

Universidades Nacionales de Buenos Aires, La Plata y del Sur
P. E. de la Provincia de Buenos Aires
INSTITUTO DE BIOLOGIA MARINA

**Descripción de la Morfología Externa e Interna
del Langostino con Algunas Aplicaciones de Indole
Taxonómica y Biológica**
Hymenopenaeus mülleri (Bate)
Crustacea, fam. Penaeidae

POR

ENRIQUE E. BOSCHI Y VICTOR ANGELESCU

BOLETIN N.º 1

MAYO 1962

MAR DEL PLATA

S U M A R I O

<i>Introducción</i>	5
<i>Antecedentes bibliográficos</i>	6
I. Organización externa	8
a) Características generales	8
b) Céfalopereion (cefalotórax)	13
c) Aparato visual	13
d) Apéndices del céfalopereion	15
1) Apéndices sensoriales	15
2) Apéndices relacionados con el mecanismo de nutrición	15
3) Apéndices locomotores	15
e) Pleon y apéndices correspondientes	23
f) Telson	25
II. Organización interna	25
a) Características generales	25
b) Sistema nervioso	27
c) Aparato respiratorio	29
1) Disposición y división morfológica de las branquias	29
2) Fórmula branquial	31
d) Aparato circulatorio	33
1) Disposición general	33
2) Mecanismo de respiración	34
e) Aparato digestivo	34
1) División morfológica y funcional	34
2) Esófago	35
3) Estómago y dispositivo estomoedal	36
4) Intestino	42
5) Divertículo digestivo	42
f) Aparato excretor	44
g) Aparato reproductor	44
1) Aparato reproductor del macho	44
2) Aparato reproductor de la hembra	46
III. Dimorfismo sexual	48
a) Características generales	48
b) Caracteres sexuales secundarios en el macho	49
c) Caracteres sexuales secundarios en la hembra	50
IV. Caracteres morfológicos con aplicaciones de índole taxonómica y biológica	55
a) Generalidades	55
b) Determinación taxonómica de la especie	55
c) Adaptaciones funcionales y específicas	57
d) Desarrollo de las gonadas y los estadios del ciclo sexual	59
e) Interpretación de las relaciones morfométricas y gravimétricas	59
f) Grado de evolución morfológica del langostino y sus relaciones filogenéticas dentro del orden de los crustáceos decápodos	60
<i>Resumen y conclusiones</i>	66
<i>Summary</i>	68
<i>Bibliografía</i>	69

DESCRIPCION DE LA MORFOLOGIA EXTERNA E INTERNA DEL LANGOSTINO CON ALGUNAS APLICACIONES DE INDOLE TAXONOMICA Y BIOLOGICA

Hymenopenaeus mülleri (Bate)

Crustacea, fam. Penaeidae

POR

ENRIQUE E. BOSCHI* Y VICTOR ANGELESCU*

INTRODUCCION

Al realizar el estudio biológico-pesquero del langostino (*Hymenopenaeus mülleri*) de la región de Mar del Plata del Mar Epicontinental Argentino¹, se manifestó desde el principio la necesidad de acordar una atención especial a su organización anatómica. Esta exigencia surgió y amplió su magnitud a medida que se desarrollaron las investigaciones vinculadas con la determinación taxonómica de la especie, la diferenciación de los caracteres sexuales secundarios, la morfología de las gonadas y los estadios del ciclo sexual, el crecimiento absoluto y relativo del cuerpo, la nutrición y las adaptaciones correspondientes al régimen alimentario y el valor cualitativo de los individuos destinados a la comercialización.

Con tal propósito, se efectuó un estudio detallado de la organización externa e interna del langostino, tratándose en particular aquellos aparatos y partes del cuerpo que tienen directa relación con los tópicos considerados en el primer trabajo; en consecuencia, algunos aparatos y sistemas de importancia secundaria en las investigaciones biológico-pesqueras, como por ejemplo, el aparato circulatorio, el aparato excretor y el sistema nervioso fueron descriptos de manera sumaria.

De las observaciones realizadas en el laboratorio sobre un número total de más de 3000 ejemplares, se obtuvieron varios datos de índole anatómica que reunidos permitieron, en primer lugar, caracterizar morfológicamente a esta especie en los estadios de juvenil y adulto y en segundo lugar, interpretar las variaciones

* Del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires e Instituto de Biología Marina, Mar del Plata.

