

APORTACIONES AL ESTUDIO MORFOLOGICO DE ALGUNAS ESPECIES DE COPEPODOS PARASITOS DE PECES DEL LITORAL MEDITERRANEO

M. POQUET

Poquet, M., 1979. Aportaciones al estudio morfológico de algunas especies de copépodos de peces del litoral mediterráneo. *Misc. Zool.* 5: 161-171. Barcelona.

Four different species of parasitic copepoda of fishes have been studied: *Caligus minimus*, *Caligus bonito*, *Lernanthropus kroyeri* and *Lernaeolophus sultanus*. Their external morphology has been observed with the scanning microscope, especially some ultrastructural details that are present in the mouth, legs and organs of attachment to the host.

M. Poquet, Depto. de Morfología microscópica, Fac. de Biología, Universidad de Barcelona, Gran Vía 585, Barcelona 7.

INTRODUCCIÓN

El gran polimorfismo, que presentan los copépodos parásitos, ha motivado numerosos estudios sobre este grupo de crustáceos. Su extensa distribución geográfica queda bien patente en todos los trabajos publicados al respecto. Cabe destacar las publicaciones sobre copépodos parásitos de peces de las costas del Mediterráneo de DELAMARE - DEBOUTTEVILLE (1958), así como los estudios efectuados por A. BRIAN (1873-1969), cuya obra bibliográfica ha sido recopilada por CARLI & BRUZZONE (1973). Respecto a los copépodos parásitos recolectados en las costas españolas CORDERO DEL CAMPILLO y colaboradores (1978) han publicado una compilación de los mismos.

La subclase de los copépodos parásitos ha sido ampliamente sistematizada por YAMAGUTI (1963), aunque posteriormente y de forma continua han ido publicándose descripciones de nuevos géneros, especies y variedades. Sin embargo, tan solo algunos autores han tratado el estudio de la estructura interna y la biología de los copépodos parásitos. FAHRENBAACH (1962) y PARK (1966) iniciaron un importante avance en este sentido con el estudio histológico y biológico de dos géneros de copépodos libres pertenecientes a los ór-

denes de los harpacticoides y calanoides respectivamente. Uno de los géneros de copépodos parásitos mejor estudiados ha sido *Lernaeocera branchialis*, parásito de distintas especies de gádidos (CAPART, 1948), quedando así establecidos los rasgos morfológicos y biológicos de la familia de los lerneidos. Posteriormente, otros géneros han sido motivo de observaciones morfológicas (ELSABY, 1933; GNANAMUTHU, 1947; CARTON & LECHER, 1963; RIGBY & TUNNELL, 1971; NATARAJAN, 1972). Sin embargo, los estudios más recientes se han centrado en aspectos mas concretos de la biología y estructura de dichos copépodos, que adquieren una especial importancia dado su régimen de vida parasitario. En este sentido, se han observado importantes variaciones respecto a otros grupos de crustáceos a nivel cuticular, tanto en su composición química (KANNUPANDI, 1976) como a nivel estructural (DURFORT, 1976). Por otra parte, la importancia que el sistema de nutrición de los copépodos representa para el equilibrio de un ecosistema determinado ha motivado el estudio del sistema digestivo de copépodos calanoides (ONG & LAKE, 1969; RAYMONT, 1973), harpacticoides (YOSHIKOSHI, 1975) y ciclopoideos (BRIGGS, 1977). Sin embargo, los datos ultraestructurales que hemos encon-

trado en este sentido, relacionados con los copépodos parásitos han sido escasos (MARINO & ONESTO, 1970; SUSHEELA ELIZABETH JOHN, 1975). La complejidad del sistema reproductor de distintos géneros de copépodos parásitos, ha sido también motivo de estudio por parte de diversos autores (LÓPEZ & BARGALLÓ, 1976; DURFORT, 1977; ROUSSET, 1978; CAILLET & RAIBAUT, 1978).

Es evidente que todas estas nuevas aportaciones contribuyen en gran parte a un mejor conocimiento de las adaptaciones orgánicas al parasitismo, así como de los efectos que los copépodos parásitos pueden llegar a provocar a sus distintos huéspedes (CARTON, 1967; BRIGGS, 1976). Hay que considerar también el interés de este estudio centrado en animales cuya utilización tiene una gran importancia económica (KORRINGA, 1951) y en los que pueden llegar a producir graves infecciones (MANN, 1965; KABATA, 1970) que producen una disminución de su tasa de productividad y en ocasiones una gran mortandad. Es por esto que los resultados de estos estudios puede contribuir a lograr tratamientos más adecuados para los distintos tipos de alteraciones y en el desarrollo de técnicas preventivas en los tanques de cría de peces, aspecto cada vez más importante dado el auge actual que ha adquirido la acuicultura en muchos países.

ESPECIES ESTUDIADAS

Según la clasificación ya citada por YAMAGUTI (1963), la posición sistemática de las cuatro especies de copépodos parásitos estudiados es la siguiente:

- Orden caligidea
- Superfamilia: Caligoidea
- Caligus bonito* (Wilson, 1905)
- Familia : Caligidae
- Subfamilia : Caligininae
- Especies : *Caligus minimus* (Otto, 1828; Brian, 1935)

- Superfamilia: Dichelesthioidea
- Familia : Anthosomatidae
- Especie : *Lernanthropus kröyeri* (Van Beneden, 1851)

- Superfamilia: Lernaеоidea
- Familia : Lernaеoceridae
- Especie : *Lernaеolophus sultanus* (Nordmann, 1864)

Los peces parasitados proceden de tres localidades distintas de las costas mediterráneas (fig. 1), habiéndose realizado la mayor parte de las capturas en las cercanías de Tossa (Prov. de Girona).

