones ambientales cambiantes. son sólo en los sedimentos terrígenos, mientras que *F. trilobata* y *A. maculata* lo son sólo en los sedimentos carbonatados.

Considerando la temporalidad, *P. yokoyamai* se mantiene importante en todas las temporadas de muestreo y *C. delta* es trascendente en secas, pero disminuye considerablemente en lluvias.

Tabla 1- Categorías obtenidas para la Prueba de Olmstead y Tukey. s= secas; ll= lluvias.

- 1.- EDCAD: Especie Dominante Constante de Amplia Distribución:** Son especies dominantes en términos de abundancia y frecuencia que se sitúan por arriba del promedio de la frecuencia de aparición y de la abundancia en el muestreo en general.
- 2.- EDOAD (s/ll) Especie Dominante Ocasional de Amplia Distribución:** Son especies dominantes en términos de abundancia y frecuencia en general, pero son poco abundantes durante una temporada del año.
- 3.- EOAD (s/ll): Especie Ocasional de Amplia Distribución:** Son especies comunes que se distribuyen ampliamente, pero con poca abundancia; sin embargo, llegan a ser dominantes en una temporada del año.
- 4.- EORD (s/ll): Especie Ocasional de Reducida Distribución:** Son especies generalmente poco frecuentes, muy abundantes en una temporada del año, pero son raras en otra.
- 5.- EODR (s/ll) Especie Ocasional de Distribución Restringida:** Son especies abundantes y poco frecuentes en general, pero son dominantes en una temporada del año y ausentes en otra.
- 6.- ECCAD Especie Común Constante de Amplia Distribución:** Son especies comunes ampliamente distribuidas, pero con poca abundancia durante todo año.
- 7.- ECRD (s/ll) Especie Común de Reducida Distribución:** Son especies comunes que se distribuyen ampliamente, con poca abundancia en general, pero son raras en una temporada del año.
- 8.- ERC Especie Rara Constante:** Son especies raras que aparecen con muy poca abundancia y frecuencia durante todo el año. Se sitúan debajo de las medias de la frecuencia de aparición y de la de abundancia del muestreo en general.
- 9.- EROAD (s/ll) Especie Rara Ocasional de Amplia Distribución:** Son especies generalmente raras, con poca abundancia y frecuencia; sin embargo, son comunes en una temporada del año.
- 10.- ERODR (s/ll) Especie Rara Ocasional de Distribución Restringida:** Son especies generalmente raras, con poca abundancia y frecuencia; sin embargo, son comunes en una temporada del año y ausentes en otra.
- 11.- ERCDR (s/ll) Especie Rara Constante de Distribución Restringida:** Son especies con poca abundancia y frecuencia, están ausentes en una temporada del año.

Finalmente, *F. trilobata* es importante en la temporada de nortes, particularmente en las zonas someras de los sedimentos carbonatados.

En otros aspectos, es de notar el patrón oportunista de especies como *Leiocapitella* sp. 1 y *Aphelochaeta* sp. 1 que, en algunos sitios específicos, alcanzan máximos de densidad que, además, son coincidentes con una disminución de la especie dominante.

A pesar de que la composición de especies dominantes es similar en ambas provincias, poseen una composición específica diferente, existiendo un 32% de especies que son comunes para ambas zonas.

#### Densidad, riqueza y diversidad

Los valores de los parámetros estructurales muestran, en general, una distribución geográfica irregular en la plataforma continental de la Bahía de Campeche, con núcleos que concentran densidad, riqueza y/o diversidad en sitios particulares someros asociados a descargas de aguas continentales. Estos parámetros, a su vez, se ven afectados por la profundidad cuando ésta se incrementa, y por la temporalidad, aunque en este último caso se afectan de manera diferente hacia el oeste que hacia el este de la región (ver esquemas generales en Figuras 2 a 4).

La tendencia general es que exista una mayor concentración de organismos y especies hacia el este de la bahía en la región carbonatada, y en los estratos someros, y que ésta disminuya conforme se avanza hacia el oeste en la región terrígena o se incrementa la profundidad. De manera general, hay más densidad y biomasa en zonas someras (15-30 m) de la plataforma continental, y decrecen conforme la profundidad aumenta hacia el talud, lo cual es un comportamiento previamente observado en la zona (Sánchez-García, 1995; Hernández-Arana, 1995). Esta tendencia es menos clara en la región terrígena por los contrastes que

se observan en las zonas someras donde la variabilidad ambiental debida a la mezcla de sedimentos y a la descarga de aguas fluvio-lagunares, está representando un papel relevante.

Cruz *et al.* (1991) concluyeron que la heterogeneidad ambiental que propician las plumas de los ríos, influye sobre la comunidad de moluscos, afectando su estructura y alterando sus procesos. Lo anterior también se ha documentado en el norte del Golfo de México (Flint, 1981; Fitzhugh, 1984) considerando la importancia de los efectos de la descarga de las aguas del Río Mississippi sobre las variables ambientales de la columna de agua y del sedimento del estrato somero en sus zonas adyacentes e, incluso, detectaron una asociación particular de poliquetos relacionada con la pluma del río. En el sur del Golfo de México, Vázquez-Bader (1996) concluye que las comunidades de dicho estrato están determinadas por el tipo de sedimento.

En cuanto a la temporalidad, los valores de densidad son mayores en la temporada de lluvias que en la de secas, y aún menores en la de nortes; sin embargo, en cuanto a riqueza de especies, los valores más altos a nivel global se registran en la temporada de secas. La diferencia entre temporadas es obvia y contrastante en zonas someras y se va atenuando el contraste conforme la profundidad se incrementa hasta los 100 m. En todos los casos, los valores más altos se registran hacia la región carbonatada. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la temporalidad sobre los parámetros estructurales cuyos efectos, que son obvios en el estrato somero, se alcanzan a detectar hasta los 70 m. Particularmente, las descargas continentales hacen que los efectos sean contrastantes ya que ocurren sólo en la región terrígena y afectan mayormente el estrato más somero (15 m). Al respecto, González-Macías (1997) encuentra diferencias en la densidad de organismos atribuibles a la estacionalidad (mayor densidad en verano que en invierno).

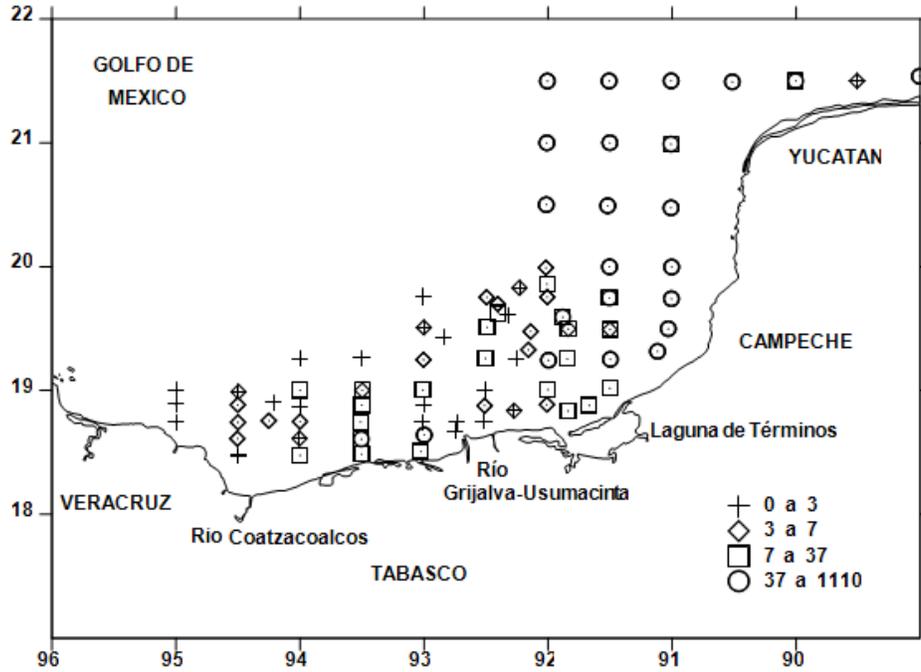


Figura 2.- Esquema general de la distribución de la abundancia en el área de estudio.

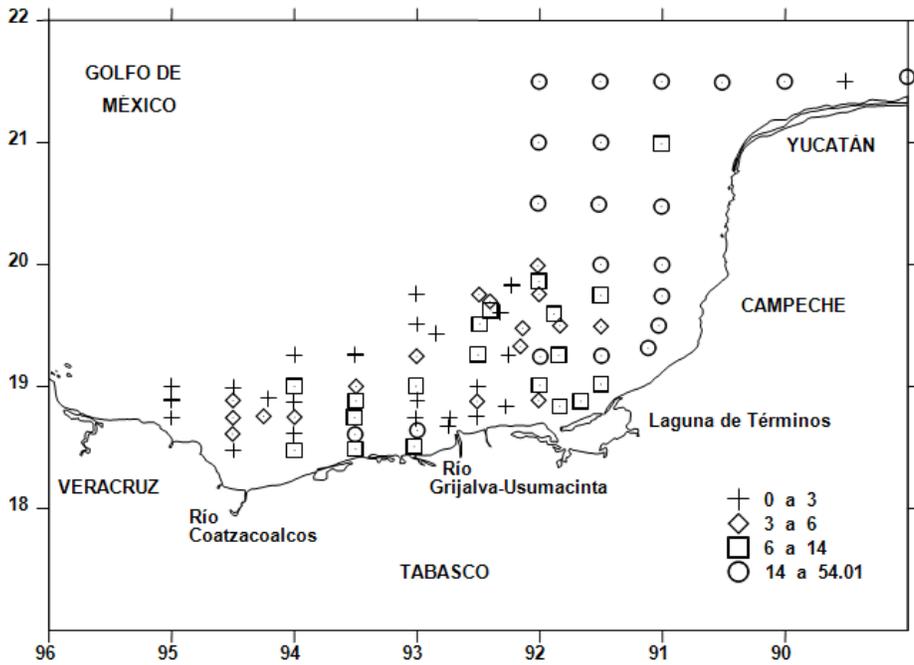


Figura 3.- Esquema general de la distribución de la riqueza específica en el área de estudio.

