# Foronídeos de las costas de la Península Ibérica e Islas Baleares: sistemática, ecología, distribución y estados larvarios

J. M. Viéitez (\*), C. C. Emig (\*\*), C. Rodríguez Babío (\*\*\*) y A. M. García-Carrascosa (\*\*\*)

(\*) Departamento de Biología Animal, Universidad de Alcalá de Henares, 28071 Alcalá de Henares, Madrid, España.

(\*\*) Station Marine d'Endoume (CNRS UA 41), Rue de la Batterie des Lions, F-13007 Marseille, Francia. (\*\*\*) Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia, C/ Dr. Moliner, 50. Burjasot, Valencia, España.

#### RESUMEN

Los Foronídeos son una clase del filo Lofoforados, de la que solamente existen 10 especies pertenecientes a dos géneros. De uno de ellos, Gén. Phoronopsis, que posee tres especies, no se poseeen datos de su presencia en las costas de la Península Ibérica e Islas Baleares, del otro Gén. Phoronis, con siete especies descritas, se han citado de dichas costas cinco. P. hippocrepia, P. australis, P. muellera, P. psammophila, y P pallida, indicándose en este trabajo las 19 locatidades precisas donde ha sido capturada cada una de las especies, así como una diagnosis y datos ecológicos de intérés.

Palabras clave: Foronídeos, sistemática, ecología, distribución, Actinotrocas.

#### ABSTRACT

Phoronids from the coasts of the Iberian Peninsula and Balearic Islands

systematics, ecology, distribution and larval stages.

The Photonida, a class of the phylum Lophophorata, consist of 2 Genera, Photonis including 7 species, and Photonopsis with 3 species. Only 5 Photonis species have been recorded along the coasts of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands: P. hippocrepia, P. australis, P. muelleri, P. psammophila, and P. pallida. The diagnosis of each species, adult and larva, is given, with information on the ecology in the Iberian locations.

Key words: Photonida, systematics, ecology, distribution. Actinotrocha.

#### INTRODUCCION

En este último decenio el auge de las investigaciones sobre ecología marina en las costas de la Península Ibérica e Islas Baleares ha permitido un rápido incremento de nuestros conocimientos sobre los Foronídeos de dichas costas. Por este motivo consideramos interesante hacer una síntesis sobre las especies de este grupo zoológico, conocidas hasta hoy de las mencionadas costas, a fin de facilitar su identificación.

Los Foronídeos han sido objeto, en el curso de los últimos veinte años, de numerosos trabajos a los cuales remitimos al lector interesado para ampliar detalles (cf. Emig, 1979; 1982 a). Las diagnosis que

proponemos en el presente trabajo para las especies citadas de nuestro litoral han sido puestas a punto con la adición de datos recientes, en muchos casos no publicados, debidos, principalmente, al estudio de numerosos ejemplares recogidos sobre las mencionadas costas.

BREVE RECAPITULACION

Phylum Lophophorata (Lofoforados)

Clase Phoronida (Foronídeos)

#### Definición

Los Foronídeos (Phoronis, es uno de los numerosos nombres mitológicos de Isis, propuesto para estos animales por Wright,

1856, quien describió las dos primeras especies) constituyen un pequeño grupo animal de invertebrados marinos bentónicos, vermiformes y tubícolas. El cuerpo está dividido en tres partes, cada una de las cuales posee su propia cavidad celomática: el epistoma o prosoma, anterior, es un amplio lóbulo que sobresale sobre la boca, extendiéndose entre ella y el ano; el lofóforo o mesosoma, formado por dos crestas paralelas curvadas en forma de herradura o enrollados en dos espirales iguales y dispuestas simétricamente; por último, el tronco o metasoma, vermiforme y delgado, que se ensancha en un bulbo terminal, la ampolla, que ancla al animal en el tubo.

El filo de los lofoforados está constituido por las tres clases de los Foronídeos, los Briozoos (Ectoproctos) y los Braquiópodos, y presentan el lofóforo como carácter más conspicuo que los identifica y diferencia realmente de los otros filos; consiste en un conjunto de tentáculos ciliados que rodean la boca pero no así el ano y que se emplea para la alimentación, la respiración y la protección del animal.

Las tres clases que constituyen los lofoforados tienen también una estructura arquímera del cuerpo (esto es, dividido en tres regiones, cada una con su cavidad celomática, como ya se ha indicado), un exoesqueleto, segmentación de los huevos total y radial, ausencia de cefalización y larva asimilable al tipo Dipléurula.

Su origen ciertamente monofilético se remonta al Precámbrico. Aunque como fósiles no se les conoce nada más que a partir del Devónico (los Braquiópodos, en cambio, desde el Cámbrico y los Briozoos desde el Ordovícico), son precisamente los Foronideos quienes han conservado una forma y un modo de vida ancestral, próximo al del antecesor Protolofoforado (Emig, 1984).

Los Foronídeos, al igual que los otros grupos de Lofoforados, pertenecen a la línea de los Heteroneuralia-Notoneuralia (Archimerata), a la que también pertenecen los Hemicordados y los Equinodermos, grupos con los que están, por tanto, filogenéticamente emparentados.

Los Foronídeos comprenden dos Géneros: Phoronis, con siete especies y Phoronopsis, con tres especies descritas, que se distinguen por un pliegue de la pared del

tronco que forma un collar debajo del lofóforo, que es exclusivo del segundo de ellos. *Phoronis* es el único Género representado hasta el presente en las costas objeto de nuestro estudio.

### Datos morfológicos

El tamaño de los Foronídeos varía según las especies, desde unos pocos mm hasta 45 cm de longitud, pero puede reducirse hasta 1/5 de su tamaño normal, según el estado de contracción; la longitud del tubo se corresponde con el tamaño en extensión del animal.

El lofóforo, con simetría bilateral, posee forma de herradura, y puede presentar sus dos extremos espiralados o dispuestos helicoidalmente en las especies de mayor tamaño. El número de tentáculos varía según las especies desde 11 hasta más de 1 500 (Fig. 1).

El tubo digestivo tiene forma de U, con la boca y el ano muy poco distantes entre si. La porción descendente comprende, boca, esófago, pre-estómago y estómago, dispuestos consecutivamente; tras el píloro, la rama ascendente está constituida únicamente por el intestino que termina en el ano.

Los órganos excretores son un par de metanefrídios, que se abren en el metaceloma por uno o dos nefrostomas o «embudos», seguidos por una rama ascendente o bien una rama descendente en principio y luego ascendente. A cada lado del ano se abre un nefridióporo: estos nefridios sirven también de gonoductos.

Los Foronídeos poseen un aparato circulatorio cerrado constituido por vasos sanguíneos, por los que circula la sangre que contiene hemoglobina encerrada en glóbulos rojos. Está formado por dos vasos longitudinales, mediano y lateral, situados en el tronco y conectados en su parte anterior con los dos vasos contiguos del lofóforo (cada tentáculo tiene un vaso único donde la sangre debe oxigenarse) y en el extremo posterior del tronco con el amplio plexo sanguíneo que rodea al estómago. Por su parte, la especie P. ovalis tiene un aparato circulatorio más complicado, pero más primitivo.