¹ ANGELESCU, V. y BOSCHI, E. E.: *Estudio biológico-pesquero del langostino de Mar del Plata*

encontradas en las relaciones de largo y peso del cuerpo en distintas fases y épocas de su ciclo vital.

Por lo tanto, se creyó conveniente sintetizar en una publicación aparte los resultados referentes a la organización externa e interna del langostino y como un complemento especial, destacar los caracteres morfológicos que tienen importancia en la taxonomía de la especie o los que son de alguna aplicación a los estudios relacionados con la biología y ecología de este crustáceo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar en este lugar su sincero reconocimiento a los señores Dr. Jorge de M. Carlo y Dr. Pedro Wygodzinsky, profesores de Zoología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, por las indicaciones dadas en relación con la terminología y morfología de los artrópodos en general y al primero en especial, por la lectura del manuscrito y consejos de valiosa utilidad en la descripción de algunos aparatos del langostino.

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

La bibliografía de los crustáceos decápodos comprende un número relativamente reducido de trabajos dedicados en forma integral al estudio morfológico completo, es decir, a la organización externa e interna de las especies. La mayoría de los trabajos consultados, sean contribuciones originales u obras de texto, se refieren a las especies de los géneros *Astacus*, *Cambarus*, *Homarus*, *Palinurus*, *Jasus*, *Praunus*, *Pandalus*, *Palaemon*, *Crangon*, *Carcinus*, *Callinectes*, *Maja*, etc., y menos a los representantes de la familia Penaeidae¹.

Con respecto a las especies de esta familia se conocen entre otras, las contribuciones aportadas por Andrews (1911), Argilas (1929), Eldred (1958), Estéve (1954), Heldt (1932 a, 1932 b), Kishinouye (1929), Levera (1934), Mauro Cárdenas (1952), Mouchet (1932), Perez (1929) y Rioja (1939 a, 1939 b, 1941 a, 1941 b, 1942 a, 1942 b) que tratan la descripción del aparato genital y de los caracteres sexuales secundarios o de algunos casos de anomalías; las de Borges Vieira (1947), Gutsell (1936), Hudinaga (1944), King (1948) y Magalhaes Filho (1944)

¹ Consultar la amplia lista bibliográfica del trabajo de Young (1959, pp. 160-168) la cual incluye numerosos estudios de índole anatómica de las especies más arriba mencionadas. Ver también el tratado de Snodgrass (1952, pp. 128-192) que lleva una detallada descripción anatómica de las especies *Anaspides tasmaniae*, *Cambarus longulus* y *Ligyda exotica*, destacándose además, por las comparaciones de orden filogenético y morfológico funcional; el libro editado por Waterman (1960) que contiene 17 capítulos dedicados a varios tópicos de la fisiología de los crustáceos y las contribuciones de Hansen (1925-1930) que se refieren al estudio morfológico comparativo de los apéndices en los crustáceos decápodos.

concernientes a la morfología de las gonadas y a los cambios ocurridos a través de las fases del ciclo sexual; las de Brian (1938), Kubo (1949, pp. 157-178), Patwardhan (1935) y Reddy (1935) referentes a la estructura y mecanismo del estómago triturador y en particular al dispositivo estomoedal; las relacionadas con la anatomía del aparato visual (Fesquet, 1941 a; Ramadan, 1952; Young, 1956); y las que tratan la morfología de distintos estadios embrionarios, larvales y la metamorfosis en general (Bourdillon-Casanova, 1960; Gurney, 1943; Gurney y Lebour, 1941; Heldt, 1954, 1955; Pearson, 1935, 1939; Snodgrass, 1956) y por último, el trabajo de Young (1959) publicado por el «Fish and Wildlife Service» de los Estados Unidos de Norteamérica que se destaca como el estudio más completo de la morfología general de un crustáceo del grupo de los peneidos. -

También los estudios de la taxonomía de los peneidos fundamentan las clasificaciones genéricas y específicas en la descripción e interpretación de los caracteres de diversas regiones del cuerpo, apéndices, órganos y aparatos, como por ejemplo, el de Kubo (1949) que abarca a todas las especies de las aguas adyacentes al Japón; los de Anderson y Lindner (1943), Burkenroad (1934 a, 1934 b, 1936 a, 1936 b, 1939), Eldred y Hutton (1960), Schmitt (1953) y Voss (1955) que comprenden las claves de determinación de las especies de las costas americanas del Atlántico y del Golfo de México; y los de Dall (1957) y Racek (1955, 1957, 1959) que se refieren a las especies de las aguas de Australia. Finalmente, algunos investigadores han demostrado el valor diagnóstico que puede tener para la clasificación de las especies, la estructura de las sedas de las piezas bucales o de ciertos apéndices del abdomen que presentan modificaciones en relación con la cópula (Rioja, 1940 a y 1948; Yokoya, 1941).