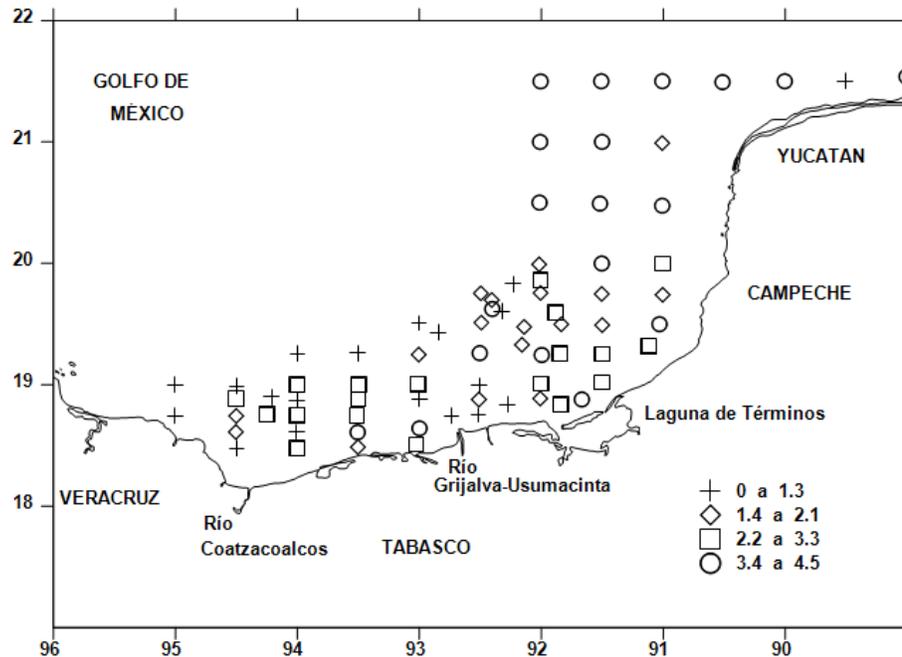


Figura 4.- Esquema general de la distribución de la diversidad en el área de estudio.

Fitzhugh (1984) en el norte del Golfo de México, registra tendencias temporales diferentes que se relacionan con el grado de variabilidad en el gradiente batimétrico; es decir que con el incremento en profundidad, la variación temporal en la densidad (y diversidad) de poliquetos decrece. Enfatiza el patrón observado en el estrato más somero (12-13 m), en el cual hay una tendencia al incremento en las poblaciones en primavera, mismas que declinan en verano para incrementar sus valores en invierno.

Para la Bahía de Campeche, Soto y Escobar (1995) registran una biomasa bentónica mayor en la temporada de lluvias que en la de secas, con altos valores en las estaciones cercanas a las descargas fluviales del Grijalva-Usumacinta, mismos que decrecen hacia la Laguna de Términos, conforme la profundidad se incrementa y conforme se ubican más lejos de la costa, lo cual, de manera general, fue observado en la zona de estudio considerando solamente a los poliquetos.

La distancia a la costa de las localidades en una y otra región también se relaciona ya que, por la disposición geográfica y extensión de la plataforma continental, las localidades del oeste, a igual profundidad, están más cerca de la costa que las del este. Rowe (1983) enfatiza que, en algunas

ocasiones, la distancia a la costa tiene un efecto importante, incluso mayor que la profundidad, por lo que habría que considerar las características particulares de cada región. Al respecto, Alongi (1990) indica que los escasos estudios en zonas tropicales versan más sobre los efectos distales que los proximales.

Los valores de diversidad registrados para poliquetos, para mismas temporadas, son más altos que los registrados para ostrácodos (1.2-2.77 en secas, y 1.49-3.02 en lluvias) por Esparza (1992); son más bajos que los que Hernández-Arana (1995) y Sánchez-García (1995) para la comunidad bentónica del Banco de Campeche en general (2.5-5.2), lo cual es indicativo de la alta diversidad que puede representar el grupo de poliquetos en el bentos de la región.

Actualmente, a menos que exista otro efecto físico adicional extraordinario que esté relacionado, la profundidad (por efecto de la presión y el efecto indirecto en la salinidad y temperatura) y el tipo de sedimento (por el efecto del tamaño de grano y composición) son los factores más importantes involucrados en el establecimiento y desarrollo de la macrofauna bentónica (Agard *et al.*, 1993). Ello sucede en la Bahía de Campeche, en donde diferentes grupos bentónicos han registrado

valores más altos de densidad y diversidad en la plataforma interna, siguiendo el gradiente sedimentario de terrígenos a carbonatados de la región (Esparza, 1992; Sánchez-García, 1995; Hernández-Arana, 1995; Vázquez-Bader, 1996). También es el caso de los poliquetos de la plataforma continental del Golfo de México (Flint, 1981; Fitzhugh, 1984; Miranda, 1993; Rodríguez-Villanueva, 1993; Solís-Weiss *et al.*, 1994; 1995; Granados-Barba, 2001).

### Calidad Ecológica del Ambiente Bentónico

La región ha sido sujeto de estudios dirigidos a evaluar el impacto ambiental ocasionado por la actividad petrolera. Para ello, se ha relacionado la presencia de hidrocarburos del petróleo con cambios en las comunidades faunísticas; sin embargo, no se ha encontrado un patrón definido en la distribución de organismos que pueda relacionarse directamente con la presencia de hidrocarburos (Ortiz, 1990; Sánchez-García, 1995). No obstante, se han encontrado especies de poliquetos que se establecen en zonas de afloramientos naturales o “chapopoterías” (González-Macías, 1989) o de nematodos en los que los hidrocarburos son un factor importante en su distribución y abundancia (De Jesús, 1993). Paradójicamente, a pesar de que la actividad petrolera es intensa, los resultados de las evaluaciones sólo muestran impactos que van de “ligeros” a “moderados” (Ortiz, 1990; Sánchez-García, 1995; Granados-Barba, 2001). Es necesario considerar que el sur del Golfo de México presenta una dinámica oceánica compleja con perturbaciones de tipo natural como, tormentas tropicales, huracanes y “nortes”, lo cual modifica los patrones de descargas de aguas continentales a lo largo del año, es decir, los aportes de materia orgánica y la circulación en la zona. Esta dinámica complica el poder diferenciar los efectos de estas perturbaciones naturales de las antrópicas. Sin embargo, a pesar de que los estudios de impacto se basan en la respuesta de los organismos al incremento de la materia orgánica, algunos métodos han mostrado ser sensibles a las perturbaciones de tipo antrópico.

### Curvas Abundancia-Biomasa ABC

Warwick (1986) sugiere que la transición de una situación sin perturbación a una situación de perturbación corresponde a la desaparición de especies de talla grande que, bajo una condición sin disturbio, son dominantes en términos de biomasa pero no en número; mientras que la transición de una situación de perturbación moderada a una de muy perturbada corresponde con un incremento, en número, de las especies pequeñas que son tolerantes a la contaminación pero que no son dominantes en términos de biomasa.

Los resultados obtenidos en lo general (Granados-Barba, 2001), indican que el nivel de perturbación que se detectó en la región fue de sin perturbación a perturbación moderada, con pocos sitios ligeramente perturbados y aún menos los sitios perturbados. En lo particular, los resultados fueron también consistentes con la distribución de la concentración de bario, metal que es usado en forma de barita durante la perforación y que fue indicativo de la perturbación inducida (no natural).

Sitios con bajas concentraciones de bario presentan niveles bajos de perturbación, mientras que sitios con altas concentraciones de bario presentan niveles altos de perturbación; de hecho, el sitio con la más baja concentración de bario resultó ser el menos perturbado (en principio se propuso como sitio de referencia). Cuando la perturbación es natural, también se encontraron resultados consistentes, los sitios someros (15-30 m) registran un grado de perturbación predominantemente moderado, siendo menos obvio en la temporada de secas que en la de lluvias donde, inclusive, se alcanzan niveles perturbados producto de las descargas de aguas continentales. Otro hecho es que los sitios ubicados hacia el oeste de la región (sonda) registran perturbación moderada, mientras que los ubicados hacia el este (banco) registran la categoría de sin perturbación.