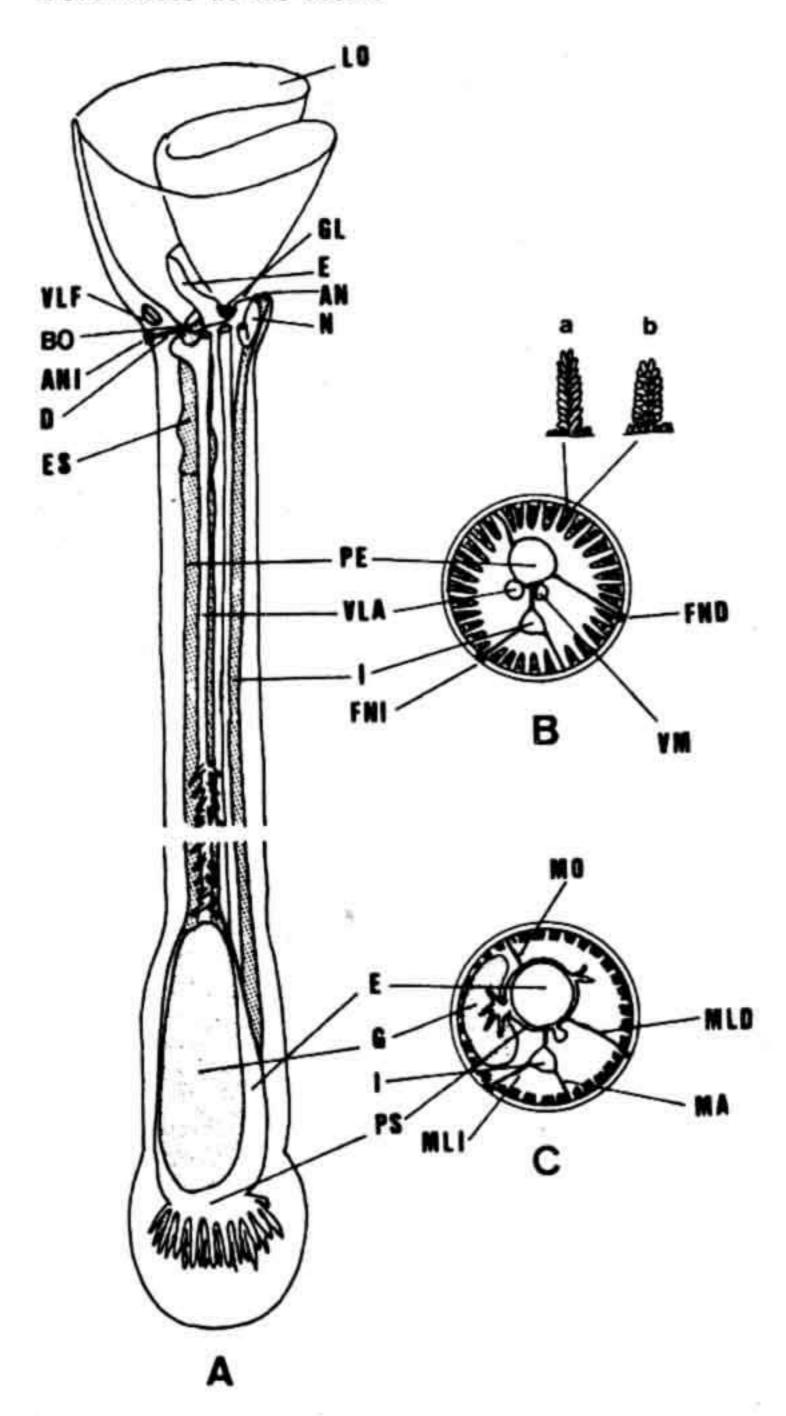


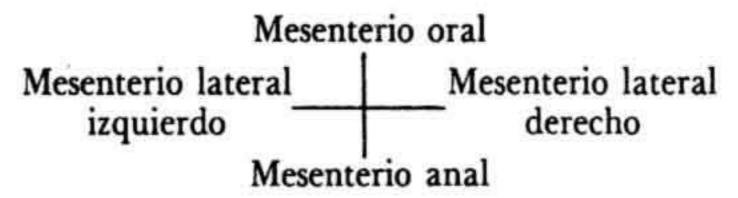
Fig. 1. -A. Esquema general de un *Photonis*, en el que se muestran las principales estructuras. B. Corte transversal del metasoma a nivel de la región muscular y detalle de las dos formas de bandas musculares: pinnada o monaxónica (a) y arborescente o poliaxónica (b). C. Corte transversal del metasoma a nivel de la ampolla. AN: ano; ANI: anillo nervioso; BO: boca; D: diafragma; E: estómago; EP: epistoma; ES: esófago; FND, FNI: fibras nerviosas derecha e izquierda, respectivamente; G: gónada; GL: ganglio; I: intestino; LO: lofóforo; MA: mesenterio anal; MLD, MLI: mesenterios laterales derecho e izquierdo, respectivamente; MO: mesenterio oral; N: nefridio; PE: preestómago; PS: plexo sanguíneo; VLA: vaso lateral; VLF: vaso del lofóforo; VM: vaso mediano.

El sistema nervioso consta principalmente de una capa nerviosa subepidérmica, en forma de anillo nervioso anterior, con un ganglio entre la boca y el ano: de este ganglio sale una fibra nerviosa gigante por el lado izquierdo de la pared del tronco o dos fibras, una en ese lado y otra, más pequeña, en el lado derecho.

El metacele está dividido en cuatro compartimentos por mesenterios que se extienden desde la pared del tronco hasta el tubo digestivo: un mesentario longitudinal medio, dividido en tres porciones mesentéricas: oral, mediana y anal, y dos mesenterios longitudinales laterales.

La pared del cuerpo está formada por una epidermis con microvellosidades, plexo nervioso, membrana basal, musculatura circular, una capa de músculos longitudinales y peritoneo.

La musculatura longitudinal es poderosa y está dispuesta en bandas musculares, cuyo número varía según el tamaño de las especies desde 17 hasta 243. Estas bandas se representan según la fórmula de Selys-Longchamps (1907):



Pueden reproducirse asexualmente.

Existen cuatro especies hermafroditas y las otras son dioicas. Las gónadas se desarrollan en el extremo posterior, en unas masas que se sitúan junto al vaso longitudinal lateral, cerca del estómago. Los gametos se liberan al exterior por medio de los metanefridios. Los órganos lofoforales encerrados en la cavidad lofoforal captan los espermatozoides y producen los espermatóforos, que pueden ser de varios tipos, pequeños, largos glandulares o largos membranosos. Los espermatozoides ingresan en el metacele de los individuos o a través de los nefridios y la fecundación es interna.

Existen entre los Foronídeos tres modalidades de desarrollo: expulsión de los huevos directamente al agua marina con una vida enteramente pelágica; incubación de huevos en la concavidad lofoforal, que sirve en algunas especies de cámara incubadora mediante las glándulas nidamentarias (de varios tipos, según las especies), hasta el estado actinotroca y luego una vida pelágica y, por último, incubación en el tubo parental de los huevos, que dan una larva que se arrastra por el fondo (P. ovalis), pero con una anatomía semejante a la de la actinotroca.

La segmentación sigue las etapas típicas del modelo radial. Se forma una celoblástula que pasa a gástrula por invaginación. El mesodermo se inicia por proliferación de células endodérmicas y el modo de formación del celoma es esquizocélico. El embrión se convierte en una larva bien desarrollada de vida libre.

La larva característica de los Foronídeos se llama Actinotrocha (o actinotroca) como si de un Género se tratara, con un nombre específico algunas veces diferente del nombre del adulto debido a que la larva fue descrita antes que aquél. Desafortunadamente no todas las larvas son conocidas actualmente. P. ovalis tiene una larva especial.

La actinotroca (Fig. 2) tiene también tres regiones como el adulto, cada una con una cavidad celomática: se forma un gran lóbulo preoral (o prosoma), especie de protuberancia situada sobre la boca, con un penacho apical sobre una masa interna que es el ganglio nervioso. El lóbulo encierra un vestíbulo donde se abre la boca y el esófago: el blastoporo, que forma la boca de la gástrula, está reducido a un resto anterior situado entre el esófago y el estómago. El protoceloma se forma pronto en este lóbulo. Poco antes de la metamorfosis se desarrolla el órgano piriforme en algunos tipos de actinotrocas y la función de este órgano, o del penacho apical de otras larvas, es verosímilmente la de reconocimiento del sustrato para la metamorfosis.

El mesosoma, donde la cavidad blastocélica subsiste durante largo tiempo, adquiere su propio mesoceloma más tarde. Los tentáculos larvarios aumentan en número paulatinamente; durante la metamorfosis evolucionan para dar el lofóforo según dos modelos: o bien los tentáculos pasan al lofóforo, o bien antes de la metamorfosis, los tentáculos del adulto salen como evaginaciones debajo de los tentáculos larvarios. Se forma un divertículo en la parte anterior del estómago, que puede ser par o impar. Los glóbulos rojos se desarrollan en unas masas, en número de una a cuatro según las especies, dentro de la cavidad blastocélica.