Las principales especies de peneidos del Mar Argentino fueron estudiadas desde el punto de vista morfológico por Fesquet (1933, 1941 a, 1941 b) quien describió la organización externa de las especies *Hymenopenaeus mülleri* y *Artemesia longinaris* (camarón); ya con anterioridad Bate (1888), al clasificar por primera vez a estas dos especies, dió al mismo tiempo una amplia reseña de las características morfológicas del cefalotórax, abdomen y de los apéndices correspondientes.

En el estudio biológico pesquero del langostino de Mar del Plata, si bien no se incluyó un capítulo especial con respecto a la morfología general, se recurrió con frecuencia al empleo de distintos datos anatómicos, motivado todo ello por las siguientes razones:

- 1ª. Lograr la determinación taxonómica sobre la base de una descripción morfológica de los caracteres de valor específico.
- 2ª. Conocer e interpretar los hábitos de vida de acuerdo con la organización del cuerpo y las consiguientes adaptaciones.

pereion (tórax), *pleon* (abdomen) y *telson* o región postabdominal¹. Las primeras dos partes anteriores se hallan fusionadas entre sí y constituyen el denominado céfalopereion o cefalotórax, sin presentar alguna segmentación externa; en cambio, en el pleon se observa una metamerización bien evidente (figs. 1 y 2, A)—

Cada región del cuerpo se compone de somitos, correspondiendo 5 al céfalon (I-V), 8 al pereion (VI-XIII) y 6 al pleon (XIV-XIX), en total 19, excluidos de este número los pedúnculos oculares y el telson (fig. 1 y tabla N.º 1)². Los somitos