La presencia de *Caligus bonito* sólo se ha podido observar, por el momento, en 3 ejemplares de *Sarda sarda*, habiéndose hallado un total de 33 copépodos. Por el momento no se ha determinado la frecuencia de aparición de dicha especie.

Las otras tres especies citadas las hemos hallado en *Dicentrarchus labrax*, encontrando en algunos casos las tres especies en un mismo ejemplar de lubina. La distribución cuantitativa de los copépodos así como su localización en el cuerpo del huésped, viene señalada en la tabla 1. (2)

Hasta el momento no hemos encontrado ninguna referencia bibliográfica respecto a la presencia de *Lernaеolophus* en lubinas, pero sí en otros peces pertenecientes a muy distintas familias, lo cual viene a ratificar la calificación de especie ubiquista que le asigna RAIBAUT (1971) en razón de su capacidad de parasitar peces muy diferentes. La ubicación de *Caligus minimus* y *Lernanthropus* sp. sobre *Dicentrarchus labrax* coincide básicamente con las ya citadas por Raibaut, aunque en nuestras observaciones hemos podido constatar la presencia de *C. minimus* sobre el tegumento del pez causando, en algunos casos, visibles tumoraciones que por el momento no han sido estudiadas.

En las muestras obtenidas, únicamente se han encontrado ejemplares de ambos sexos de las dos especies de *Caligus*, en cambio, de *Lernanthropus* y *Lernaеolophus* solamente se han encontrado ejemplares hembras.

(2) El valor de los porcentajes puede variar en los sucesivos muestreos, ya que los ejemplares obtenidos hasta el momento corresponden al período septiembre 1978 - abril 1979, en que la pesca de lubinas descende considerablemente en los meses de enero y febrero.

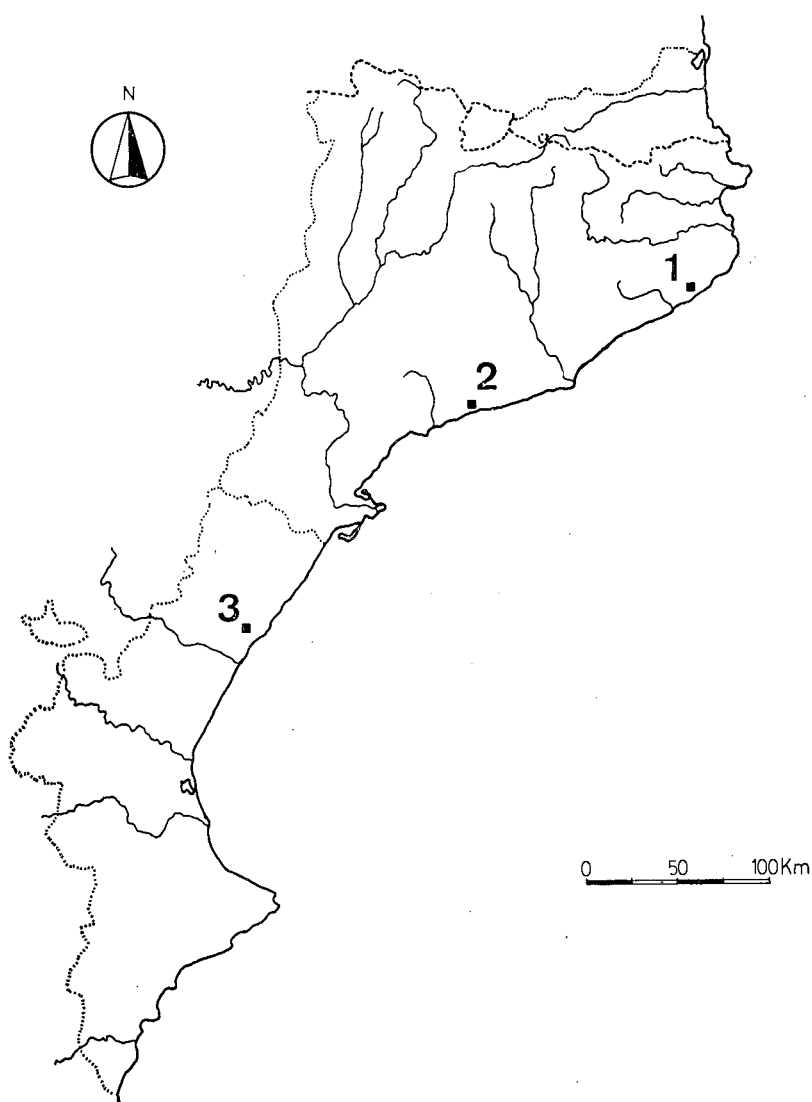


Fig. 1. Situación geográfica de las localidades de captura de los peces parasitados. 1. Tossa (Prov. de Girona); 2. Sitges (Prov. de Barcelona); 3. Castellò (Prov. de Castellò de la Plana).

METODOLOGIA

Los ejemplares obtenidos han sido conservados, en algunos casos, en agua de mar a 4°C, logrando mantenerlos vivos hasta cuatro días. La metodología detallada a continuación se ha aplicado siempre a ejemplares enteros y vivos.