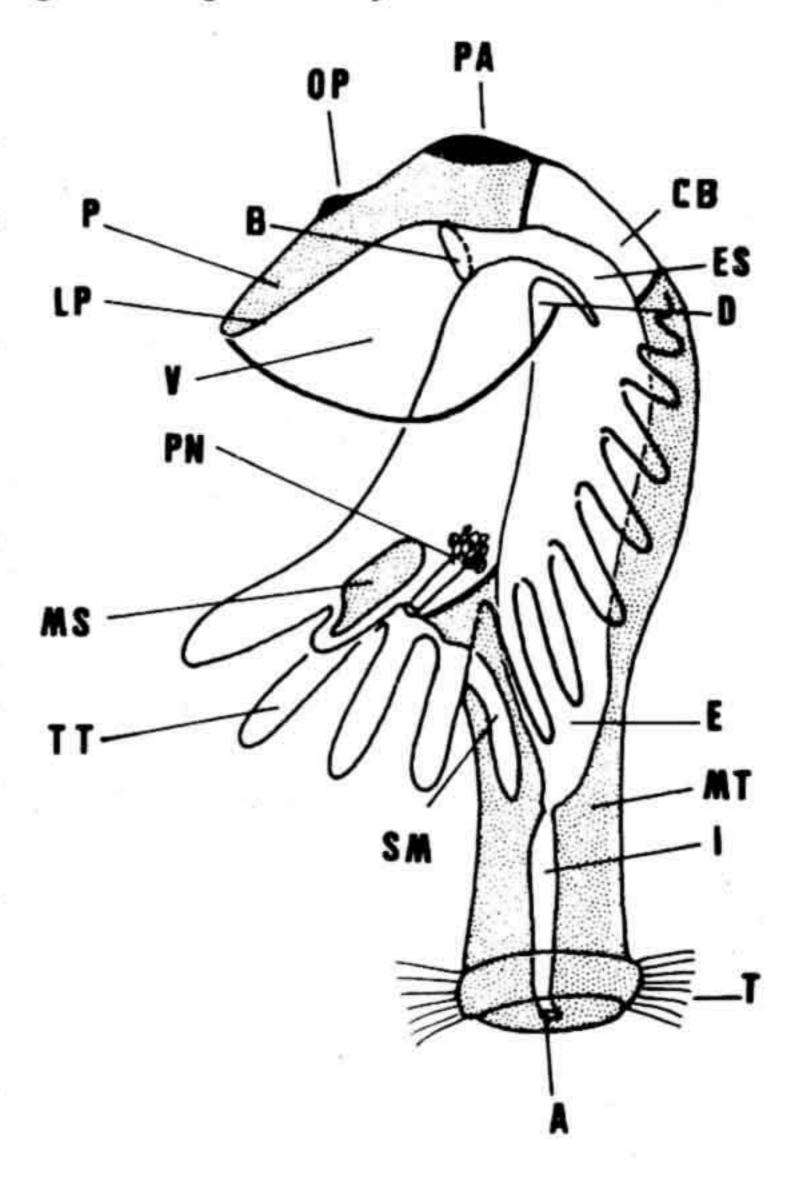


Fig. 2. — Esquema de la anatomía general de la larva Actinotroca, en vista lateral, instantes antes de la metamorfosis. A: ano; B: boca; CB: cavidad blastocélica; D: divertículo; E: estómago; ES: esófago; I: intestino; LP: lóbulo preoral; MS: mesosoma; MT: metasoma; OP: órgano piriforme; P: prosoma; PA: penacho apical; PN: protonefridio; SM: saco metasomático; T: telotroca; TT: tentáculos; V: vestíbulo.

El metasoma (o tronco) se alarga mucho y el metacele se inicia cerca del ano y va rodeando al intestino, formando el mesenterio ventral. Los órganos excretores larvarios son dos protonefridios de solenocitos. Se forma una banda ciliada anular posterior, la telotroca. Además, una evaginación cada vez más profunda de la pared del cuerpo se desarrolla en la región central del tronco a la altura del mesenterio ventral: se trata del saco metasomático que evagina durante la metamorfosis y se transforma en el tronco del adulto.

La actinotroca sufre una metamorfosis compleja y rápida, en algunos minutos, para dar el joven gusano que pasa a la vida sedentaria y secreta un tubo dentro del sustrato.

### Datos ecológicos

Los Foronídeos son habitantes del bentos marino; cada individuo produce un tubo quitinoso en el que está libre y puede retraerse. Dichos tubos, que representan el exoesqueleto, son secreciones epidérmicas y a ellos se adhieren granos de arena u otras partículas extrañas. Los Foronídeos pueden vivir independientemente, bien en fondos blandos de tipo arenoso o fangoso como individuos solitarios en tubos verticales, o bien perforando las rocas y conchas o bien, como la especie P. australis que se aloja en la pared del tubo de cnidarios ceriántidos, o también formando agregados de numerosos tubos en masas enmarañadas sobre sustratos duros.

Los Foronídeos viven en fondos de aguas costeras, desde la zona intermareal hasta los 400 m de profundidad, pero más frecuentemente hasta cerca de 60 m donde se han encontrado tubos en grandes cantidades (una o varias decenas de millares de individuos por m²). La mayor parte de las especies tienen una distribución geográfica muy amplia.

#### Datos taxonómicos

Los caracteres taxonómicos de los Foronídeos adultos han sido analizados según el método cladístico y aquellos considerados con carácter filogenético están representados en la Tabla I y en la Figura 3 (Emig, 1985). Dos caracteres que no son filogenéticos, la forma del lofóforo y la fórmula de las bandas musculares longitudinales, por variar con el tamaño de las especies, son sin embargo un buen criterio auxiliar para facilitar su identificación.

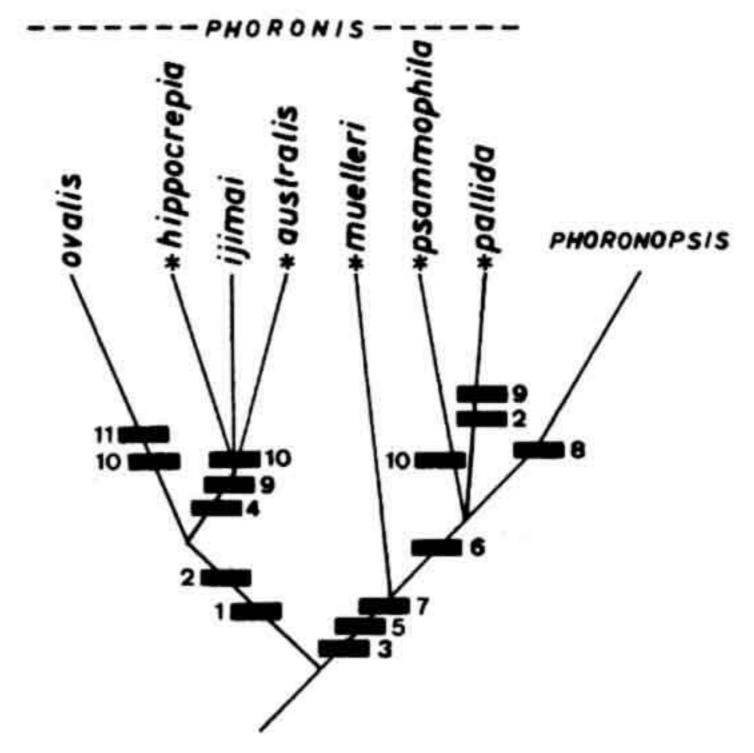


Fig. 3. — Cladograma de las especies de Foronídeos (según Emig, 1985): las especies de nuestras costas se han señalado con un asterisco. Los números coinciden con los de los caracteres utilizados en la Tabla I.

TABLA I. - Caracteres utilizados en el análisis filogenético de las especies de Foronídeos (según Emig, 1985).

	Caracteres	Plesiomorfos	Apomorfos
1.	Habitats	endobionte en substrato blando	Perforante o incrustante (substrato duro)
2.	Forma de las bandas musculares longitudinales	pinnada (monaxónicas)	Arborescente (poliaxónicas) o tipo pallida
3.	Número de fibras nerviosas gigantes	2	1
4.	Número de nefrostomas	1	2
5.	Ramas del nefridio	1 ascendente	2, descendente y ascendente
6.	Desarrollo del epitelio nefridial	Ausente	Presente
7.	Organos lofoforales	Pequeños	Anchos
8.	Collar bajo el lofóforo	Ausente	Presente
9.	Gónadas	Dioica	Hermafrodita
10.	Desarrollo larvario	Libre	Incubación
11.	Larva	Actinotroca	Bentónica

Los caracteres taxonómicos de las actinotrocas que se consideran actualmente son: la pigmentación, el número de tentáculos larvarios, el de masas sanguíneas y el del divertículo del estómago (Emig, 1982 a).

#### MATERIAL Y METODOS

La mayor parte de los especímenes han sido recolectados por alguno de nosotros, o nos han sido enviados para su identificación por algunos colegas que los han recogido en localidades muy dispares, como por ejemplo: J. Gómez-Gas y G. San Martín, de la Universidad Autónoma de Madrid; J. Benito y F. Nieto, de la Universidad Complutense de Madrid; J. Templado, del Museo Nacional de Ciencias Naturales, también de Madrid; V. Quintino del Instituto de Energía de Socaven (Portugal) y J. Saguar de la Universidad de Valencia.

La determinación de las especies de Foronídeos precisa recurrir al estudio de cortes histológicos. Recomendamos, siempre que sea posible, una fijación propia para histología, como por ejemplo con Bouin, inmediatamente después de la recogida con el fin de evitar la autotomía del lofóforo. La tinción según el método del Azán de Heidenhain proporciona muy buenos resultados para el examen de los caracteres taxonómicos, incluso si la fijación ha sido efectuada en alcohol o en formol.

#### RESULTADOS

- A) Claves para la determinación de los adultos de las especies de Foronídeos de las costas de la Península Ibérica e Islas Baleares.
- 1. Individuos que viven en sustrato duro; nefridios de dos nefrostomas; dos fibras nerviosas gigantes. Músculos longitudinales arborescentes (poliaxónicos) . . . . . 2

2. Especie perforante o que vive formando agregados; lofóforo en forma de herradura ..... P. hippocrepia.

 Especie que se aloja en la pared del tubo de un Cnidario; lofóforo con sus dos extremos arrollados en espiral . . . . . . . .

3. Tentáculos prebucales y posbucales de la misma longitud y notablemente más cortos que los laterales. Sin mesenterio lateral izquierdo .......... P. muelleri.

P. australis

Todos los tentáculos del lofóforo aproximadamente del mismo tamaño; los cuatro mesenterios presentes; desarrollo del epitelio nefridial presente . . . . . . . . 4

En la Figura 4 se indica la distribución, actualmente conocida, de estas especies en las costas objeto de nuestro estudio.

B) Descripción de las especies, tanto ε su fase adulta como en sus estados larvarios:

Phoronis hippocrepia (Vright, 1856).

Phoronis (Crepina) gracilis (Van Beneden, 1858), P. caespitosa Cori, 1889, P. ko-walevskii Benham, 1889, P. capensis Gilchrist, 1907.