Los resultados del método ABC considerando dos temporadas (lluvias y secas), en tres años, permiten indicar que los poliquetos brindan buena señal con este método ya que fueron consistentes con evaluaciones previas (Ortiz, 1993; Sánchez-García, 1995) utilizando otros métodos en los que las concentraciones de hidrocarburos se

consideraron dentro de los límites de “no-contaminación”. Sánchez-García (1995), al relacionar dichas concentraciones con la fauna, no logró determinar un comportamiento definido, al menos de los poliquetos, con relación en la presencia de hidrocarburos en el estudio, haciendo patente que las comunidades bentónicas en la zona de estudio se encuentran bajo un nivel moderado de estrés. Incluso, la autora recomendó, para la región, utilizar sólo al grupo de anélidos poliquetos para detectar los cambios en la estructura comunitaria ya que, de manera general, obtuvo los mismos resultados que utilizando además a los crustáceos, moluscos, sipuncúlidos, braquiópodos y equiúridos.

### Índice Biótico Marino de AZTI (AMBI).

Los resultados obtenidos con el índice AMBI en la Bahía de Campeche (Figura 5), mostraron que los grupos ecológicos predominantes son: el II (especies indiferentes al estrés ambiental, siempre presentes en bajas densidades, con variaciones no significativas en el tiempo) desde el río Coatzacoalcos hasta el Grijalva-Usumacinta, con valores de AMBI de 1 a 3. En la zona de complejos petroleros, entre el Río Grijalva-Usumacinta y La Laguna de Términos, predomina el grupo ecológico IV (especies oportunistas de segundo orden) con valores de AMBI entre 2 y 4. En el Banco de Campeche (de la laguna de Términos a Puerto Progreso, Yucatán) se presentan con frecuencia los grupos ecológicos I a III (especies sensibles al estrés, indiferentes y tolerantes al estrés), con valores de AMBI de 0.23 a 3.34.

De este modo, en la provincia terrígena se diferencian dos zonas, una al este del Grijalva-Usumacinta, que presenta un estado ambiental no perturbado a ligeramente perturbado y otra en la zona de complejos petroleros, que tiene un estado ambiental ligeramente perturbado a moderadamente perturbado. En este caso, los valores de AMBI son superiores a los del grupo anterior, dado que predominan especies oportunistas de segundo orden (todas son poliquetos: cirratúlidos, capitélidos y espiónidos principalmente).

En la región carbonatada, el estado ambiental es no perturbado a ligeramente perturbado; no

obstante, hay una estación con un estado moderadamente perturbado que se sitúa al oeste de esta región, hacia la zona de complejos petroleros. Se observa un incremento en el porcentaje del grupo ecológico IV e incluso aparece el grupo ecológico V en las estaciones ubicadas al norte y oeste de los complejos petroleros. En esta zona se incrementa la inestabilidad ambiental al incrementarse la profundidad y alejarse de la protección de la costa. Asimismo, las especies oportunistas de segundo y primer orden incrementan en número (*Aphelochaeta* sp.1, *Aphelochaeta* sp.3, *Cirriformia* sp.A, *Cossura delta*, *Notomastus daueri*, *Paraprionospio yokoyamai*, *Prionospio* (M.) *delta*).

Se han encontrado sitios de acumulación de materia orgánica, hidrocarburos y metales como Cd, Co y Ni sobre la costa de la Península de Yucatán, lo que se ha atribuido a la circulación local prevaleciente de oeste a este sobre la costa (Sánchez-García, 1995; Domínguez-Castanedo, 2004) y al este de la zona de complejos petroleros. Estas acumulaciones pueden estar favoreciendo la presencia de especies oportunistas en la zona. Existe una correlación entre la distribución de los ensamblajes faunísticos de anélidos poliquetos y la presencia de metales pesados e hidrocarburos en esta región (Riqueza específica y diversidad correlación con Al y Pb,  $R^2= 0.42$ ;  $0.32$  respectivamente; diversidad correlación con los hidrocarburos aromáticos policíclicos  $p= 0.01$ ) (Domínguez-Castanedo, 2004; Rojas-López, 2004). El AMBI presentó una correlación positiva con las concentraciones de metales asociados con las actividades de exploración y extracción petrolera (AMBI correlación con Al y Ni,  $R^2=0.45$ ).

Los resultados con el AMBI son consistentes con los niveles de perturbación encontrados con las otras metodologías aplicadas en la Bahía de Campeche, donde la zona se encuentra en un estado no perturbado a moderadamente perturbado. Hacia la región carbonatada se presentan condiciones ambientales relativamente homogéneas que incluyen una plataforma comparativamente somera y llana, con sedimentos arenosos medios a gruesos y con la presencia de zonas arrecifales hacia el reborde continental que pueden estar representando barreras de protección ante eventos atmosféricos como nortes, tormentas o huracanes. Los factores que pueden

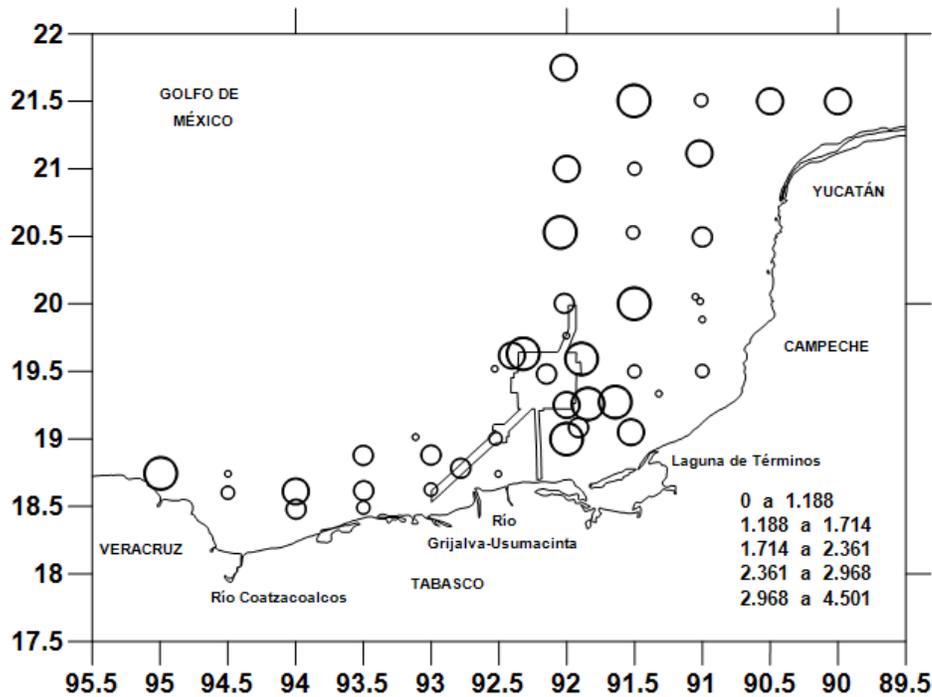


Figura 5.- Esquema general del de la distribución del AMBI en el área de estudio.

incrementar el grado de perturbación ambiental en la zona se relacionan con el estrés ambiental generado por la actividad antrópica, el aporte de sedimentos terrígenos y materia orgánica producto de las descargas continentales. Al respecto se observa la diferencia en cuanto al tipo y grado de perturbación, es decir, en la zona que se encuentra directamente en la desembocadura del río Grijalva-Usumacinta, el grado de perturbación es ligero, donde predomina el estrés por materia orgánica, y las especies presentes pertenecen a los grupos ecológicos III y IV. En cambio, en la zona este de los complejos petroleros el grado de perturbación es moderado, la concentración de materia orgánica es inferior a la encontrada en la desembocadura del río y la concentración de hidrocarburos y metales se incrementa, por lo que el estrés en este caso se ve generado por fuentes de tipo antrópico. Asimismo, el 45% del AMBI es explicado por metales como el aluminio y el níquel de forma significativa. Del mismo modo, al este de la zona

carbonatada, se encontraron valores elevados de cobalto, los cuales presentan correlación positiva con el AMBI, en una zona donde hay ausencia de descargas continentales, esta región tiene un grado de perturbación ligero, sin embargo se encuentra en el límite hacia el moderado y el origen es más claramente antrópico.

Es necesario continuar con las investigaciones y los monitoreos ambientales para coadyuvar al entendimiento de los procesos de perturbación y estrés en la región. La aplicación del AMBI se presenta como una excelente herramienta para la evaluación de la calidad ecológica del bentos; sin embargo, requiere de un trabajo taxonómico adecuado, particularmente del conocimiento de los anélidos poliquetos que es el grupo macrofaunístico predominante en el bentos, representando un papel fundamental en la aplicación del AMBI. En este caso de estudio, los poliquetos están presentes en todos los grupos ecológicos, habiendo desde especies sensibles

hasta oportunistas de segundo orden. En general, se encuentran en un porcentaje entre el 30 y 40% del total de organismos de los grupos ecológicos I y II, en un 50 a 60% del grupo III y más del 80% en los grupos IV y V. El AMBI, a diferencia de otros métodos, permite realizar análisis estadísticos más precisos con los parámetros ambientales y así obtener resultados más objetivos con respecto al origen de las perturbaciones en el ambiente.