Tratamiento del material para su estudio con el microscopio óptico.

El material destinado a la observación en microscopía óptica ha sido fijado con los métodos habituales, empleando como fijadores químicos: formol (6 %), líquido de Bouin, líquido de Zenker y líquido de

Tabla 1

	n.º peces parasitados %	huésped	n.º parásitos/ huésped	localización
<i>Caligus bonito</i>	—	<i>Sarda sarda</i>	2	cavidad bucal, opérculo (parte interna)
<i>Caligus minimus</i>	60	<i>Dicentrarchus labrax</i>	9	cavidad bucal, opérculo, tegumento
<i>Lernanthropus kroyeri</i>	35	"	4	Branquias
<i>Lernaeolophus sultanus</i>	53	"	2	Cavidad bucal

Pampel, este último específico para preservar la cutícula quitinizada.

Los ejemplares han sido posteriormente transparentados con KOH (10 %) durante dos días y posteriormente teñidos con fucsina ácida (1 %) durante 2 a 3 horas, según la técnica utilizada por DURFORT (1975). Se logra así, una mejor visualización de los detalles morfológicos externos, principalmente de los apéndices bucales y patas. También se obtienen buenos resultados efectuando el transparentado de los tejidos con aceite de cedro durante 3 ó 4 meses (RIGBY, 1971), obteniéndose excelentes resultados para la observación de la musculatura.

Tratamiento del material para su estudio con el microscopio electrónico de barrido.

Se ha utilizado el método de la doble fijación consistente en una primera fijación con paraformaldehído (2 %)-Glutaraldehído (2'5 %), tamponados con Sörensen o con tampón cacodilato 0'1N, quedando ajustado el pH entre 7'2 y 7'4. La posterior fijación se ha realizado con tetróxido de osmio (1'5 %), también tamponado como en el caso anterior. Todo este proceso ha de efectuarse a una temperatura de 4°C. Posteriormente se lleva a cabo la deshidratación de las muestras mediante

una serie progresiva de alcoholes (A 30, A 50, A 70,..., A A) durante intervalos de tiempo de 15 a 30 minutos, a temperatura ambiente.

Antes de proceder a la desecación del material, se introduce éste en una mezcla de alcohol absoluto y acetato de amilo, en proporciones que van variando progresivamente (3:1; 2:2; 1:3), hasta dejar la muestra en acetato de amilo puro, el cual constituye el medio intermedio más adecuado entre el alcohol absoluto y el anhídrido carbónico al que se somete posteriormente. La desecación total del material se realiza utilizando la técnica del punto crítico y finalmente se procede al metalizado de la muestra con vapores de oro mediante la técnica de «sputtering».

Las observaciones han sido realizadas en un microscopio Cambridge Stereoscan S-4, del Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Barcelona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio nos hemos centrado básicamente en la observación de aquellas estructuras que parecen estar más directamente implicadas en la función de adherencia al huésped, así como de

algunas peculiaridades de tipo morfológico que presenta su anatomía externa.

Algunos autores como YAMAGUTI (1963) KABATA (1970) y RAIBAUT (1971, 1977) han realizado una completa redesccripción de las especies aquí citadas (fig. 2). Sin embargo, hasta el momento, no hemos encontrado ninguna referencia a las características especiales que presentan algunas zonas del cuerpo, observadas con el microscopio electrónico de barrido y que a continuación detallamos.

Caligus. Aunque el tamaño de las dos especies de *Caligus* estudiadas (ejemplares hembras) difiere considerablemente (*C. minimus*: 4.2 mm; *C. bonito*: 8.0 mm), ambos presentan la característica común a la familia de los Caligidae (KABATA, 1970): el ensanchamiento del segmento genital.

La tonalidad grisácea de *C. minimus* y la parcial pigmentación rojiza de la placa dorsal que presenta *C. bonito*, permiten una fácil visualización de su localización en la mucosa de la boca y de la parte interna del opérculo. Tanto *C. minimus* como *C. bonito*, pueden nadar libremente y desplazarse por encima de una superficie, una vez fuera del contacto del huésped. Esto es debido al considerable desarrollo de sus cinco pares de patas torácicas (fig. 4) que dan a su avance en el agua un característico movimiento a sacudidas (jerking).

El sistema de anclaje al huésped, lo realiza *Caligus* merced al tercer par de patas torácicas y a las lúnulas (figs. 4 y 6) situadas en la parte frontal de la placa que recubre la región cefálica y parte del tórax. El diámetro de cada una de estas lúnulas o discos es de 190 μ y la forma cóncava y la estriación que presentan interiormente favorece, sin duda, la función de adherencia que realizan estos órganos. Al mismo tiempo, la convexidad del escudo o placa que recubre la parte superior del cuerpo, permite una mayor cohesión entre *Caligus* y la superficie del cuerpo del huésped. En los bordes engrosados de dicha placa (fig. 4) puede

observarse una estriación y, ocasionalmente, la presencia de filamentos de 580 μ de longitud.

KABATA (1970) considera la posición ventral de la boca en los caligoides un rasgo común que les diferencia de los ciclopoideos, en los cuales, la boca no sobresale del resto de la superficie del cuerpo.