# Diagnosis del adulto (Fig. 5)

- Especie perforante en conchas de moluscos, rocas, algas calcáreas... o incrustante (desde la zona intermareal hasta 55 m de profundidad, pero con clara preferencia por 0-10 m). Longitud en extensión hasta 100 mm, con un diámetro de 0.3 a 1.5.
- Lofóforo en forma de herradura, con una longitud de 2-3 mm (hasta 190 tentáculos).
- Nefridios de dos nefrostomas (el anal netamente más ancho que el oral); una sola

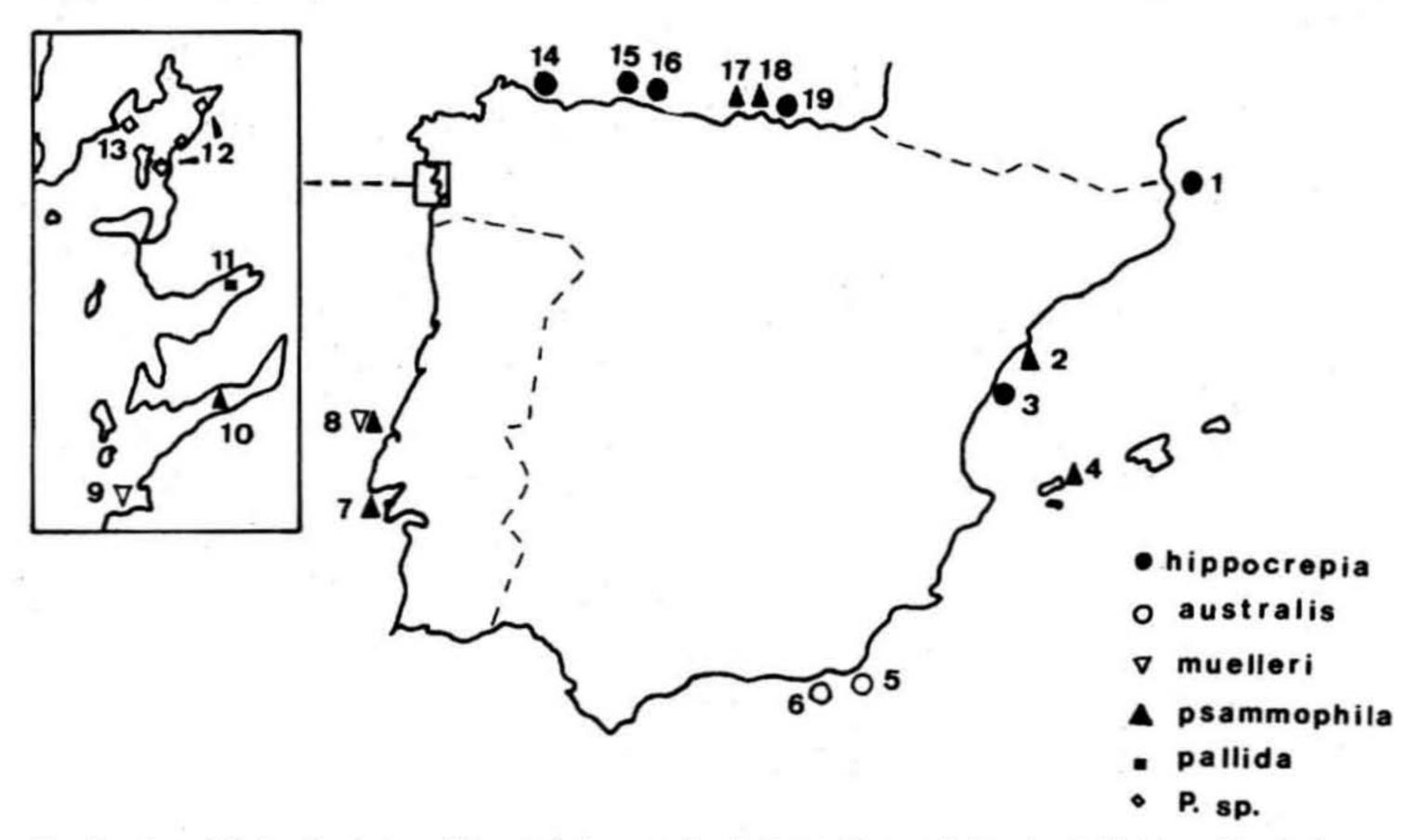


Fig. 4. — Localidades donde han sido señaladas especies de Foronídeos en la Península Ibérica e Islas Baleares. Phoronis hippocrepia: 1. Cabo de Creus, Gerona (J. Templado, Comunicación personal); 3. Cabo de Oropesa, Castellón (J. Saguar, Comunicación personal); 14. Playa de Ribeira (Coll. Gómez-Gas, det. J. M. Viéitez); 15. Bañugues (Ocharán, 1978); 16. El Puntal (Ocharán, 1978); 14, 15 y 16, Asturias; 19. Abra de Bilbao (Sáiz et al., 1985).

Phoronis australis: 5. Playa de los Genoveses, Almería (Coll. G. San Martín, Comunicación personal);

6. Bahía El Palmer, Almería (Emig, 1977).

Phoronis muelleri: 8. Lago de Obidos, Portugal (Coll. V. Quintino, det. C. Emig); 9. Playa de La Ladei-

ra, Ría de Vigo (Anadón y Anadón, 1973).

Phoronis psammophila: 2. Alfaques, delta del Ebro (Rodríguez-Babío et al., 1985); 4. Cala de Sas Caló des Moro, Ibiza (Coll. G. San Martín, det. C. Emig); 7. Lago de Albufeira, Portugal (Coll. V. Quintino, det. C. Emig); 8. Lago de Obidos, Portugal (Coll. V. Quintino; det. C. Emig); 10. Playa de Meira, Ría de Vigo (Viéitez, 1977); 17. Playa del Puntal, Santander (López-Cotelo et al., 1982); 18. Ría de Santoña, Santander (Benito y Nieto, 1985; det. C. Emig).

Phoronis pallida: 11. Playa de Combarro, Ría de Pontevedra (Viéitez y Emig, 1979).

Phoronis sp.: 12. Ría de Arosa (Penas y González, 1983); 13. Ría de Arosa (Mora, 1980).

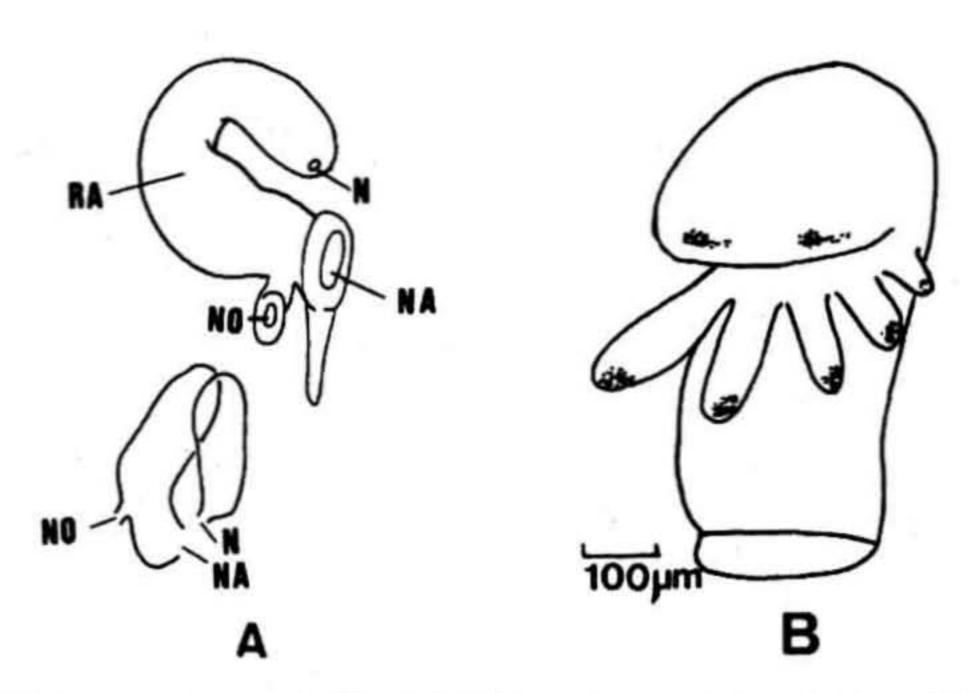


Fig. 5. - Phoronis hippocrepia. A. Nefridio; B. Actinotroca en vista lateral; N: nefridioporo; NA: nefrostoma anal; NO: nefrostoma oral; RA: rama ascendente.

rama ascendente que forma dos cámaras horizontales, de las cuales la superior es la papila nefridial que se abre por un nefridioporo encima o al mismo nivel del ano.