### Consideraciones Finales

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian un gradiente de menor a mayor (en sentido oeste-este) de los parámetros estructurales (densidad, riqueza y diversidad), lo cual está relacionado principalmente con el gradiente sedimentario de materiales terrígenos a carbonatados. Dichos parámetros también se ven afectados conforme la profundidad aumenta y se relacionan con la variabilidad que propician las descargas fluviolagunares al influenciar las variables en la columna de agua y los sedimentos, afectando la composición y estructura de las comunidades bentónicas, mayormente las someras.

La temporalidad representa un papel importante con valores más altos en lluvias que en secas y nortes donde son aun menores; el efecto de la temporalidad es más evidente entre 15 y 30 m hacia la región terrígena. Existen puntos de menor contraste entre temporadas a los 70 m en la región terrígena y a los 50 m en la carbonatada; por debajo de estos puntos, el comportamiento es similar sin importar la zona estudiada, es decir, el efecto de la temporalidad no es obvio en el bentos.

La distancia a la costa de las localidades en toda la región también tiene relación ya que por la disposición geográfica y extensión de la plataforma continental, las localidades del oeste, a igual profundidad, están más cerca de la costa que las del este. Este aspecto, incluso, puede tener un efecto mayor que la profundidad sobre la estructura comunitaria, sobre todo cuando hay influencia antrópica en la zona costera adyacente.

La variación geográfica observada en los parámetros ambientales en la plataforma continental de la Bahía de Campeche, es

coincidente con la gran heterogeneidad de hábitat y de las condiciones ambientales presentes en la bahía.

Los resultados evidencian la relación entre la densidad y riqueza de especies con el tipo de sedimento; el hecho de que en sedimentos finos existan menos individuos y especies que en sedimentos medios y gruesos ha sido documentado ampliamente, incluso sólo considerando a los poliquetos (Fitzhugh, 1984). De acuerdo con Hernández-Arana (1995; 2003), en los fondos con sedimentos finos están involucrados diferentes parámetros que, como el espacio del poro disponible, el contenido de agua intersticial o la concentración de oxígeno disuelto, representan barreras para los organismos bentónicos limitando su número de especies e individuos. El tamaño de grano mayor propicia un mayor número de espacios intersticiales (los cuales pueden llenarse de agua y/o acumular materia orgánica) y representan un hábitat real para componentes faunísticos especializados. Además, las especies constructoras de madrigueras o semisésiles, dependen de la circulación del agua a través de los intersticios, por lo que el tamaño y forma del grano adquieren relevancia, sobre todo para especies constructoras de madrigueras o semisésiles que dependen de la circulación del agua a través de los intersticios (Méndez-Ubach *et al.*, 1986; Scaps *et al.*, 1998).

Los poliquetos bentónicos de la región sur del Golfo de México constituyen una fauna abundante y diversa que está sujeta a condiciones ambientales naturales en ocasiones severas, producto de procesos estacionales atmosféricos, oceanográficos e hidrológicos cuya intensidad y frecuencia son agentes importantes para su establecimiento. Aunado a éstas está la intervención antrópica producto de la explotación de los recursos naturales en la región, lo cual generalmente complica el entendimiento general del bentos en la región.

Esta fauna continúa representando una oportunidad para seguir estudiando y analizando la respuesta particular de las especies poliquetos ante las presiones que el ambiente les impone. Para ello, en conjunto con este tipo de estudios, es necesario considerar los hábitos alimenticios, patrones de reproducción y, mediante bioensayos,

determinar con mayor precisión si una especie está siendo afectada por determinada condición ambiental. Es importante establecer diseños de muestreo con mallas de estaciones que permitan establecer patrones de distribución más específicos y consistentes en cada una de las regiones.

En una primera aproximación, la aplicación del AMBI en la Bahía de Campeche, presenta resultados consistentes con otros métodos utilizados en la región, por lo que representa una herramienta útil para el entendimiento de los procesos de perturbación y estrés del bentos en la región; sin embargo, el AMBI requiere de un trabajo taxonómico adecuado, particularmente del conocimiento de los anélidos poliquetos que es el grupo macrofaunístico predominante en el bentos cuya relevancia en este tipo de estudios ha sido históricamente preponderante. En una segunda aproximación se aplican técnicas multivariadas donde se incluye el AMBI, y parámetros como la riqueza específica y la diversidad para obtener una clasificación del estado de calidad del ambiente (M-AMBI o Tasa de Calidad Ecológica) más preciso de la zona, definiendo el origen de las perturbaciones y con miras a establecer programas y medidas sustentables para la zona.

## Referencias

- Agard J, Gobin B & Warwick RM 1993 Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Mar Ecol Prog Ser* 92: 233-243.
- Alongi DM 1990 The Ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 28:381-496.
- Borja A, J Franco & V Pérez 2000 A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar Pollut Bull* 40(12): 1100-1114.
- Borja A, I Muxika & J Franco 2003 The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Mar Pollut Bull* 46: 835-845.
- Cruz FM, F Flores-Andolais & V Solís-Weiss 1991 Distribución de moluscos y caracterización ambiental en zonas de descarga de aguas continentales del Golfo de México. *An Inst Cienc Mar Limnol Univ Nal Autón México* 18(2): 247-259.
- Czitrom S, F Ruiz-Renteria, MA Alatorre-Mendieta & A Padilla-Pilotze 1986 Preliminary study of a front in the Bay of Campeche, Mexico. In: JC Nihoul (ed). *Marine Interfaces Ecohydrodynamics*. Elsevier Amsterdam, pp. 301-311.
- De Jesús A 1993 Distribución, abundancia y diversidad de los nematodos (Phylum: Nematoda) bénticos de la Sonda de Campeche, México. *Rev Biol Trop* 41(1): 57-63.
- Domínguez-Castanedo N 2004 Estructura comunitaria de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociados a sustratos blandos en el Banco de Campeche, México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias, UNAM: 89 pp.
- Domínguez-Castanedo N, R Rojas-López, V Solís-Weiss, P Hernández-Alcántara & A Granados-Barba 2007 The use of higher taxa to assess the benthic conditions in the southern Gulf of Mexico. *Mar Ecol* 28(1): 161-168.
- Esparza L 1992 Variación estacional de la macrofauna de ostrácodos de la zona de plataformas petroleras del Sur del Golfo de México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias UNAM: 92 pp.
- Fauchald K, A Granados-Barba & V Solís-Weiss 2009 Polychaeta (Annelida) of the Gulf of Mexico. Chpt. 35. In: Felder DF & DK Camp (eds) *Gulf of Mexico - Its Origins, Waters and Biota*-. Vol Biota. Texas A&M Univ Press, Coll Sta Texas. 1312 pp.
- Fitzhugh K 1984 Temporal and spatial patterns of the polychaete fauna on the central Northern Gulf of Mexico continental shelf In: Hutchings PA (ed) *Proceedings First International Polychaetes Conference Sydney*. The Linn Soc New South Wales Australia, pp 211-225.
- Flint RW 1981 Gulf Mexico outer shelf benthos: Macroinfaunal-environmental relationships. *Biol Ocean* 1(2): 135-155.
- Flores-Coto C, R Martínez-Gutiérrez, M Gonzáles-Felix, L Sanvicente & F Zavala-García 2000 Annual variation of ichthyoplankton assemblages in neritic waters of the southern Gulf of México. *Carib J Sci* 36(3-4): 233-243.