Por el contrario, en *Caligus*, la protuberancia de la parte bucal que se observa en la cara ventral es responsable en muchas ocasiones de lesiones en la piel del huésped. Hay que destacar la presencia de hileras de sedas tanto en el labio superior como en el inferior, cuya función podría ser la misma que ejercen las sedas que se encuentran en algunos de los segmentos de los apéndices bucales: filtración o aporte activo de partículas alimenticias hacia la boca (WICKSTEAD, 1961).

Lernanthropus kroyeri. La pigmentación rojiza de su cuerpo hace difícil su visualización por su cripsis homocrómica con la de las branquias de la lubina, entre cuyas láminas se encuentra, sobresaliendo únicamente entre los filamentos branquiales, los sacos ovígeros debido a su marcada longitud (7 mm). Los fijadores empleados para su estudio microscópico (Bouin, Pampel, Paraformaldehído - Glutaraldehído) destruyen, en todos los casos, los pigmentos, cuyos componentes posiblemente sean carotinoides, aunque todavía no han sido determinados.

En *Lernanthropus kroyeri* así como en *Lernaeolophus sultanus* no es posible observar las piezas y apéndices bucales del copépodo sin destrozar alguna pequeña parte de ellas, puesto que quedan ocultas por la complicada morfología de la región cefálica. Tampoco hemos podido observar en ninguno de los dos géneros movimientos libres de desplazamiento una vez están fuera de contacto con el huésped. En *Lernanthropus kroyeri* es posible que esto sea debido a la transformación que han sufrido el tercer y cuarto par de patas torácicas en expansiones laminares (fig. 8) La posición del tercer par de patas respecto al resto del cuerpo en forma de

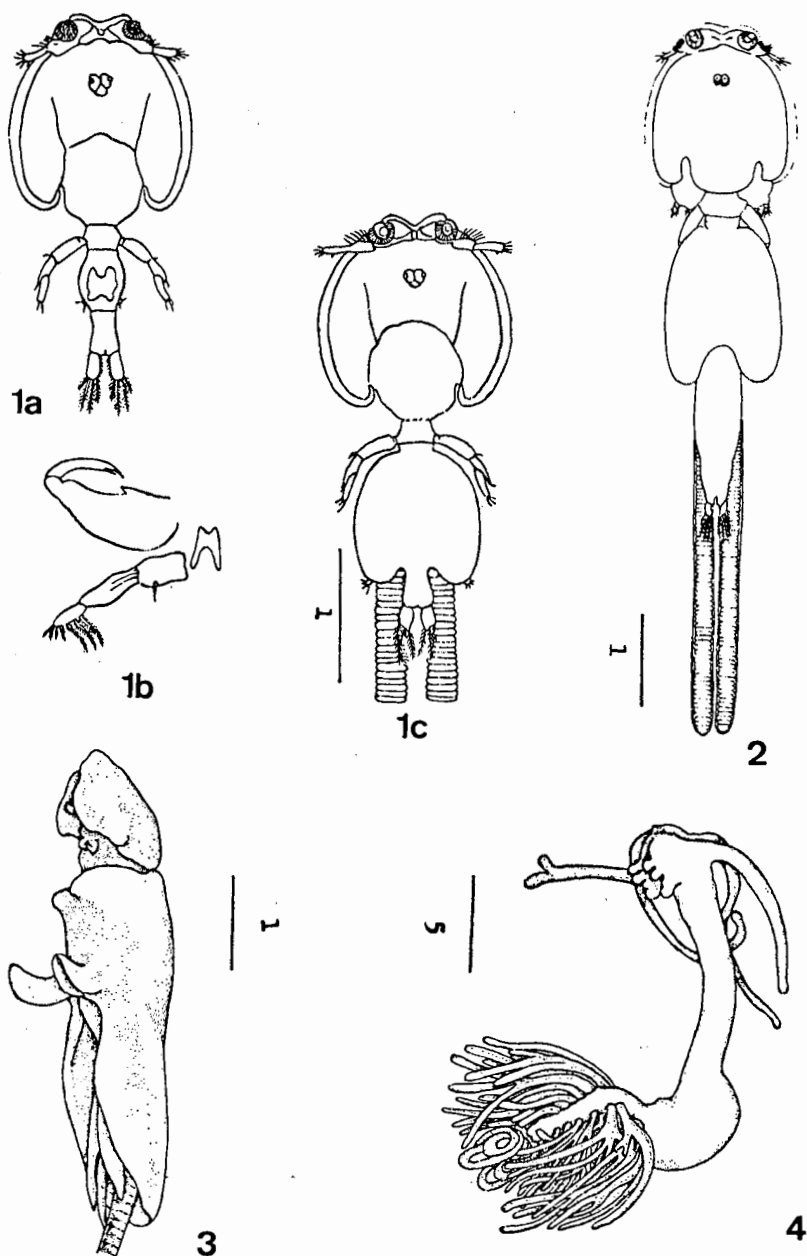


Fig 2. 1a. *Caligus minimus*: ejemplar macho; 1b. Segundo maxilípido, furca y primera pata; 1c. *Caligus minimus*: ejemplar hembra (a y c según MARKEWIRSCH, 1957; b según HELLER, 1868); 2. *Caligus bonito*, hembra (según YAMAGUTI, 1963); 3. *Lernanthropus kroyeri*: ejemplar hembra (según KABATA, 1970); 4. *Lernaecolophus sultanus*: ejemplar hembra (según WILSON, 1917). Escala en mm.