- Dos fibras nerviosas gigantes, una izquierda (diámetro: 4-10  $\mu$ m) y una derecha (1-7  $\mu$ m) que discurren al nivel de la unión de los mesenterios laterales a la pared del cuerpo.
- Músculos longitudinales de forma arborescente (poliaxónicos); la fórmula general es:

$$[24-44]$$
 $\frac{7-20}{3-9}$  $\frac{7-16}{3-10}$ 

y la fórmula media es:

$$32 = \frac{11}{4} \frac{12}{5}$$

- Presenta reproducción asexual por escisión transversal.
- Reproducción sexual: hermafrodita; los huevos son incubados en glándulas nidamentarias del tipo 2a (al fondo de la concavidad lofoforal y en la base de los tentáculos internos); los órganos lofoforales son pequeños.

Diagnosis de la larva: Actinotrocha hippocrepia Silén, 1954

La larva se caracteriza por presentar un cuerpo opaco, con una pigmentación característica a base de pequeños granos de color pardusco claro, distribuidos en forma de manchas en ciertos puntos fijos a lo largo del cuerpo. Posee un máximo de cinco pares de tentáculos, sin que presente tentáculos del adulto; hay dos manchas sanguíneas que se fusionan cerca del esófago en las actinotrocas más avanzadas. Divertículo estomacal impar. Su tamaño, en el momento de iniciarse la metamorfosis es de 0.7 mm de longitud.

# Datos ecológicos en nuestras costas

Esta especie ha sido señalada por primera vez para la Península Ibérica por Ocharán (1978), quien la encuentra en el piso intermareal de dos localidades del litoral asturiano: Bañugues y El Puntal. En ambos casos se trata de la forma perforante de esta especie. En Bañugues los P. hippocrepia se hallaban en el interior de la cavidad abrigada de una roca caliza expuesta al oleaje, en condiciones de penumbra; en El Puntal, en los bloques de caliza micrítica o de caliza margosa micrítica que forman el muro del canal de salida de la ría de Villaviciosa, un lugar de corriente muy intenso. La densidad media encontrada fue de 0.91 ind./cm² en una zona concreta de 13 cm², lo que cosntituye la densidad máxima conocida para esta especie.

También en Asturias, pero en la playa de La Ribeira, Gómez Gas (1982) encontró un ejemplar de esta misma especie, en fondos de «cascajo», en el piso intermareal.

Según Saiz et al. (1985) el bentos portuario de sustrato duro del Abra de Bilbao está caracterizado por P. hippocrepia junto con el antozoo Actinothoe sphyrodeta, dentro de una biocenosis de invertebrados de aguas muy contaminadas. Las dos especies constituyen una facies. P. hippocrepia ha sido ya señalada con anterioridad en otros puertos de aguas contaminadas como Nápoles y Marsella.

En el Mediterráneo ibérico, J. Templado (comunicación personal) en septiembre de 1983 observó individuos que atribuye a esta especie, asociados a la base de Eunicella singularis, a unos 15 m de profundidad en una inmersión efectuada en Cala Prona, al N de Cabo de Creus (Gerona).

En junio de 1986 se ha encontrado en Cabo Oropesa (Castellón) al S de la playa de La Concha, en una comunidad de algas fotófilas, con *Padina pavonia* y *Acetabularia mediterranea*, sobre bloques rocosos a 3 m de profundidad. En algunos enclaves concretos, presentaba una gran densidad de individuos (J. Saguar, comunicación personal).

Distribución mundial (Para la realización de este apartado y los correspondientes a las otras especies, nos hemos basado en los datos de Emig, 1973; 1982 a y 1982 b)

P. hippocrepia es una especie cosmopolita, conocida de las costas mediterráneas francesas (Banyuls, Marsella y alrededores) e italianas (Nápoles), así como de las costas atlánticas europeas de Francia, Gran Bretaña, Alemania y Suecia. Igualmente se la conoce de México, Brasil, Panamá y Hawaii. Esta especie es próxima de P. ijimai, actualmente señalada tan sólo en el Océano Pacífico: EE. UU., Canadá, Japón, China y Australia.

Phoronis australis Haswell, 1883.

P. buskki McIntosh, 1888.

Diagnosis del adulto (Fig. 6)

- Especie perforante en tubos de ceriántidos (desde la zona intermareal hasta 36 m de profundidad). Longitud en extensión hasta 200 mm, diámetro de 2-5 mm.
- El lofóforo presenta sus dos extremos arrollados en espiral de 2.5 a 3.5 vueltas, con una longitud de 5-16 mm (600-1 000 tentáculos).

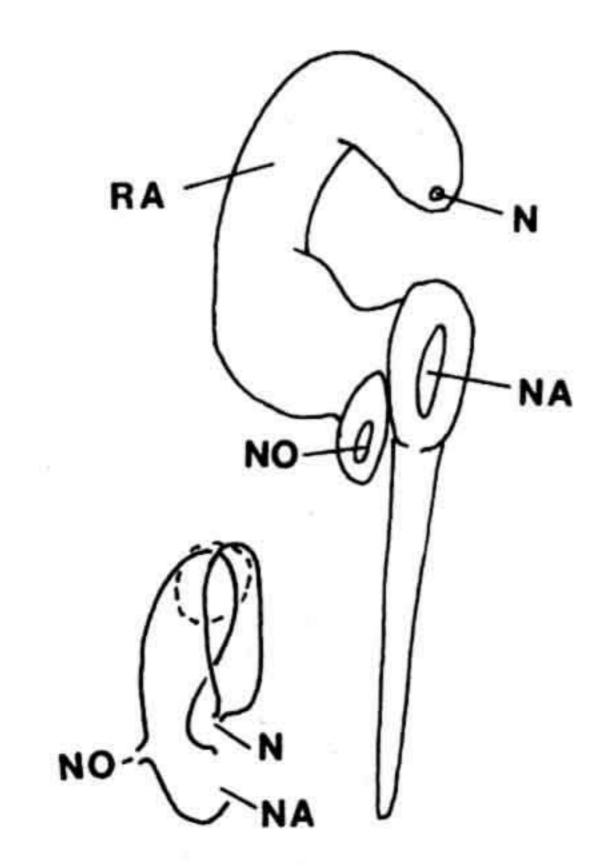


Fig. 6. – Phoronis australis. Nefridio. N: nefridioporo; NA: nefrostoma anal; NO: nefrostoma oral; RA: rama ascendente.

- Nefridios de dos nefrostomas (el anal netamente más ancho que el oral); una sola rama ascendente y arqueada con la abertura del nefridioporo sobre la papila nefridial, encima o al mismo nivel del ano.
- Dos fibras nerviosas gigantes, una izquierda (diámetro: 5-13  $\mu$ m) y una derecha (3-13  $\mu$ m).

 Músculos longitudinales de forma arborescente (poliaxónicos); la fórmula general es:

$$[43-87]$$
  $\frac{14-29}{4-17}$   $\frac{13-27}{5-17}$ 

y la fórmula media es:

$$64 = \frac{22 \mid 22}{11 \mid 9}$$

- Presenta reproducción asexual por escisión transversal.
- Reproducción sexual: hermafrodita; incuba los embriones sobre un cordón mucoso secretado por las glándulas nidamentarias que son del tipo 2b (se extienden desde el fondo de la concavidad lofoforal a lo largo de la cara interna de los tentáculos internos); órganos lofoforales pequeños.
  - Larva desconocida.

### Datos ecológicos en nuestras costas

La única zona de Europa en que ha sido recogida esta especie es en la provincia de Almería. Emig (1977) la cita de El Palmer, a unos 15 m de profundidad en tubos de Cerianthus membranaceus, enterrados en fondos de arenas detríticas gruesas enfangadas y con una densidad de foronídeos de 20 a 50 individuos por tubo; recientemente, en septiembre de 1986, se ha efectuado una nueva recogida por G. San Martín, en la playa de Los Genoveses, a unos 2-3 m de profundidad, también en tubos de Cerianthus como es característico, que en esta ocasión se encontraban entre los rizomas muertos de Posidonia oceanica; ésta forma unas praderas, instaladas sobre una plataforma rocosa, muy quebrada y con muchas concavidades en las que hay acúmulos arenosos. En las paredes de estos desniveles, entre los rizomas muertos, aparecen los Cerianthus en algunos de cuyos tubos pueden apreciarse a simple vista los ejemplares de foronídeos con el lofóforo en extensión. La densidad máxima de esta colecta fue de unos 10 individuos por tubo de cnidario.

#### Distribución mundial

P. australis parece conocer sobre la costa mediterránea española su límite de extensión latitudinal, ya que su distribución es sobre todo tropical. Ha sido mencionada en India, Madagascar, Mozambique, China, Japón, Australia, costa Este de EE. UU. y Senegal.

Phoronis muelleri Selys-Longchamps, 1903

# Diagnosis del adulto (Fig. 7)

- Especie que vive enterrada verticalmente en un sedimento generalmente arenoso-fangoso o fangoso (zona infralitoral hasta 390 m, pero sobre todo entre 10 y 60). Longitud en extensión hasta 120 mm, diámetro 0.2 a 1 mm.
- Lofóforo en forma de herradura, 1-2 mm de longitud (hasta 100 tentáculos), pero en el plano mediano los tentáculos orales son tan cortos como los tentáculos anales.
- Nefridios de un solo nefrostoma, seguido de una rama descendente que se continúa por una rama ascendente que se abre por el nefridioporo sobre la papila anal al nivel del ano.
- Una sola fibra nerviosa gigante, en la izquierda (diámetro 7-40 μm), pero carece de mesenterio lateral izquierdo (esta ausencia se representa mediante línea de trazo discuntinuo en las fórmulas musculares).