- Giangrande A 1997 Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: An overview. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 35: 323-386.
- Glasby CJ & G Read 1998 Polychaete worms: a diverse yet poorly known group. *Water & Atmosphere* 6(4): 7-9.
- González-Macías MC 1989 Las comunidades bentónicas y su relación con afloramientos naturales de hidrocarburos en el Golfo de México: Crucero Chapo I. *Univ y Ciencia* 6(11): 17-28.
- González-Macías MC 1997 Análisis de la comunidad bentónica en una chapopotera del Golfo de México y sus relaciones con la presencia crónica de hidrocarburos del petróleo. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias UNAM: 114 pp.
- Grall J & M Glémarec 1997 Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuar Coast Shelf Sci* 44: 43-53.
- Granados-Barba A 2001 Los anélidos poliquetos de la región petrolera del suroeste del Golfo de México: Estructura comunitaria e impacto ambiental. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias UNAM, pp 149.
- Granados-Barba A & V Solís-Weiss 1997 The polychaetous annelids from oil platforms areas in the southeastern Gulf of Mexico: Phyllococidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae and Pilargidae, with description of *Ophioglycera lyra* new species, and comments on *Goniada distorta* Moore and *Scoloplos texana* Maciolek & Holland. *Proc Biol Soc Wash* 110(3): 457-470.
- Hernández-Arana HA 1995 El concepto de suficiencia taxonómica aplicado a comunidades bénticas tropicales. Tesis Maestría CINVESTAV-IPN-Mérida: 204 pp.
- Hernández Arana HA 2003. Influence of natural and anthropogenic disturbance on the soft-bottom macrobenthic community of the Campeche Bank, Mexico. School of Biological Sciences, Faculty of Sciences, University of Plymouth: 218.
- Hernández Arana HA, MJ Atrill, R Hartley & G Gold Bouchot 2005. Transitional carbonate-terrigenous shelf sub-environments inferred from textural characteristics of surficial sediments in the Southern Gulf of Mexico. *Continental Shelf Res* 25: 1836-1852.
- Knox GA 1977 The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities. In: Reish DJ & K. Fauchald (eds) *Essays on the polychaetous annelids on the memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock Found. Univ South Cal, Los Angeles, pp 547-604.
- Méndez-Ubach MN, V Solís-Weiss & A Carranza-Edwards 1986 La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos: Estudio de playas en el estado de Veracruz. *An Inst Cienc Mar y Limnol Univ Nal Autón México* 13(3): 45-56.
- Méndez-Ubach N 1997 Polychaetes inhabiting soft bottoms subjected to organic enrichment in the Topolobampo Lagoon complex, Sinaloa, Mexico. *Oceánides* 12(2): 79-88.
- Miranda LA 1993 Estudio de las comunidades de poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Plataforma Continental externa del Sur del Golfo de México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias UNAM: 148 pp.
- Muxika I, A Borja & W Bonne 2005 The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecol Ind* 5(1): 19-31.
- Ortiz MC 1990 Los poliquetos de la Sonda de Campeche y Canal de Yucatán. Su relación con los hidrocarburos. Tesis Maestría CINVESTAV-IPN-Mérida: 99 pp.
- Pearson TH & R Rosenberg 1978 Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16: 229-311.
- Raman AV & PN Ganapati 1983 Pollution effects on ecobiology of benthic polychaetes in Visakhapatnam Harbour (Bay of Bengal). *Mar Pollut Bull* 14: 46-52.
- Rodríguez-Villanueva LV 1993 Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental interna del sur del Golfo de México; abundancia, distribución y diversidad. Tesis Profesional Facultad de Ciencias UNAM: 128 pp.
- Rodríguez-Villanueva V, R Martínez-Lara & V Díaz-Castañeda 2000 Structure and composition of the benthic polychaete families in Bahía de Todos Santos, Baja California, Mexico. *Bull Mar Sci* 67(1): 113-126.
- Rojas-López R 2004 Los Anélidos Poliquetos Asociados a Sustratos Blandos de la Bahía de Campeche, Golfo de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM: 89 pp.
- Rosales-Hoz L, A Carranza, S Santiago, C Méndez & R Doger 1994 Study of anthropogenically induced trace metals on the continental shelf in the southeastern part of the Gulf of Mexico. *Rev Int Cont Ambient* 10(1): 9-13.

- Rowe GT 1983 Biomass and production of the deep-sea macrobenthos In: GT Rowe (ed) Deep Sea Biology The Sea, Vol. 8. Wiley-Interscience Pub: 97-121 pp.
- Salas de León, DA, MA Monreal-Gómez, L Sanvicente & C Flores-Coto 1998 Influence de la circulation à long terme sur la répartition des organismes zooplantoniques dans la Baie de Campeche, Mexique. *Oceanol Acta* 21(1): 87-93.
- Sánchez-García L 1995 Efecto de los hidrocarburos del petróleo sobre la taxocenosis béntica dominante del Banco de Campeche, México. Tesis Maestría CINVESTAV-IPN-Mérida: 178 pp.
- Scaps P, S Brenot, C Retiere & G Desrosiers 1998 Space occupation by the polychaetous annelid *Perinereis cultrifera*: An influence of substratum heterogeneity and intraspecific interactions on burrow structure. *J Mar Biol Ass UK* 78: 435-449.
- Sokal RR & FJ Rohlf 1995 *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 3rd ed WH Freeman & Co, N.Y.: 887 pp.
- Solís-Weiss V, V Rodríguez-Villanueva, A Granados-Barba, V Ochoa-Rivera, L Miranda & P Hernández-Alcántara 1994 Annelid polychaete populations of the order Eunicida from the Southern Gulf of Mexico. *Mém Mus Natl Hist Nat* 162: 559-566.
- Solís-Weiss V, A Granados-Barba, V Rodríguez-Villanueva, L Miranda, V Ochoa-Rivera & P Hernández-Alcántara 1995 The Lumbrineridae of the continental shelf in the Mexican portion of the Gulf of Mexico. *Mitt Hamb Zool Mus Inst* 92: 61-75.
- Soto LA & E Escobar 1995 Coupling mechanisms related to benthic production in the SW Gulf of Mexico In: A Eleftheriou, AD Ansell, CJ Smith *et al.* (eds) *Biology and ecology of shallow coastal waters*. 28 EMBS Symposium Crete Greek Publ Olsen & Olsen Denmark: 234-242 pp.
- Tovar-Hernández MA, A Granados-Barba & V Solís-Weiss 2002 *Typosyllis papillosus*, a new species, (Annelida: Polychaeta: Syllidae) from southwestern Gulf of Mexico. *Proc Biol Soc Wash* 115(4):760-768.
- Vázquez-Bader AR 1996 Comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el suroeste del Golfo de México. Tesis Doctoral UACPyP-CCH UNAM: 279 pp.
- Warwick RM 1986 A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar Biol* 92: 557-562.



# 57. Caracterización de zonas impactadas por actividades antropogénicas a través del estudio de las comunidades de poliquetos

Nuria Méndez-Ubach

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Mazatlán, nuri@ola.icmyl.unam.mx

## Introducción

En la actualidad una gran parte de los aportes de materia orgánica a los ambientes marinos procede de fuentes alóctonas de origen antropogénico que ejercen un impacto ecológico importante, ya que pueden actuar como agentes perturbadores, afectando la estructura y dinámica de las comunidades bentónicas. El exceso de materia orgánica (enriquecimiento) proveniente de desechos domésticos es uno de los contaminantes que más afecta a la fauna bentónica marina litoral (Gray 1981), debido a que produce cambios en la abundancia, en la biomasa y en la riqueza específica (Pearson & Rosenberg 1978; Hily 1983; Bellan 1985; Warwick *et al.* 1987; Ros & Cardell 1992; Méndez *et al.* 1998). De acuerdo con Bachelet (1976), el contenido de materia orgánica en zonas no degradadas fluctúa entre 0.5 y 5%, mientras que López-Jamar (1981) ha considerado que sedimentos con 15% de materia orgánica o más son típicos de zonas contaminadas.

Los vertidos de aguas residuales con elevada carga orgánica producen una progresiva eutrofización del medio. Así, existe un incremento en la demanda de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica depositada sobre el fondo, lo que produce anoxia en el sedimento superficial y la liberación de ácido sulfhídrico por las bacterias sulfato-reductoras. En una primera fase, la eutrofización del medio determina un incremento en el número de individuos y en la biomasa de las comunidades bentónicas; sin embargo, cuando es muy intensa, los fondos se vuelven anóxicos y la mayoría de las especies tiende a desaparecer, de manera que sólo permanecen las más resistentes, o bien son sustituidas por especies oportunistas

que son típicas de fondos enriquecidos (Pearson y Rosenberg 1978).

El análisis de las perturbaciones marinas puede realizarse a través del seguimiento, en el tiempo y espacio, de organismos indicadores que han sido utilizados para caracterizar los factores ambientales del entorno. De acuerdo con Pearson & Rosenberg (1978) y Reish (1988), algunos organismos bentónicos habitantes de los fondos blandos pueden ser excelentes indicadores de enriquecimiento orgánico. Entre ellos destacan los poliquetos (complejo de especies de *Capitella capitata*, *Polydora* spp) y algunos gasterópodos (*Hydrobia* sp.). El grupo de los poliquetos es uno de los más convenientes para realizar estudios de contaminación, ya que constituyen cerca del 40% del número de especies y número de individuos de fondos blandos, además de encontrarse en todas las latitudes y profundidades. Warwick & Clarke (1993) han demostrado también la importancia de los oligoquetos en ambientes estresados.

En la actualidad existen diferentes métodos estadísticos para describir o evaluar las perturbaciones marinas. En este mismo libro, Granados-Barba *et al.* (2009) presentan una recopilación actualizada sobre el uso de los poliquetos en este contexto, así como su problemática. Sin embargo, desde hace más de una década, los estudios de Glémarec & Hily (1981), Hily (1983), Hily *et al.* (1986) y Hily & Glémarec (1990) con poliquetos de las costas de Bretaña (Francia) han sido cruciales en la clasificación de las especies indicadoras de acuerdo con su grado de sensibilidad a los incrementos de materia orgánica a través de

gradientes. Ellos proponen cinco categorías: 1) "especies sensibles" a alteraciones de tipo orgánico que proliferan en condiciones normales (sabélidos, eunícidos, poeciloquétidos); 2) "especies indiferentes" a la contaminación (carnívoros siempre presentes en densidades bajas, tales como neréididos, néftidos y glicéridos); 3) "especies tolerantes" a excesos de materia orgánica que desaparecen durante una perturbación y, posteriormente, reaparecen con densidades altas (espiónidos, capitélidos); 4) "especies oportunistas de segundo orden", detritívoros de tallas pequeñas que proliferan en condiciones degradadas (cirratúlidos, espiónidos, capitélidos); 5) "especies oportunistas de primer orden", detritívoros con altas densidades en medios anóxicos (complejo de especies de *C. capitata*, *Malacoceros fuliginosus*).