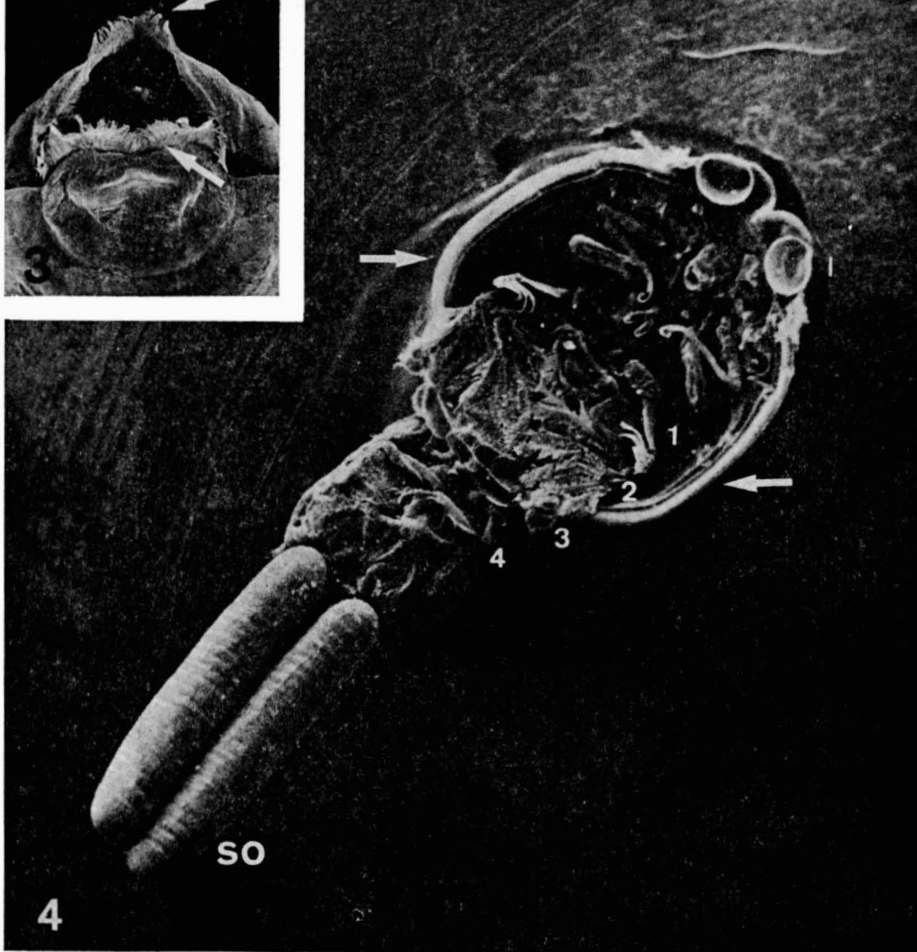


Fig. 3. Detalle de la región bucal de *C. minimus*, destacando la hilera de sedas que rodea el orificio bucal. 240X.

Fig. 4. Imagen de la región ventral del cuerpo de *Caligus minimus* (ejemplar hembra). Se observa el ribete engrosado de la placa dorsal que con la fusión del tercer par de patas contribuyen a la adherencia al huésped. 1: lúnulas; 1, 2, 3, 4: 1.º, 2.º, 3.º y 4.º par de patas respectivamente; so: sacos ovígeros. 30 X.

Fig. 5. Detalle de los apéndices peribucales de *Caligus minimus*. m: maxilas; mp: maxilípedos. 90x.

Fig. 6. Detalle de una de las lúnulas de la región frontal con marcadas estriaciones en el interior. 320X.