S

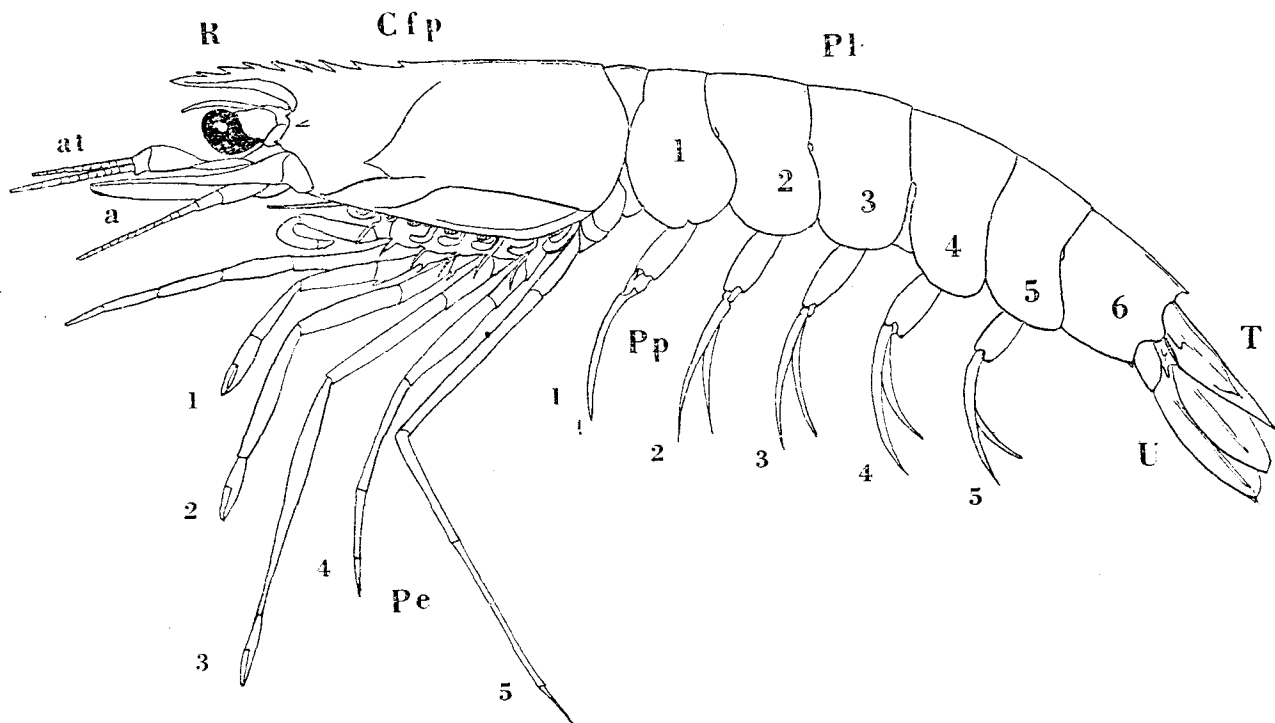


Fig. 1. — Cuerpo de un ejemplar hembra de langostino, visto lateralmente, y con las principales divisiones de la morfología externa. R = rostro; Cfp = céfalopereion; Pl = pleon con sus correspondientes pleonitos (1-6); Pe = pereiópodos (1-5); Pp = pleópodos (1-5); T = telson; U = urópodos; at = anténula; a = antena.

del pleon son flexibles, con conexiones intersegmentales o membranas articulares de tipo condiliforme, condición que permite los movimientos de propulsión en la natación de los individuos. A su vez, cada somito se divide en la parte dorsal o *tergum* (tergito), las partes laterales o *pleuron* (pleuras) y la parte ventral o

¹ Young (1959) siguiendo los conceptos de Snodgrass (1952), divide el cuerpo del camarón blanco (*Penaeus setiferus*) en: *protocephalon* (cabeza), *gnathothorax* (la región con los segmentos correspondientes a las piezas bucales y patas locomotoras) y el abdomen con el telson.

² Algunos autores denominan con los términos de *pereionito* y *pleonito* a los somitos del tórax (*pereion*) y abdomen (*pleon*) respectivamente (Roger, 1953; Vandel, 1949). Por otra parte, no hay aún un criterio unánime acerca de si los pedúnculos oculares corresponden o no a un somito independiente; en caso afirmativo se contaría con un número total de 20 somitos (Vandel, 1949).

T A B L A N.º 1

División metamérica del cuerpo en el langostino, con la indicación de las funciones y los caracteres diferenciales de los apéndices correspondientes (incluso los ojos y el telson)

Divisiones morfológicas	Divisiones metaméricas somitos ¹	Apéndices correspondientes	Funciones	Caracteres diferenciales
OJOS	0	—	Sensorial	Pedúnculo ocular corto y sin protuberancia
CEFALON	I	Anténula	Sensorial	Prosartema laminar y flexible, filamento de sección elipsoidal
	II	Antena	Sensorial y coadyuvante en la natación	Filamento de sección elipsoidal
	III	Mandíbula	Nutrición y coadyuvante en la respiración	Palpo bien desarrollado y de forma laminar
	IV	1a. Maxila	Nutrición	Exopodito laminar y de mayor desarrollo
	V	2a. Maxila	Nutrición y coadyuvante en la respiración	
PEREION	VI (1)	1er. Maxilípodo	Nutrición	Presencia de 2 espinas, una en el basipodito y otra en el isquiopodito
	VII (2)	2do. Maxilípodo	Nutrición	
	VIII (3)	3er. Maxilípodo	Nutrición	Presencia de una espina en el basipodito
	IX (4)	1er. Pereiópodo	Locomoción, nutrición	
	X (5)	2do. Pereiópodo	Locomoción, nutrición	Presencia de una espina en el coxopodito del ♂
	XI (6)	3er. Pereiópodo	Locomoción, nutrición y en ♀ reproducción	
	XII (7)	4to. Pereiópodo	Locomoción	Petasma en el ♂ y órgano petasmoideo y Estilambelis en el ♂
	XIII (8)	5to. Pereiópodo	Locomoción y en ♂ reproducción	
PLEON	XIV (1)	1er. Pleópodo	Natación, reproducción	Petasma en el ♂ y órgano petasmoideo y Estilambelis en el ♂
	XV (2)	2do. Pleópodo	Natación, reproducción en ♂	
	XVI (3)	3er. Pleópodo	Natación	
	XVII (4)	4to. Pleópodo	Natación	
	XVIII (5)	5to. Pleópodo	Natación	
	XIX (6)	Urópodo	Natación	
TELSON	0	—	Natación	Presencia de dos espinas laterales

¹ Los números romanos siguen la ordenación correlativa en la disposición metamérica total del cuerpo; en cambio, los números arábigos se refieren de manera independiente a los pereionitos y pleonitos.

sternum (esternito); todos los somitos llevan un par de apéndices articulados de diferente estructura de acuerdo con su ubicación y función (fig. 3).