 Músculos longitudinales de forma pinnada (monaxónicos); la fórmula general es:

$$[18-39]$$
 $\frac{3-13}{2-8}$  $\frac{5-12}{3-8}$ 

y la fórmula media es:

$$26 = \frac{9 \mid 9}{4 \mid 4}$$

- Presenta reproducción asexual por medio de escisión transversal.
- Reproducción sexual: dioica; las hembras sueltan los huevos directamente en el agua del mar; machos con órganos lofoforales anchos y glandulares.

Diagnosis de la larva: Actinotrocha branchiata Müller, 1846

Es uno de los casos de larva descrita con anterioridad al descubrimiento del adulto. Alcanza un tamaño poco frecuente entre las larvas de Foronídeos (alrededor de 2 mm de longitud) y el número de tentáculos alcanza los 21 pares. El cuerpo es transparente, con amebocitos pigmentados; posee dos masas sanguíneas: el estómago presenta un par de divertículos. Los especímenes inmediatamente antes de sufrir la metamorfosis muestran los tentáculos definitivos bajo los larvarios. Esta larva posee órgano piriforme sobre la parte anterior del lóbulo preoral.

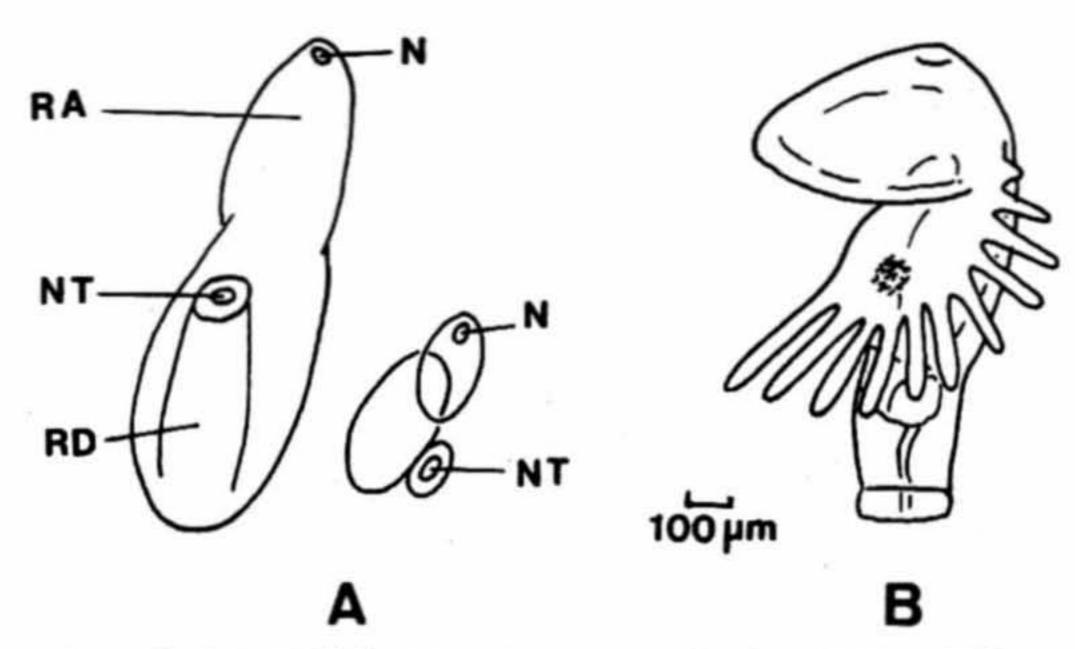


Fig. 7. - Phoronis muelleri. A. Nefridio; B. Actinotroca en vista lateral; N: nefridioporo; NT: nefrostoma; RA: rama ascendente; RD: rama descendente.

Según Emig (1982a), las larvas Actinotrocha brownei Selys-Longchamps, 1907 y Actinotrocha B y D, descritas por Ikeda (1901) podrían pertenecer a A. branchiata.

# Datos ecológicos en nuestras costas

Esta especie fue la primera de la clase Foronídeos encontrada en la Península Ibérica, por Anadón y Anadón (1973), en la playa de La Ladeira (ría de Vigo), en un estero que se forma en la desembocadura de los ríos Miñor y Belesar. Estos autores hallaron un único ejemplar, en el piso intermareal a 0.60 m de altura sobre el nivel 0 de marea, en una estación que presenta arena fina bastante seleccionada.

Los mismos autores dan cuenta de una captura, en septiembre de 1972, de un ejemplar de larva actinotroca, en aguas de la ensenada de Bayona, muy próxima, por tanto, a la zona donde fue encontrado el adulto.

Recientemente, Quintino ha encontrado esta especie en una estación del Lago de Obidos (Portugal).

### Distribución mundial

P. muelleri es una especie cosmopolita, señalada en las costas mediterráneas de Italia, Yugoslavia, Grecia y Egipto, en el Atlántico europeo en Gran Bretaña, Alemania, Noruega, Suecia y las Azores, así como en las costas Este de Canadá y de los EE.UU., en el canal de Mozambique, Australia y las costas del Pacífico de URSS y de Panamá.

Phoronis Psammophila Cori, 1889.

P. sabatieri Roule, 1889, P. architecta Andrews, 1890.

# Diagnosis del adulto (Fig. 8)

- Especie que vive enterrada verticalmente en sedimentos blandos, generalmente arenosos o a veces de praderas de fanerógamas marinas o en sedimentos arenosofangosos (zona intermareal hasta los 35 m de profundidad, pero más frecuentemente entre 0 y 10 m). Longitud en extensión hasta 190 mm, diámetro 0.5 a 2 mm.
- Lofóforo en forma de herradura, de 1.5 a 2.5 mm de longitud (hasta 190 tentáculos).
- Nefridios de un solo nefrostoma seguido de una rama descendente y otra ascendente que se abre por el nefridioporo sobre la papila anal, bajo el ano.
  - Una sola fibra nerviosa gigante, por

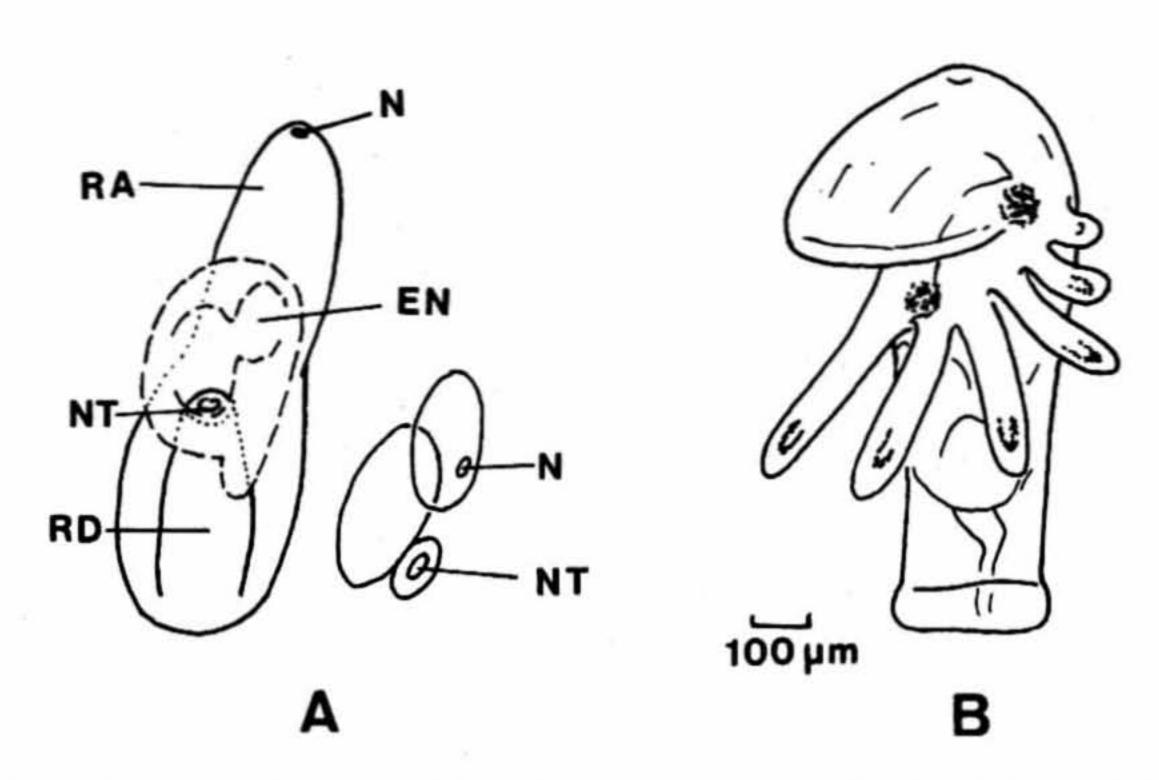


Fig. 8. - Phoronis psammophila. A. Nefridio; B. Actinotroca en vista lateral; EN: epitelio nefridial desarrollado; N: nefrido; NT: nefrostoma; RA: rama ascendente; RD: rama descendente.

la izquierda (diámetro: 7-27 μm) próxima a la unión del mesenterio lateral de ese lado a la pared del tronco.