La caracterización de zonas afectadas por un gradiente de contaminación orgánica puede llevarse a cabo mediante el análisis de la evolución del número de especies, abundancia y biomasa a través del espacio y el tiempo. Dichos descriptores siguen una pauta general que ha sido tipificada por Pearson & Rosenberg (1978), donde pueden distinguirse cuatro zonas dependiendo de los diferentes grados de contaminación: "zona azoica", "zona contaminada", "ecotono" o "zona de transición" y "zona normal" o "no contaminada". Algunos de los estudios pioneros donde se caracterizan zonas con diferentes grados de contaminación corresponden a Reish (1959) y a Bellan (1967a,b), quienes clasificaron los fondos de acuerdo con especies indicadoras de diferentes grados de perturbación en fondos orgánicamente enriquecidos de Los Ángeles, y Marsella, respectivamente. Ambas clasificaciones son equivalentes, a pesar de que la mayoría de las especies difiere debido a las diferentes condiciones ambientales de las dos zonas. El primer autor describe los fondos "saludable", "semi-saludable I", "semi-saludable II", "contaminado" y "muy contaminado", mientras que el segundo distingue las zonas "normal", "subnormal", "contaminada" y de "contaminación máxima". En ambas clasificaciones, la penúltima categoría se caracteriza por la dominancia de *C. capitata*, mientras que la en última categoría, la zona está desprovista de macrofauna.

De acuerdo con Grassle & Grassle (1974), Gray & Mirza (1979), Gray (1981) y Tsutsumi (1987), entre otros, las comunidades bentónicas de áreas muy contaminadas presentan diversidades muy bajas, con dominancia de pocas especies oportunistas, típicas estrategias *r*, caracterizadas por presentar ciclos de vida cortos y variables, altas tasas reproductivas, con mortalidad alta, que se adaptan a perturbaciones continuas (como los desechos domésticos) mediante reproducción continua a través de larvas bentónicas o planctónicas. Tal es el caso del complejo de especies de *C. capitata* que ha sido considerado como el indicador universal de materia orgánica. Levin & Huggett (1990) han indicado que el desarrollo planctotrófico del espiónido *Streblospio benedicti* es común en sedimentos perturbados. Esta especie ha sido considerada como indicadora de contaminación orgánica cuando es co-dominante con *C. capitata* y es una especie pionera cuando el enriquecimiento disminuye (Pearson & Rosenberg 1978).

En la actualidad, la aplicación de análisis estadísticos, considerando la abundancia de especies y las variables abióticas (e.g. contenido de materia orgánica, granulometría del sedimento, profundidad, distancia a las fuentes de perturbación, oxígeno disuelto), permite determinar grupos de especies indicadoras de los diferentes grados de contaminación en áreas con intensidad y tipo de aportes de materia orgánica variables. Así, el patrón de distribución de las especies indicadoras da la pauta para caracterizar áreas sujetas a perturbación de tipo antropogénico. Esto permite la identificación de las zonas sometidas a un impacto ambiental crítico y la posibilidad de realizar monitoreos a largo plazo, del grado de deterioro de los ambientes naturales, tanto de la costa como de la plataforma continental. Por este motivo, los estudios de contaminación a través del seguimiento de las comunidades de poliquetos deben identificar las especies características de cada zona considerando, básicamente, su dominancia sobre las demás especies. Como ejemplos, se presentan dos casos de estudio en los que se han caracterizado dos lagunas costeras del estado de Sinaloa sujetas a diferentes fuentes de perturbación: el estero de Urías, Mazatlán y el complejo lagunar de Topolobampo.

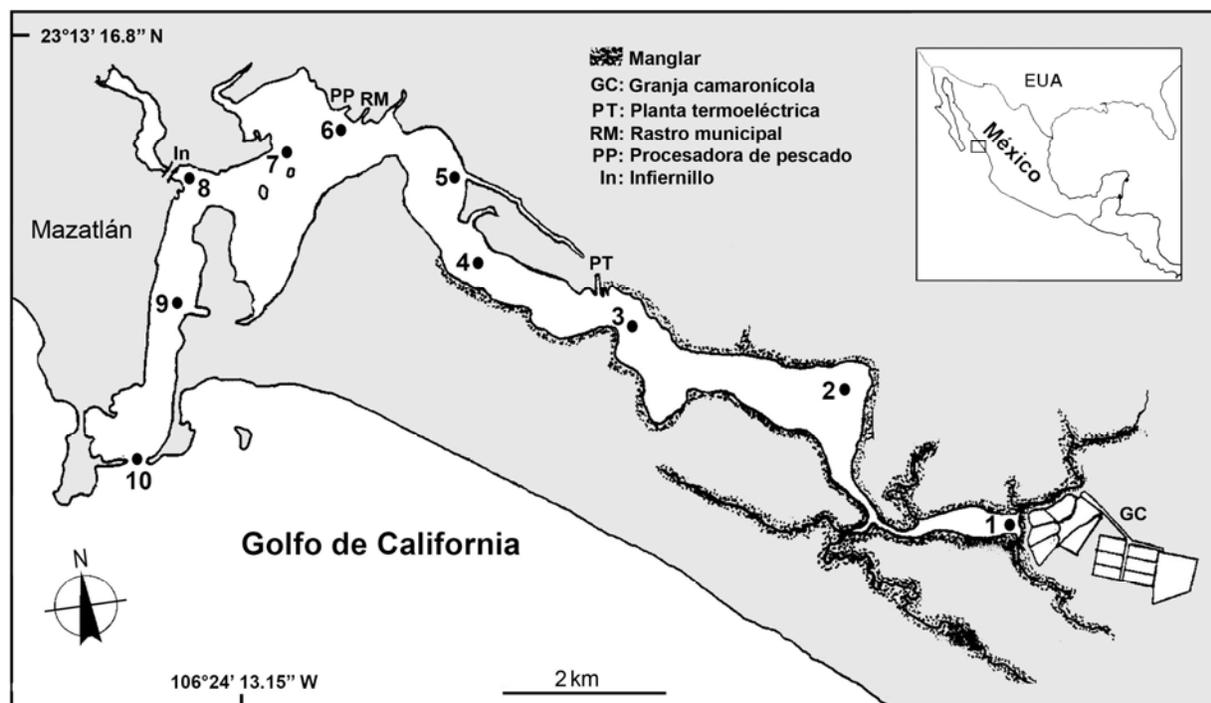


Figura 1. Estero de Urías, Mazatlán. Ubicación de las estaciones de muestreo.

#### Estero de Urías, Mazatlán

La laguna costera Estero de Urías está permanentemente conectada con el mar y presenta diferentes fuentes de eutrofización (Ochoa-Izaguirre *et al.* 2002). Se localiza junto a la ciudad de Mazatlán, entre los 23°10'36'' y 23°13'00''N y los 106°20'00'' y 106°25'35''W, y tiene una superficie de 18 km<sup>2</sup> y una longitud de 17 km (Fig. 1). Se tomaron muestras de sedimento con una draga van Veen de 26.5 X 12.5 cm de superficie para el análisis de anélidos (una réplica) y de granulometría y materia orgánica (una réplica). Los muestreos se realizaron en febrero y abril de 1997 en 10 estaciones con influencia de actividades antropogénicas de diferente tipo, o bien frente a áreas bordeadas por manglares (Méndez 2002). La estación 1 se localiza frente a los desagües de la granja camaronícola "La Clementina" (actualmente denominada "San Jorge"); las estaciones 2, 3 y 4 se localizan en zonas con influencia de detritos de manglar; la estación 5 está frente al canal de desagüe de agua caliente de la planta termoeléctrica "José Aceves Pozos"; la estación 6 recibe el efecto de los desechos del rastro municipal y de una fábrica procesadora de

pescado; la estación 8 recibe los desechos domésticos e industriales de la zona del "Infiernillo"; la estación 7 se localiza en un punto intermedio entre las estaciones 6 y 8; la estación 9 está en el canal de navegación, frente al Puerto de Mazatlán; la estación 10 se localiza en la boca del estero, con influencia marina y estuarina (Fig. 1).

Se recolectaron, en total, 5943 ejemplares de anélidos pertenecientes a 75 especies, de los cuales, 2168 individuos (61 especies) se encontraron en febrero y 3775 individuos (52 especies), en abril. Las especies dominantes (>1%) y frecuentes (>15%) durante los dos periodos de estudio fueron: *Aricidea suecica*, *Polydora socialis*, *Prionospio cirrifera*, *P. heterobranchia newportensis*, *Scolecopsis tridentata*, *Streblospio benedicti*, *Caulerliella bioculata*, *C. hamata*, *Tharyx monilaris*, complejo de *Capitella capitata*, *Heteromastus filiformis*, *Mediomastus californiensis*, *Armandia brevis*, *Sigambra tentaculata*, *Exogone lourei*, *Diopatra splendidissima*, *Lumbrineris tetraura*, *Schistomeringos longicornis*, *Brada pluribranchiata*, *Chone ecaudata*, *Megalomma pigmentum* y oligoquetos.