Los apéndices son bifurcados y cada uno consiste de dos partes: una proximal o *protopodito* que se compone del *precoxopodito*, *coxopodito* y *basipodito* y otra distal, dividida en una rama externa o *exopodito* y una interna o *endopodito*. La inserción de los apéndices al cuerpo se hace por intermedio de una cutícula

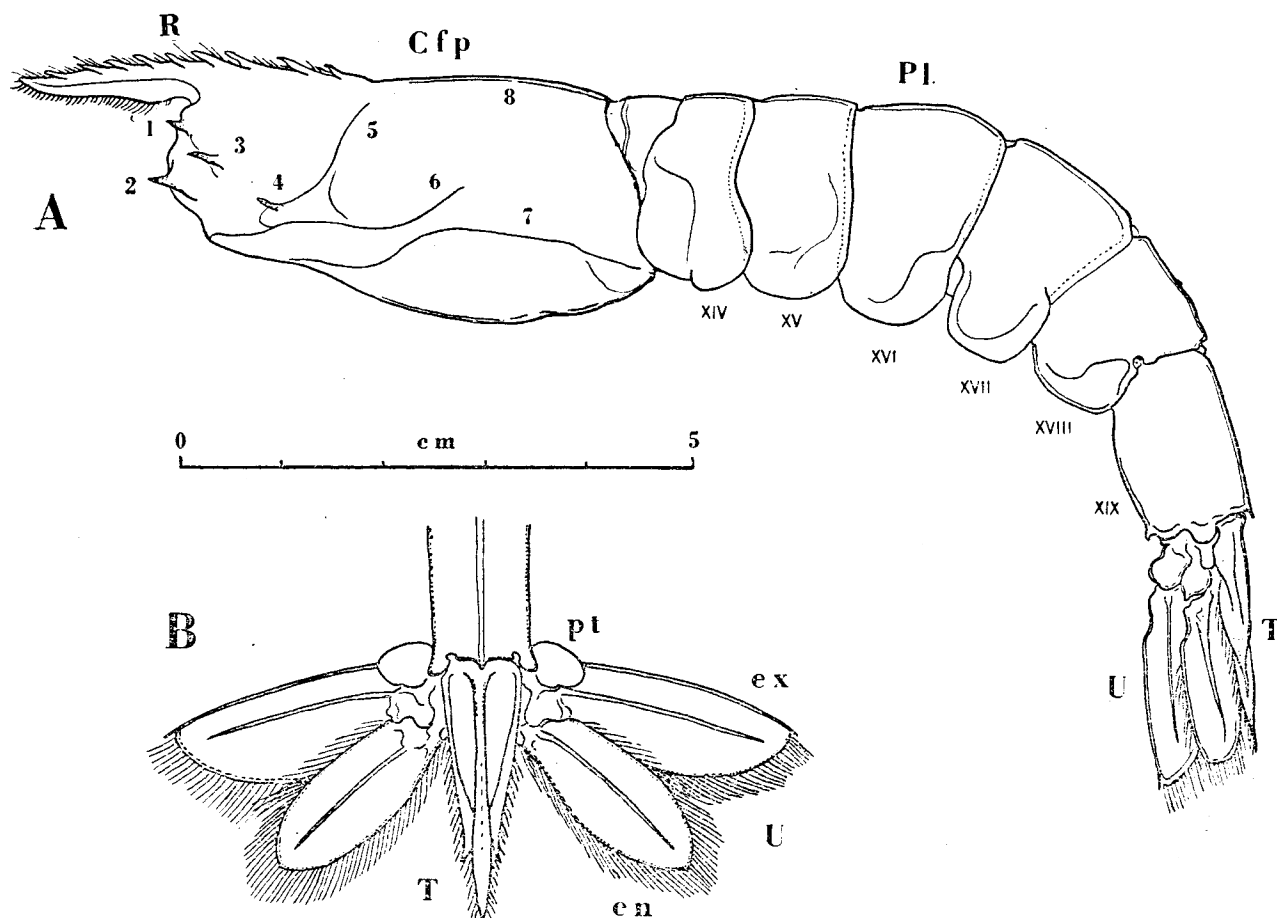


Fig. 2. — A: Caparazón correspondiente al céfalopereion y pleon incluso los urópodos y el telson. B: Somito XIX con los urópodos y el telson, vistos dorsalmente en plano horizontal. (R = rostro; Cfp = céfalopereion; Pl = pleon; U = urópodos; T = telson; pt = protopodito; ex = exopodito; en = endopodito; 1 = espina orbital; 2 = espina antenal; 3 = espina postorbital; 4 = espina hepática; 5 = surco cervical; 6 = surco hepático; 7 = surco branquial; 8 = carena postrostral; XIV-XIX = somitos del pleon).

precoxal que se encuentra entre el coxopodito y la parte ventral del exoesqueleto, es decir, sobre el borde lateral de las placas esternales de cada somito y hacia la región pleural. En realidad, el precoxopodito de los pereiopodos en los decápodos queda totalmente fusionado al cuerpo perdiéndose todo vestigio de límite de unión con el somito correspondiente (Hansen, 1925); por lo tanto, no se describe este artículo en la parte referente a los apéndices del langostino.