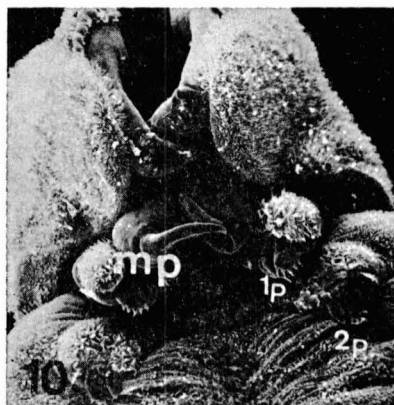
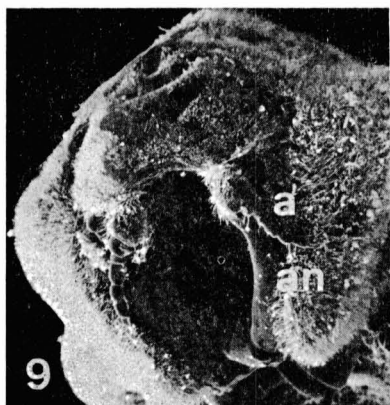
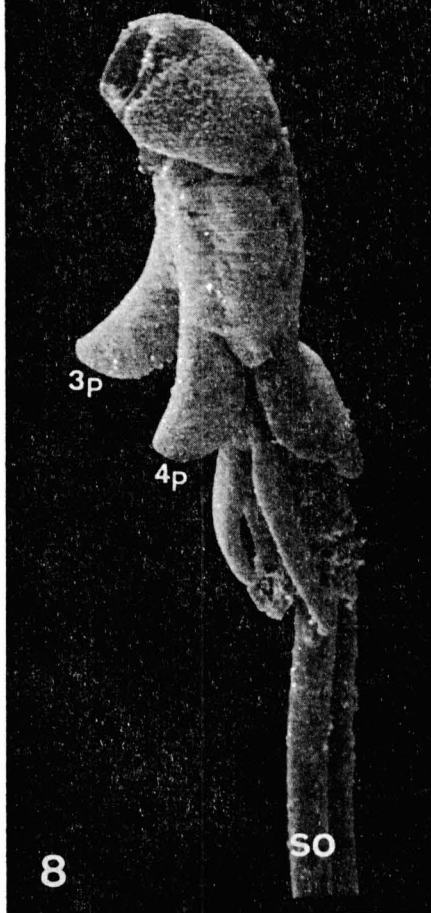
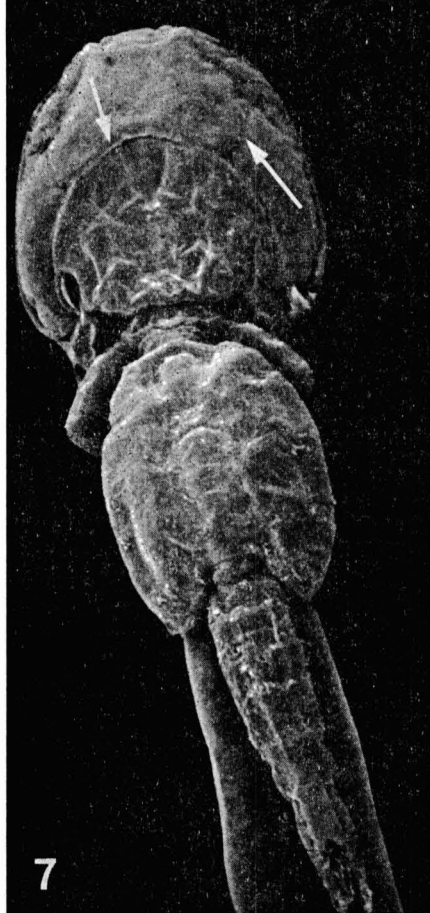


Fig. 7. Visión dorsal de un ejemplar hembra de *Caligus bonito*. Las flechas indican las líneas de fusión de las distintas placas que forman el escudo dorsal. Obsérvese asimismo el engrosamiento del segmento genital. 19X.

Fig. 8. Imagen dorsolateral de *Lernanthropus kroyeri* (ejemplar hembra). Toda la superficie del cuerpo, excepto los apéndices, se encuentra recubierta de pequeñas sedas, a modo de una pelusa. so: sacos ovígeros; 3p y 4p: tercer y cuarto par de patas torácicas. 23X.

Fig. 9. Detalle de la región cefálica de *Lernanthropus kroyeri*, mostrando el característico aspecto de la cutícula. a y an: primer y segundo par de antenas. 65X.

Fig. 10. Imagen ventral de los apéndices de *Lernanthropus kroyeri*. mp: maxilípedos; 1p y 2p: primer y segundo par de patas torácicas. 53X.