Se observaron correlaciones de Pearson significativas entre el porcentaje de lodo y materia orgánica con la abundancia, número de especies y diversidad. Se realizaron dendrogramas considerando todas las especies y análisis de correspondencias canónicas (con las 22 especies dominantes y frecuentes en relación con la materia orgánica, granulometría y profundidad) que permitieron reconocer tres zonas con diferentes grados de perturbación dentro del estero:

1) "Zonas no contaminadas", caracterizadas por la presencia de valores bajos de materia orgánica (1.62-6.06%), porcentajes bajos de lodo (6.11-42.25%), diversidad de Shannon alta (2.252-4.266), y sin especies que dominen claramente. Estas zonas se localizaron en dos áreas: en la estación 4, rodeada de manglar y en las estaciones cercanas a la boca del estero (7, 9 y 10), en las que hubo mezcla de especies típicas estuarinas y marinas.

2) "Zona muy contaminada", localizada frente al rastro y a la fábrica procesadora de pescado (estación 6), donde los contenidos de materia orgánica fueron 10.67 y 11.50% y los porcentajes de lodo, 93.42 y 95.61%. En esta zona los desechos se depositaban directamente al estero produciendo enriquecimiento y, por lo tanto, la ausencia total de macrofauna bentónica. Esta zona es equivalente a los "fondos muy contaminados" propuestos por Reish (1959) o las "zonas de contaminación máxima" de Bellan (1967a,b), las cuales han sido caracterizadas por la ausencia de macrofauna. Sin embargo, los datos observados de un muestreo realizado en febrero de 2008, muestran la dominancia de capitélidos y espiónidos en esta misma localidad.

c) "Zonas contaminadas", caracterizadas por la dominancia de pocas especies de poliquetos, especialmente de las familias Capitellidae y Spionidae, así como de oligoquetos. Los valores de materia orgánica fluctuaron entre 3.66 y 10.95%, los porcentajes de lodo entre 10.26 y 97.89%, y la diversidad de Shannon, entre 0.373 y 3.201. Estas zonas son comparables con los "fondos contaminados" (Reish 1959) y "las zonas contaminadas" (Bellan 1967a,b) y estaban localizadas en diferentes áreas dentro del estero de Urías. Por un lado, se encontraron frente a la zona de aportes domésticos procedentes del

"Infiernillo" (estación 8), caracterizada por la presencia esporádica de oligoquetos. La planta termoeléctrica (estación 5), se caracterizó por la dominancia de *C. capitata*. La estación 1 recibe los aportes de la granja semi-intensiva de camarones y estaba dominada por el espiónido *S. benedicti* y oligoquetos. Los efluentes de la granja produjeron un gradiente hacia el cuerpo del estero en el que estas especies fueron sustituidas por los capitélidos *M. californiensis* y *C. capitata*, que resultaron dominantes en las estaciones 2 y 3.

#### Complejo lagunar de Topolobampo

El complejo lagunar de Topolobampo es un sistema semi-cerrado, localizado entre los 25°32' y 25°45'N y los 108°58' y 109°15'W (Fig. 2). Comprende tres bahías: Ohuira, Topolobampo y Santa María, con una superficie total de 225 km<sup>2</sup> (Phleger y Ayala-Castañares 1969). La profundidad varía entre 0.5 y 37 m, con dominancia de áreas someras. Las tres bahías presentan zonas rocosas y arenosas y gran parte del sistema está bordeado por manglares. Se realizó un muestreo en octubre de 1996. Se tomaron muestras de sedimento con una draga van Veen de 26.5 X 12.5 cm de superficie para el análisis de poliquetos (una réplica) y de granulometría y materia orgánica (una réplica). Con el fin de observar posibles gradientes de contaminación orgánica, se recolectaron muestras de sedimentos blandos a lo largo de dos perfiles perpendiculares a la costa en las dos zonas con mayor influencia antropogénica (Méndez 1997). El primer perfil se localizaba frente a la ciudad de Topolobampo, cerca del canal de navegación, en una zona lodosa que recibía el efecto de los desechos domésticos de la ciudad (estaciones 1 a 5, separadas entre sí por 5 m de distancia). El segundo perfil (estaciones 6 a 10, separadas entre sí por 50 m de distancia) se localizaba en la bahía de Ohuira, la cual estaba influenciada por desechos domésticos procedentes de la ciudad de Juan José Ríos, a unos 10 km de la bahía, con unos 150 000 habitantes en 1996. De acuerdo con Federico Páez-Osuna (com. pers.), en esa temporada dicha bahía recibía, además, desechos provenientes de actividades agrícolas (Fig. 2).

Se recolectaron, en total, 1326 individuos distribuidos en 21 especies, de los cuales 61 (19

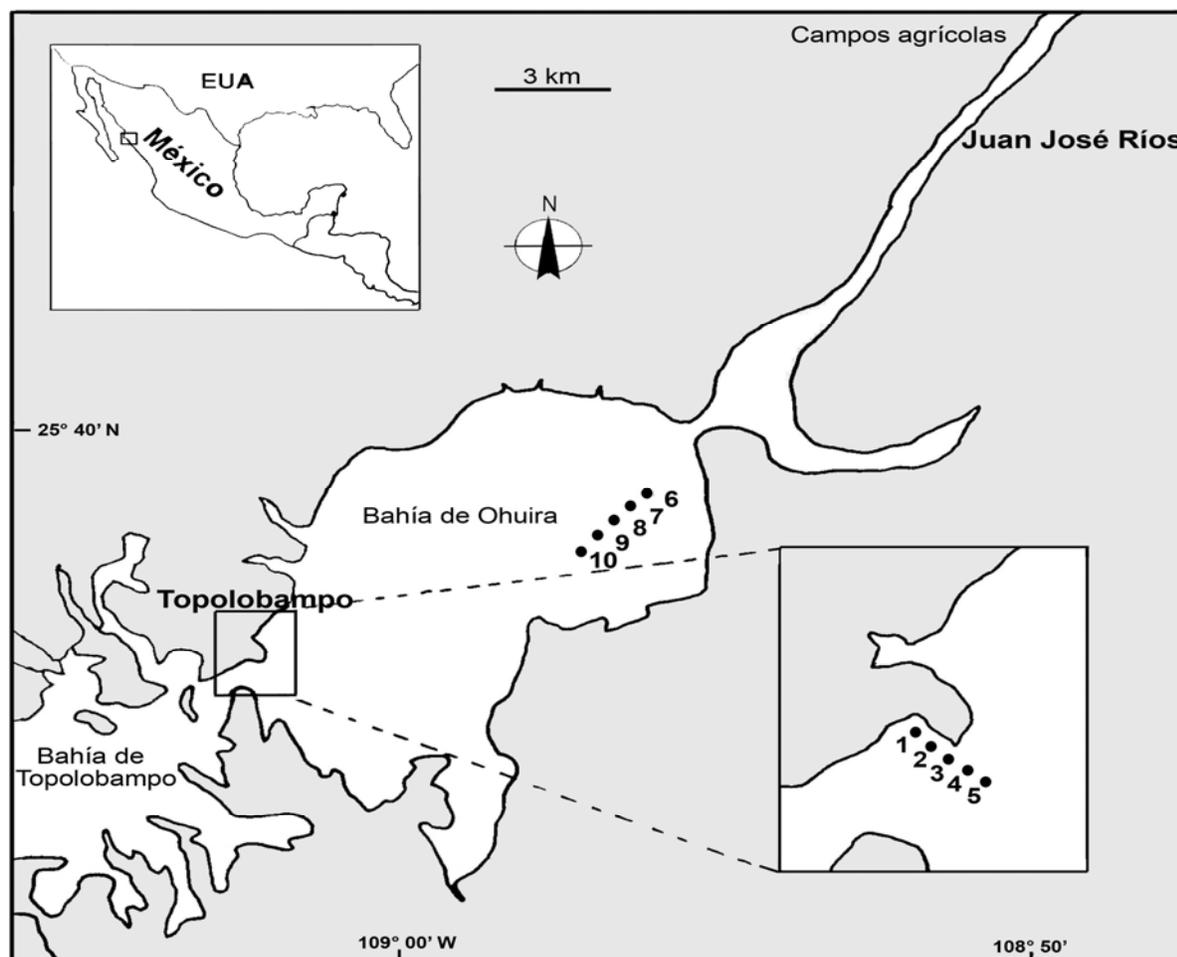


Figura 2. Complejo lagunar de Topolobampo. Ubicación de las estaciones de muestreo.

especies) correspondieron a Topolobampo. Todas estas especies resultaron dominantes (>1%) y frecuentes (>15%) y fueron: *Naineris dendritica*, *Aricidea neosuecica*, *Cirrophorus lyra*, *Cossura* sp., *Polydora citrona*, *P. socialis*, *Prionospio cirrifera*, *P. cf malmgreni*, *Scolecopsis tridentata*, *Spiophanes missionensis*, *Streblospio benedicti*, *Chaetozone corona*, *Monticellina tessellata*, el complejo de *C. capitata*, *Heteromastus filiformis*, *Anaitides longipes*, *Sigambra tentaculata*, *Schistomeringos longicornis* y *Megalomma pigmentum*. En Ohuira se recolectaron 1250 individuos distribuidos en siete especies, de las cuales únicamente los espiónidos *S. tridentata* y *S. benedicti* resultaron dominantes y frecuentes (la última especie con 96.48% de dominancia media).