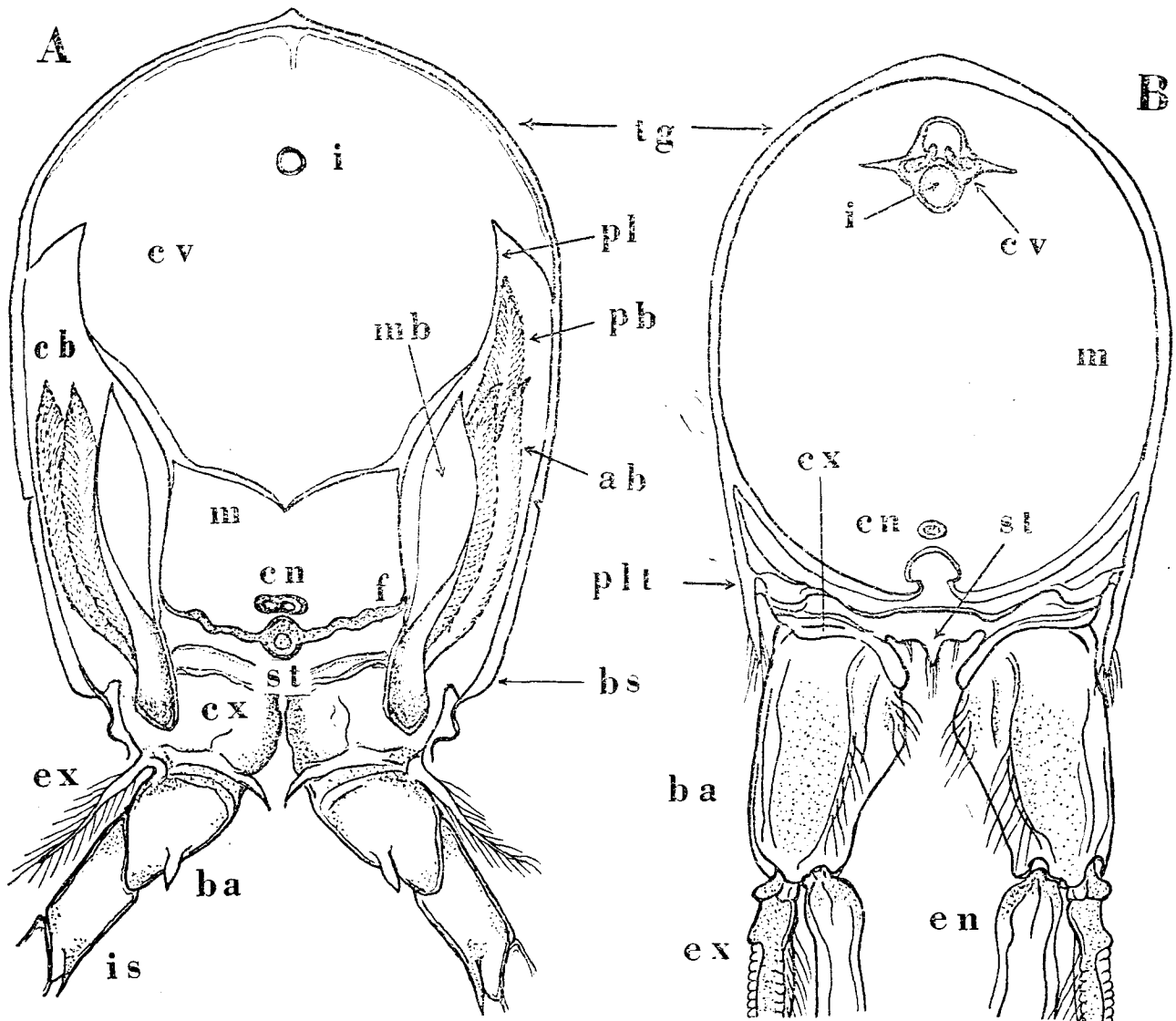


Fig. 3. — Corte transversal por las principales regiones del cuerpo en un ejemplar hembra. A: Céfalopereion a la altura del primer par de pereiópodos. B: Pleon a la altura del tercer par de pleópodos. (ab = artrobranchias; ba = basipodito; bs = branquiosteguito; cb = cámara branquial; cn = cuerda nerviosa ventral; cv = cavidad visceral; cx = coxopodito; en = endopodito; ex = exopodito; f = formación esquelética; i = intestino; is = isquiopodito; m = masa muscular; mb = mastigobranquia; pb = pleurobranchia; pl = pleura; plt = placa laterotergal; st = sternum; tg = tergum).

b) *Céfalo-pereion*

La parte anterior del cuerpo o céfalo-pereion (cefalotórax) comprende el céfalon de cinco somitos y el pereion de ocho somitos, contados cada uno por el número de apéndices que lleva, es decir, un par por cada somito (figs. 1 y 2, A). Toda esta parte se halla recubierta por una cutícula de constitución calcareo-quitinosa, la cual forma el caparazón cefalotorácico que se prolonga en un rostro dispuesto en el mismo plano horizontal y anterior del cuerpo. El rostro es rígido, recto y corto y está armado de pequeños dientes solamente en el borde superior; su número varía de siete a diez y conservan casi la misma distancia entre sí.

El caparazón visto lateralmente, tiene un aspecto rectangular con el borde posterior redondeado. Se caracteriza por la presencia de una espina orbital y una antenal, ambas ubicadas sobre el borde anterior; una espina postorbital situada algo hacia atrás entre las dos mencionadas; y por último, una espina hepática situada en la parte correspondiente a la región anteroinferior del divertículo digestivo o hepatopáncreas (fig. 2, A).