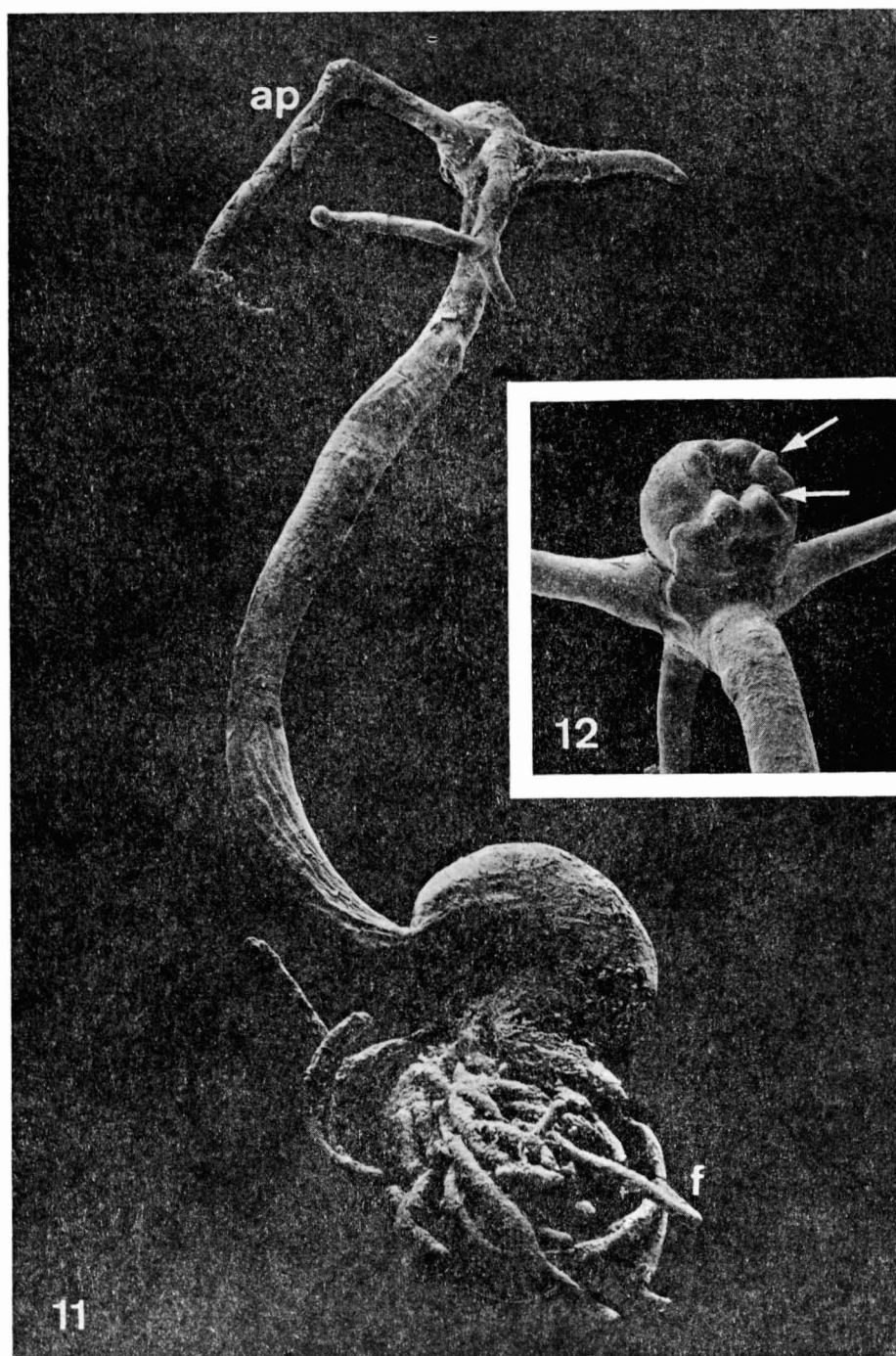


Fig. 11. Ejemplar hembra de *Lernaolophus sultanus*. En la porción anterior del cuerpo pueden observarse los apéndices cefálicos (ap) profundamente modificados. En el extremo opuesto, al final del abdomen, abundantes expansiones filamentosas (f) que ocultan los sacos ovígeros. 8X.

Fig. 12. Detalle de la cara ventral del cefalosoma de *L. sultanus*. Las flechas indican la situación de los pares de lobulaciones en la región peribucal. 10X.

ángulo recto, parece que facilita su adhesión al filamento branquial del pez, quedando sujeto longitudinalmente a éste, tal como indica RAIBAUT (1971). Sin embargo, la sujeción se realiza también merced al segundo par de antenas que se encuentran muy desarrolladas y al segundo par de maxilípedos (KABATA, 1970). En los ejemplares de lubinas parasitadas que hemos observado no parece que este tipo de anclaje provoque lesión alguna en los filamentos branquiales.

Lernaelophus sultanus. Hemos podido constatar las profundas modificaciones que presenta esta especie en los apéndices, así como en toda la parte anterior del cuerpo (fig. 11). Estas características le permiten excavar en los tejidos del huésped sobresaliendo únicamente, de la mucosa bucal de la lubina, los filamentos ramificados que se encuentran en la parte distal del abdomen y que destacan por su pigmentación rojiza. Recubren por completo los sacos ovígeros, extraordinariamente largos y completamente enrollados. La función de estas expansiones filamentosas parece ser fundamentalmente respiratoria, ya que su ubicación asegura un continuo contacto con el oxígeno del agua (MONTEROSSO, 1925).

Aunque las cuatro especies estudiadas son copépodos ectoparásitos, tanto su morfología como su localización y los efectos que producen en el huésped, representan distintos niveles de parasitismo, que debe tener incidencia en toda su biología. En este sentido hemos iniciado un estudio de la estructura y ultraestructura del sistema digestivo de dichos copépodos con las posibles modificaciones que puede presentar en relación con los distintos tipos de nutrición de cada uno de los géneros observados.

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. F. Vives (Barcelona), por su valiosa colaboración en la clasificación sistemática de los ejemplares estudiados. Asimismo a G. Saladich (Tossa de Mar, Girona) por la ayuda prestada en la captura de la mayor parte de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- BRIGGS, R. P., 1976. Biology of *Paranthessius anemoniae* in association with anemone hosts. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 56:917-924.
- 1977. Structural observations on the alimentary canal of *Paranthessius anemoniae*, a copepod associate of the snakelocks anemone *Anemonia sulcata*. *Journal of Zoology*, 182 (3): 353-368.
- CAILLET, C. & RAIBAUT, A., 1979. Observations expérimentales sur la sexualité du copépode Caligóide *Clavellodes macrotrachelus* (Brian, 1906), parasite branchial du Sar *Diplodus sargus* (Liné, 1758). *C. R. Acad. Sc. Paris.*, 288 (2): 223-226.
- CAPART, A., 1948. Le *Lernaecocera branchialis* (Liné, 1867). *La Cellule.*, LII (2): 159-212.
- CARLI, A. & BRUZZONE, C., 1973. Liste de copépodos parasites décrits par Alex. Brian. *Crustaceana.*, 25(2):129-132.
- CARTON, Y., 1967. Spécificité parasitaire de *Sabelliphilus sarsi*, parasite de *Spirograhis spallanzani*. II. Réactions histopathologiques des hôtes lors des contaminations expérimentales. *Arch. Zool. exptl. et gén.*, 108 (3): 387-411.
- CARTON, Y., & LECHER, P., 1963. Recherches sur l'anatomie interne et la biologie de *Selioides bocqueti* Carton. copépode parasite de l'aphroditidae *Scalissetosus assimilis* Mac Intosh. *Extr. Bull. Soc. Linnéenne de Normandie.*, 10(4):140-148.
- CORDERO DEL CAMPILLO, M., 1978. Índice catálogo de zooparásitos ibéricos. *Publ. de Fac. Veterinaria*. Universidad de Oviedo.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, C., 1958. Copépodos parasites des poissons méditerranéens 4e. Sér.). *Vie et Milieu*, 9(2):215-235.
- DURFORT, M., 1975. Técnicas de transparentat d'invertebrats i d'esquelets de vertebrats: aplicacions. *Circ. int. de la Institució Catalana d'Història Natural*. Barcelona.
- 1976. Estructura y ultraestructura del tegumento de *Mytilicola intestinalis*. *Steuer. Misc. Zool.* III(5):69-77. Barcelona.
- 1977. Ultraestructura de la gónada femenina de *Mytilicola intestinalis*. *Steuer. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 75:71-86.
- ELSABY, M. K., 1933. The internal morphology of several parasitic copepods. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 4:861-869.
- FAHRENBAACH, W. H., 1962. The biology of a harpacticoid copepod. *La Cellule.*, LXII (3):303-376.
- GNANAMUTHU, C. P., 1947. Notes on the anatomy and physiology of *Caligus savala* n. sp., a parasitic copepod from Madras Plankton. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 118:591-606.
- KABATA, Z., 1970. *Diseases of fishes. Crustacea as enemies of fishes*. T. F. H. Publications. New Jersey. 171 pp.
- 1979. *Parasitic copepoda of British fishes*. The Ray Society., 670 pp.