En Topolobampo, se observó una correlación de Pearson significativa y positiva entre la

abundancia y la profundidad, mientras que en Ohuira, la abundancia se correlacionó positivamente con el porcentaje de materia orgánica.

Los análisis de dominancia, frecuencia, la ausencia de correlación con la distancia a las fuentes de perturbación, así como el patrón de distribución de las especies, indican que no existieron gradientes de contaminación en las zonas estudiadas; sin embargo, se observó una ligera perturbación en la bahía de Ohuira, donde los contenidos de materia orgánica fueron relativamente altos (5.87-8.17%), la diversidad de Shannon-Weaver fue baja (0.09-0.24) y *S. benedicti* fue dominante y frecuente a lo largo de todo el perfil. En cambio, en Topolobampo los contenidos de materia orgánica fueron menores (4.98-6.72%)

y la diversidad fue mayor (1.05-2.12), lo que sugiere que esta zona estaba menos afectada que la bahía de Ohuira durante el periodo del estudio.

La dominancia de la especie indicadora *S. benedicti* y la presencia esporádica de *C. capitata*, así como los valores de materia orgánica registrados en la bahía de Ohuira sugieren que ésta podría considerarse como una zona contaminada, pero la perturbación no fue tan severa como para ser comparada con las "zonas contaminadas", descritas en zonas más extensas y pobladas por Reish (1959) en Los Angeles, por Bellan (1967a,b) en Marsella, por Pearson & Rosenberg (1978) en Loch Eil & Loch Linnhe o por Méndez *et al.* (1997, 1998) y Cardell (1996) en Barcelona, donde dominaba el complejo de especies de *C. capitata* debido a que los aportes de materia orgánica fueron considerablemente mayores. Estos resultados sugieren que el aporte de la mezcla de desechos tanto domésticos como agrícolas de la bahía de Ohuira fueron más dañinos para la fauna de poliquetos que los desechos domésticos producidos frente a la ciudad de Topolobampo, donde podría considerarse que el sistema no estaba perturbado drásticamente.

### Consideraciones finales

Los estudios en el Estero de Urías y en el complejo lagunar de Topolobampo constituyen ejemplos claros del uso de los anélidos y su relación con las variables ambientales (materia orgánica y granulometría de los sedimentos, principalmente) como herramienta para caracterizar zonas sujetas al efecto de diferentes actividades de tipo antropogénico. Se detectó únicamente una zona muy contaminada frente al rastro y la fábrica procesadora de pescado del estero de Urías, donde los desechos eran depositados directamente al estero, lo que provocó condiciones de anoxia y, por lo tanto, la ausencia total de macrofauna. Las zonas contaminadas fueron más extensas en ambas lagunas y se detectaron en áreas con influencia de desechos domésticos, industriales, agrícolas, procedentes de una granja camaronícola y de una planta termoeléctrica. Por el contrario, las zonas no contaminadas se encontraron en áreas bordeadas por manglar y zonas con influencia marina.

Las zonas contaminadas se caracterizaron por la dominancia de pocas especies, especialmente, *C. capitata*, *S. benedicti* y oligoquetos, cuyo carácter de especies indicadoras de perturbación ha sido previamente documentado. Sin embargo, la presencia esporádica de *C. capitata* sugiere que la contaminación por exceso de materia orgánica en estas dos lagunas costeras no es tan severa como en otras localidades ubicadas frente a ciudades grandes en las que la dominancia de este complejo de especies ha sido muy evidente.

Los ejemplos presentados aquí son el resultado de estudios realizados hace, al menos, una década, por lo que sería recomendable realizar monitoreos con el fin de hacer seguimientos del estado de salud de estos ecosistemas.

### Agradecimientos

Agradezco a José Salgado Barragán y a Arturo Núñez Pastén por su ayuda durante los muestreos. La lectura cuidadosa de un revisor anónimo mejoró la calidad final de esta contribución.

### Referencias

- Bachelet G 1976 Dynamique de la macrofaune benthique et production des Lamellibranches de l'estuaire de la Gironde. Thèse 3e cycle, Univ. Paris, VI: 163 pp.
- Bellan G 1967a Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Première partie. Le secteur de Cortiou. Rev Int Océanogr Méd VI-VII: 53-87.
- Bellan G 1967b Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région de Marseille. Deuxième partie. L'ensemble portuaire marseillais. Rev Int Océanogr Méd VIII: 51-95.
- Bellan G 1985 Effects of pollution and man-made modifications on marine benthic communities. In: M Moraitou-Apostolopoulou, & V Kiortsis (eds) Mediterranean marine ecosystems. Univ of Athens, Athens, pp 163-194.
- Cardell MJ 1996 Estructura y dinámica de la macrofauna bentónica en sedimentos marinos sometidos a vertidos domésticos e industriales: efecto de las aguas y lodos residuales de la planta depuradora de Sant Adrià del Besòs (Barcelonès). Tes Doct. Dept Ecología, Fac Biología, Univ Barcelona, 450 pp.

- Glémarec M, Hily C 1981 Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta Oecol Applic* 2: 139-150.
- Grassle JF, Grassle JP 1974 Opportunistic life histories and genetic systems in marine polychaetes. *J Mar Res* 32: 253-284.
- Gray JS, Mirza FB 1979 A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. *Mar Poll Bull* 10: 142-146.
- Gray JS 1981 *The Ecology of Marine Sediments. An Introduction to the Structure and Function of Benthic Communities*. Cambridge University Press. Cambridge, 185p.
- Hily C 1983 Modifications de la structure écologique d'un peuplement de *Melinna palmata* (Annélide Polychète) soumis aux effluents urbains et industriels en rade de Brest. *Ann Inst Océanogr Paris* 59; 37-56.
- Hily C, Le Bris H, Majeed S, Glémarec M 1986 Surchage du milieu côtier en matière organique. Actes du 1er Colloque d'Océanologie Côtière. Bordomer 85 Bordeaux: 214-228.
- Hily C, Glémarec M 1990 Dynamique successionale des peuplements de fonds meubles au large de la Bretagne. *Oceanol Acta*, 13: 107-115.
- Levin LA, Huggett DV 1990 Implications of alternative reproductive modes for seasonality and demography in an estuarine polychaete. *Ecology* 71: 2191-2208.
- López-Jamar E 1981 Spatial distribution of the infaunal benthic communities of the Ria de Muros, North-West Spain. *Mar Biol* 63: 29-37.
- Méndez N 1997 Polychaetes inhabiting soft bottoms subjected to organic enrichment in the Topolobampo lagoon complex, Sinaloa, Mexico. *Oceanides* 12(2):79-88.
- Méndez N, Romero J, Flos J 1997 Population dynamics and production of the polychaete *Capitella capitata* in the littoral zone of Barcelona, Spain. *J Exp Mar Biol Ecol* 218: 263-284.
- Méndez N, Flos J, Romero J 1998 Littoral soft-bottom Polychaete communities in a pollution gradient in front of Barcelona (Western Mediterranean, Spain). *Bull Mar Sci* 63: 167-178.
- Méndez N 2002 Annelid assemblages in soft bottoms subjected to human impact in the Urías Estuary (Sinaloa, Mexico). *Oceanol Acta* 25 (3-4): 139-147.
- Ochoa-Izaguirre MJ, Carballo JL, Páez-Osuna F 2002 Qualitative changes in macroalgae assemblages under two contrasting climate conditions in a subtropical estuary. *Bot Mar* 45: 130-138.
- Pearson TH, Rosenberg R 1978 Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol a Rev* 16: 229-311.
- Phleger FB, Ayala-Castañares A 1969 Marine geology of Topolobampo lagoons, Sinaloa, Mexico. *Lagunas Costeras. Un Simposio. Mem. Simp. Inter. Lagunas costeras. U.N.A.M.-UNESCO. Nov. 28-30, 1967. México D.F.*, pp 101-136.
- Reish DJ 1959 An ecological study of pollution in Los Angeles-Long Beach Harbours, California. *Allan Hancock Found Publ occ papers* 22: 1-117.
- Reish DJ 1988 The use of toxicity testing in marine environmental research. *In: DF Soule & GS Kleppel* (eds) *Marine Organisms as Indicators*. Springer-Verlag, New York, pp 231-245.
- Ros J, Cardell MJ 1992 Seasonal distribution pattern of polychaetes from a heavily polluted coastal area (Barcelona, NE Spain, NW Mediterranean). *In: GI Colombo, I Ferrari, VU Ceccherelli & R Rossi* (eds) *Marine eutrophication and population dynamics. Proceedings of the 25th European Marine Biology Symposium, Ferrara, 1990*, pp 101-110.
- Tsutsumi H 1987 Population dynamics of *Capitella capitata* (Polychaeta; Capitellidae) in an organically polluted cove. *Mar Ecol Progr Ser* 36: 139-149.
- Warwick RM, Pearson TH, Ruswahyuni 1987 Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method. *Mar Biol* 95: 193-200.
- Warwick RM, Clarke KR 1993 Increased variability as a symptom of stress in marine communities. *J Exp Mar Biol Ecol* 172: 215-226.





**promep**



ISBN 978-607-433-235-3

9 786074 332353