– Músculos longitudinales de forma pinnada (monaxónicos); la fórmula general es:

$$[24-53] \frac{7-19}{4-11} | \frac{7-18}{4-11}$$

y la fórmula media es:

$$35 = \frac{12 | 11}{6 | 6}$$

- Presenta reproducción asexual por escisión transversal.
- Reproducción sexual: dioica; las hembras incuban los embriones en glándulas nidamentarias del tipo 2c (en la concavidad lofoforal y en la base interna de los tentáculos internos); órganos lofoforales anchos y glandulares.

Diagnosis de la larva: Actinotrocha sabatieri Roule, 1896

Su longitud es de aproximadamente 0.6 mm y presenta en un principio un par de manchas pigmentarias localizadas a ambos lados de la placa apical; posteriormente se localizan amebocitos pigmentados en el ápice de los tentáculos. No aparecen más de 12 tentáculos larvarios. Los tentáculos del adulto surgen inicialmente como engrosamientos de la pared de los tentáculos larvarios. Presenta un divertículo estomacal impar; un total de tres manchas sanguíneas, una medioventral y las otras dos a ambos lados del estómago.

Según Emig (1982 a) varias actinotrocas descritas podrían ser consideradas como sinónimas de A. sabatieri: A. metschnikoffi Selys-Longchamps, 1907, A. wilsoni (Selys-Longchamps, 1907), A. hatscheki Selys-Longchamps, 1907, A. ashworthi Selys-Longchamps, 1907.

# Datos ecológicos en nuestras costas

Citaremos escuetamente las localidades donde se ha recogido esta especie, dado que ha sido objeto de un estudio detallado (García-Carrascosa et al., en prensa), debido a la abundancia de material recolectado.

Fue encontrada en primer lugar por Viéitez (1977) en el piso intermareal de la playa de Meira (ría de Vigo); G. San Martín la encontró en fondos de praderas de Posidonia oceanica, entre sus rizomas, a 5 m de profundidad, al N de la Isla de Ibiza en Sas Caló des Moro, próximo a San Antonio Abad (octubre de 1980); el sustrato era de arena bastante gruesa. Posteriormente ha sido citada por López-Cotelo et al. (1982) en el Arenal del Puntal (Bahía de Santander), por Benito y Nieto (1985) en la playa de Santoña (Santander), por Rodríguez-Babío et al. (1985) en el Delta del Ebro y, por último, recientemente Quintino la ha encontrado en dos localidades de la costa atlántica portuguesa: Lago de Albufeira, donde caracteriza una facies de empobrecimiento de una población lagunar de Abra ovata-Heteromastus filiformis, en sustrato fangoso y Lago de Obidos, donde P. psammophila está bien representada junto con especies consideradas como indicadoras de enriquecimiento orgánico, singularmente, H. filiformis, Capitella capitata, Malacoceros fuliginosus y Tubificoides benedeni.

#### Distribución mundial

P. psammophila es también una especie cosmopolita con numerosas citas de las costas mediterráneas francesas, italianas y argelinas, en la Europa atlántica en Francia y Alemania, así como en las costas norteamericanas, en las Azores, Costa de Marfil, Madagascar y canal de Mozambique, India, Australia, Islas Salomón, Hawaii, Panamá y Brasil.

Phoronis pallida (Schneider, 1862).

Diagnosis del adulto (Fig. 9)

- Especie que vive enterrada verticalmente en un sedimento de tipo arenoso o arenoso-fangoso (de 1 a 25 m de profundidad). Longitud en extensión hasta 140 mm, diámetro 0.3 a 1 mm.

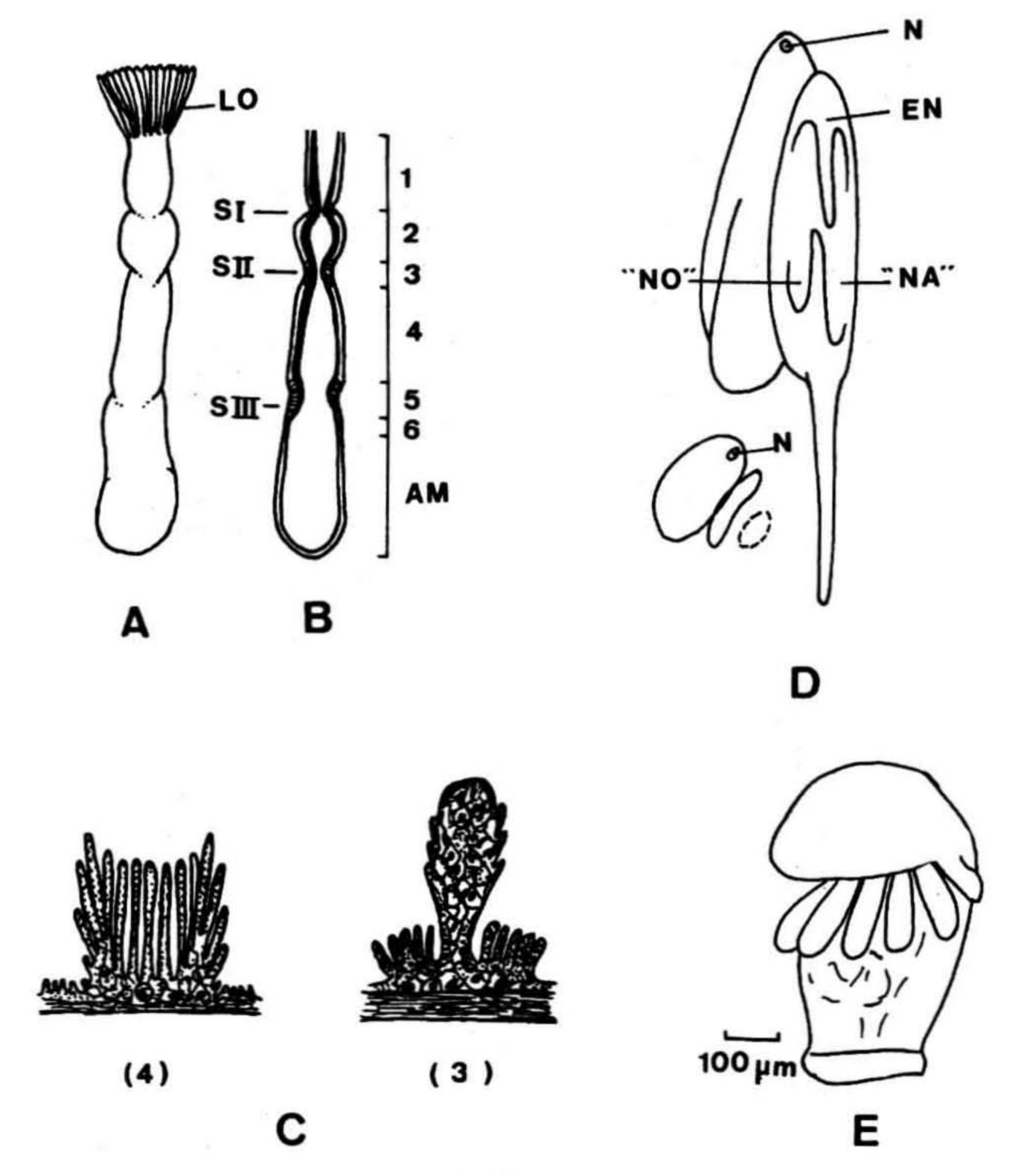


Fig. 9.—Phoronis pallida. A. Aspecto general del cuerpo, en el que se aprecian las tres constricciones anulares del metasoma; B. Esquema del metasoma en el que se señalan las seis regiones en que está dividido; C. Aspecto de las bandas musculares longitudinales, en sección transversal, en las zonas 4 y 3 (Según Silén, 1952); D. Nefridio; E. Actinotroca en vista lateral; AM: ampolla; EN: epitelio nefridial desarrollado; LO: lofóforo; N: nefróporo; «NA»: pseudoembudo anal; «NO»: pseudoembudo oral; SI, SII y SIII: esfínteres 1.°, 2.° y 3.°, respectivamente; N.° 1 a 6: cada una de las seis zonas del metasoma.

- Lofóforo en forma de herradura, de 2 a 2.5 mm de longitud (hasta 140 tentáculos).
- Nefridios de un solo nefrostoma con desarrollo del epitelio nefridial de modo que forma dos pseudo-embudos (el anal ligeramente más grande que el oral), seguidos de una rama descendente y una rama

ascendente que se abre por el nefridioporo sobre la papila anal a nivel del ano.

- Una sola fibra nerviosa gigante, por la izquierda (diámetro: 10-20 μm).
- Músculos longitudinales de forma pinnada (monaxónicos), pero dividido en seis zonas en el metasoma y con una mus-

culatura circular que presenta tres esfínteres. La fórmula general es:

$$[17-19] \frac{5-6 \mid 5}{4 \mid 3-4}$$

y la fórmula media es:

$$18 = \frac{5|5|}{4|4|}$$

- ¿Reproducción asexual?
- Reproducción sexual: hermafrodita.
   Los óvulos son expulsados directamente al agua del mar; poseen órganos lofoforales anchos y glandulares.