- KORRINGA, P. 1951. Le *Mytilicola intestinalis* Steuer (Copepoda parasitica) menace l'industrie moulière en Zelande. *Rev. Trav.*, 17.
- LÓPEZ, J. & BARGALLÓ, R. 1976. Espermatogénesis de crustáceos. IV. — Detalles de la espermiogénesis de *Mytilicola intestinalis* Steuer (Crustacea, copepoda). *VII Reunión Soc. Esp. Microsc. Electr.*, Córdoba.
- MANN, H., 1965. The significance of the copepods as parasites on sea animals used economically. *Symposium on Crustacea.*, part. III:1155-1160.
- MARINO, D. & ONESTO, E., 1970. La nutrizione dei saffirinidae (Copepodi) Struttura del canale alimentare di *Sapphirina augusta* Dana. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38:353-363.
- MONTEROSSO, F., 1925. Sur la struttura e la funzione delle appendici rizioidi cefaliche de *Peroderma cylindricum* Heller. *Boll. Acad. Sci. Nat. Catania*, 5a, 54:3-8.
- NATARAJAN, P. & BALAKRISHNAN NAIR, N., 1971. Observations on *Pseudocycnus armatus* (Basset-Smith) parasitic on *Indocybium guttatum*. *Hydrobiologia.*, 40 (1): 69-76.
- ONJ, E. & LAKE, P. S., 1969. The ultrastructural morphology of the midgut diverticulum of the calanoid copepod *Calanus helgolandicus* Claus (Crustacea). *Austr. J. Zool.*, 18:9-20.
- PARK, T. S., 1966. The biology of a calanoid copepod *Epilabidocera amphitrites* McMurrich. *La cellule.*, LXVI (2): 129-253.
- RAIBAUT, A. & HÉDI KTARI, M., 1971. *Lernaeolophus sultanus* (Nordmann, 1839) un copépode parasite de *Pagellus erythrinus* (L.) du golfe de Tunis. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche.*, Sallambô, 2(1):59-70.
- RAIBAUT, A., BEN HASSINE, O. K. & MAAMOURI, K., 1971. Copepodes parasites des poissons de Tunisie. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche. Sallambô.*, 2(2):169-197.
- 1977. Les copepodes parasites des Muges en Méditerranée. *Bull. Mus. natn. Hist. nat.*, 3e. sér., 472, Zool., 329:933-848.
- RAYMONT, J. E. G. & KRISHNASWAMY, S., 1974. Studies on the fine structure of copepoda. Observations on *Calanus finmarchicus* (Gunnerus). *Proc. R. Soc. Lond. (B).*, 185:409-424.
- RIGBY, D. & TUNNELL, N., 1971. Internal anatomy and histology of the female *Pseudocharopinus dentatus* (Copepoda Lernaeopodidae). *Trans. Am. microsc. Soc.*, 90:61-71.
- ROUSSET, V., RAIBAUT, A., MANIER, J. F., & COSTE, F., 1978. Reproduction et sexualité des copépodes parasites de poissons. 1. L'appareil reproducteur de *Chondrachanthus angustatus* Heller, 1865: anatomie, histologie et spermiogénèse. *Z. Parasitenkd.*, 55:73-89.
- SUSHEELA ELIZABETH JOHN, S. & BALAKRISHNAN, N., 1975. Functional morphology of the digestive system in *Pseudocycnus armatus* (a parasitic copepod). *Forma et functio.*, 8:361-386.
- WICKSTEAD, S. H., 1962. Food and feeding in pelagic copepods. *Proc. Zool. soc. Lond.*, 139(4): 545-555.
- YAMAGUTI, S., 1963. *Parasitic copepoda and branchiura of fishes*. Interscience Publ., London. 1104 pp.
- YOSHIKOSHI, K., 1975. On the structure and function of the alimentary canal of *Tigriopus japonicus* (Copepoda, Harpacticoida). *Histological structure. Bull. jap. Soc. sc. Fish.*, 41 (9): 929-935.