Diagnosis de la larva: Actinotrocha pallida Schneider, 1862

Esta larva, descrita por Schneider (1862) y posteriormente por Silén (1952, 1954), es pequeña (0.6 mm de longitud como máximo), opaca y de color amarillento blanquecino. Existe un divertículo estomacal impar, así como una única masa sanguínea, por fusión de un par, en la línea medioventral, bajo el estómago. El número máximo de tentáculos es de diez, aunque a veces aparece un par suplementario inmediatamente antes de la metamorfosis.

# Datos ecológicos en nuestras costas

Esta especie ha sido citada de los fondos arenosos de la playa de Combarro en la ría de Pontevedra (Viéitez y Emig, 1979). Se encontró un único ejemplar en una estación situada en el piso intermareal a 0.70 m sobre el nivel 0 de marea y se encontraba formando parte de una comunidad Boreal Lusitánica de Tellina, en una zona de transición hacia la ocupada por una comunidad Reducida de Macoma; en el seno de estas comunidades también ha sido encontrado P. psammophila en otras localidades.

#### Distribución mundial

A partir de las pocas citas que se conocen de P. pallida y lo disperso de las mismas, podemos deducir que se trata de una especie cuya distribución es muy mal conocida. Ha sido citada en Suecia, Alemania, California, Australia y Madagascar. Phoronis sp.

Existen dos citas en distintas localidades de la ría de Arosa (Galicia), cuyos ejemplares no hemos tenido oportunidad de estudiar directamente. Una de ellas se debe a Mora (1980) para una captura efectuada en el piso infralitoral de dicha ría, hacia su zona media, mientras que la otra es de Penas y González (1983) y corresponde a una colecta realizada en una playa arenosa del piso intermareal, en la orilla Sur.

#### CONCLUSIONES

De las diez especies existentes de Foronídeos, se conocen de las costas de la Península Ibérica e Islas Baleares solamente cinco: Phoronis hippocrepia, P. australis, P. muelleri, P. psammophila y P. pallida, cuyas citas están muy irregularmente distribuidas por nuestras costas, reflejando más bien cuales son las zonas que están mejor estudiadas que un patrón biogeográfico definido.

La amplia distribución mundial de todas las especies de esta clase, así como lo irregular de la misma, indica lo poco conocido que es este grupo a esa escala, por lo que no deberá resultar sorprendente que en un futuro más o menos próximo nuevas especies sean encontradas en nuestro litoral. No obstante, debido a la proximidad relativa de algunas citas, opinamos que es probable que a las ya mencionadas se deba añadir en fechas venideras P. ovalis, que ha sido citada del Atlántico boreal europeo hasta Francia, e incluso en este mismo país ha sido citada en la localidad mediterránea de Banyuls, y posiblemente también Phoronopsis harmeri que ha sido encontrada en las Islas Azores.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se inscribe dentro de los proyectos de investigación 1 858-83 y 2 202-83 de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, correspondientes a los Departamentos de Zoología de las Facultades de Biológicas de las Universidades de Valencia y Alcalá de Henares, respectivamente.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- ANADÓN, R. & E. ANADÓN (1973). «Primera cita para España del Phylum Phoronida», Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.), 71: 193-200.
- ANDREWS, E. A. (1890). «On a new species of the remarkable animal *Photonis*», Ann. Mag. nat. Hist., 5: 445-449.
- BENEDEN. P. VAN (1858), «Note sur un annélide cephalobranche sans soies, désigné sous le nom de Crepina», Ann. Sci. nat., 10: 11-23.
- BENHAM. W. B. (1889). «The anatomy of Phoronis australis», Q. Jl microsc. Sci., 30: 125-158.
- BENITO, J. & F. NIETO (1985). «Estudio faunístico de las comunidades bentónicas de la ría de Santoña», VII Bienal R. Soc. Española Hist. Nat., Barcelona (Resúmenes): 162.
- CORI, C. J. (1889). «Beitrag zur Anatomie der Phoronis», Inaug. Diss. Prag., 48 pp.
- EMIG. C. C. (1977). «Notes sur la localisation, l'écologie et la taxonomie des Phoronidiens», Téthys, 7 (4): 357-364.
- EMIG, C. C. (1979). British and other Photonids, «Synopses of the British Fauna», Academic Press, Londres, 13: 57 pp.
- EMIG. C. C. (1982 a). «The biology of Phoronida», Adv. mar. Biol., 19: 1-89.
- EMIG, C. C. (1982 b). «Nouvelles léalisations de Phoronidiens (Lophophorata)», Téthys, 10 (3): 287-290.
- EMIG. C. C. (1984). «On the origin of the lophophorates», Z. zool. Syst. Evolut. forsch., 22 (2): 91-94.
- EMIG. C. C. (1985). «Phylogenetic systematics in Phoronida (Lophorata)», Z. zool. Syst. Evolut. forsch., 23 (3): 184-193.
- GARCÍA CARRASCOSA. A. M., C. RODRÍGUEZ-BABÍO.

  J. M. VIÉITEZ. & C. C. EMIG (en prensa). «Contribución al conocimiento de la ecología y las fórmulas musculares de *Photonis psammophila*, Cori, en las costas Ibéricas».
- GILCHRIST, J. D. (1907). «New forms of the Hemichordata from South Africa», Trans. S. Afr. phil. Soc., 17: 151-176.
- GÓMEZ-GAS, J. J. (1982). Estudio faunístico y ecológico de las taxocenosis de Políquetos y Moluscos de la playa de «La Ribeira» (Asturias), Tesina de Licenciatura, Univ. Autónoma de Madrid, 141 pp.
- IKEDA, I. (1901). «Observations on the development, structure and metamorphosis of Actinotrocha», J. Coll. imp. Univ. Tokyo, 13: 507-592.
- LÓPEZ-COTELO, I., J. M. VIÉITEZ, & F. DÍAZ-PINEDA (1982). «Tipos de comunidades bentónicas de la playa del Puntal (Bahía de Santander)», Cah. Biol. mar., 23: 53-69.

- MCINTOSH, W. C. (1888). «Report on Photonis buskii n. sp., dredged during the voyage of HMS Challenger 1873-1876», Voyage HMS Challenger, Zool., 27 (75): 1-27.
- MORA, J. (1980). Poblaciones bentónicas de la ría de Arosa, Tesis Doctoral, Univ. Santiago de Compostela, 335 pp.
- MÜLLER, J. (1846). «Bericht über einige Tiereformen der Nordsee», Arch. Anat. Physiol., 13: 101-104.
- OCHARÁN, F. J. (1978). «Primera cita para la Península Ibérica de *Phoronis hippocrepia*», Wright, 1856 (Phoronida), Rev. Fac. Cienc. Univ., Oviedo, 17-19: 393-397.
- PENAS, E. & G. GONZÁLEZ (1983). «Relationships between benthic infauna and environmental factors in three beaches of the ría de Arosa embayment (Spain) using canonical correlation analysis», J. exp. mar. Biol. Ecol., 68: 245-256.
- RODRÍGUEZ-BABÍO, C., J. M. FERRER, A. M. GAR-CÍA CARRASCOSA & E. VALERO (1985). «Sobre la presencia de *Phoronis psammophila* Cori en el Delta del Ebro», VII Bienal R. Soc. Española Hist. Nat. Barcelona (Resúmenes): 118.
- ROULE, L. (1889). «Sur une nouvelle espèce méditerranéenne du genre *Phoronis*», C. R. Acad. Sci., Paris, 109: 195-196.
- ROULE, L. (1896). «Sur les metamorphoses larvaires de *Photonis sabatieri*», C. R. Acad. Sci., Paris, 122: 1 343-1 345.
- RULE, L. (1900), «Etude sur le développment embryonnaire des Phoronidiens», Ann. Sci. nat., 11: 51-251.
- SELYS-LONGCHAMPS, M. DE (1903). «Ueber Photonis und Actinotrocha bei Helgoland», Wiss. Meeresunters. (Abt. Helgoland), 6: 1-56.
- SELYS-LONGCHAMPS, M. DE (1907). Phoronis, Fauna Flora Golf Neapel, 30: 280 pp.
- SILÉN, L. (1952). «Research on Phoronida of the Gullmar Fiord area», West coast of Sweden, Ark. Zool., 4 (4): 95-140.
- SILÉN, L. (1954). «Developmental biology of Phoronidea of Gullmar Fjord area», West coast of Sweden, Acta Zoologica, 35: 215-257.
- VIÉITEZ, J. M. (1977). «Primera cita para España de la especie Phoronis psammophila Cori», Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.), 75: 243-248.
- VIÉITEZ. J. M. & C. C. EMIG (1979). «Presencia de Phoronis pallida (Schneider, 1862) (Poronida, Lophophorata) en la costa atlántica española», Téthys, 9 (1): 91-92.
- WRIGHT, T. S. (1856). «Description of two tubicolar animals», Edinburgh New Philosophical Jour, 4: 313.

Manuscrito recibido en abril de 1987