Sobre la parte dorsal y detrás del rostro, existe una carena bien distinguible del resto del caparazón que se extiende sobre la región cardíaca, hasta el borde posterior. Además, se evidencian en la parte lateral tres surcos de distinta ubicación y orientación. El primero, denominado *cervical* que pasa sobre el límite de la región anterior del divertículo digestivo y marca la separación entre los somitos del céfalon y pereion; el segundo, *hepático*, dirigido longitudinalmente sobre la región pterogostómica; y el tercero, *branquial*, corre sobre la región que cubre la cámara branquial, describiendo una línea recta casi con el mismo sentido del borde inferior del caparazón (fig. 2, A); por último, se observa sobre la parte marginal inferior del pereion un surco que limita esta parte de la región branquial. Los surcos o canaletas adrostral que son características en algunas especies de peneidos, como por ejemplo en *Penaeus aztecus*, *P. brasiliensis* y *P. duorarum*, faltan en el langostino. Según los conceptos modernos de algunos autores, los surcos que corresponden a ciertas regiones del céfalo-pereion (surcos cervical, postcervical y branquiocardiaco) tienen relación con la división metamérica de la parte anterior del cuerpo y son considerados, por lo tanto, como un carácter morfológico de interpretación en la evolución y el ordenamiento taxonómico de los crustáceos decápodos (Glaessner, 1960).

c) *Aparato visual*

Los ojos son móviles, de disposición paralela y se hallan enclavados en la región orbital del céfalon, en un plano horizontal que corresponde a la altura de las inserciones antenulares (figs. 1 y 4, A). Cada uno se compone de un pedúnculo y el órgano visual propiamente dicho y exteriormente se distinguen:

- 1.º El segmento basal del pedúnculo que se une con el pedúnculo del otro ojo por intermedio de la placa ocular, la cual realiza al mismo tiempo la conexión con el céfalon.
- 2.º El soporte o envoltura del órgano visual (*calathus*).
- 3.º El órgano visual con las ommatidias.

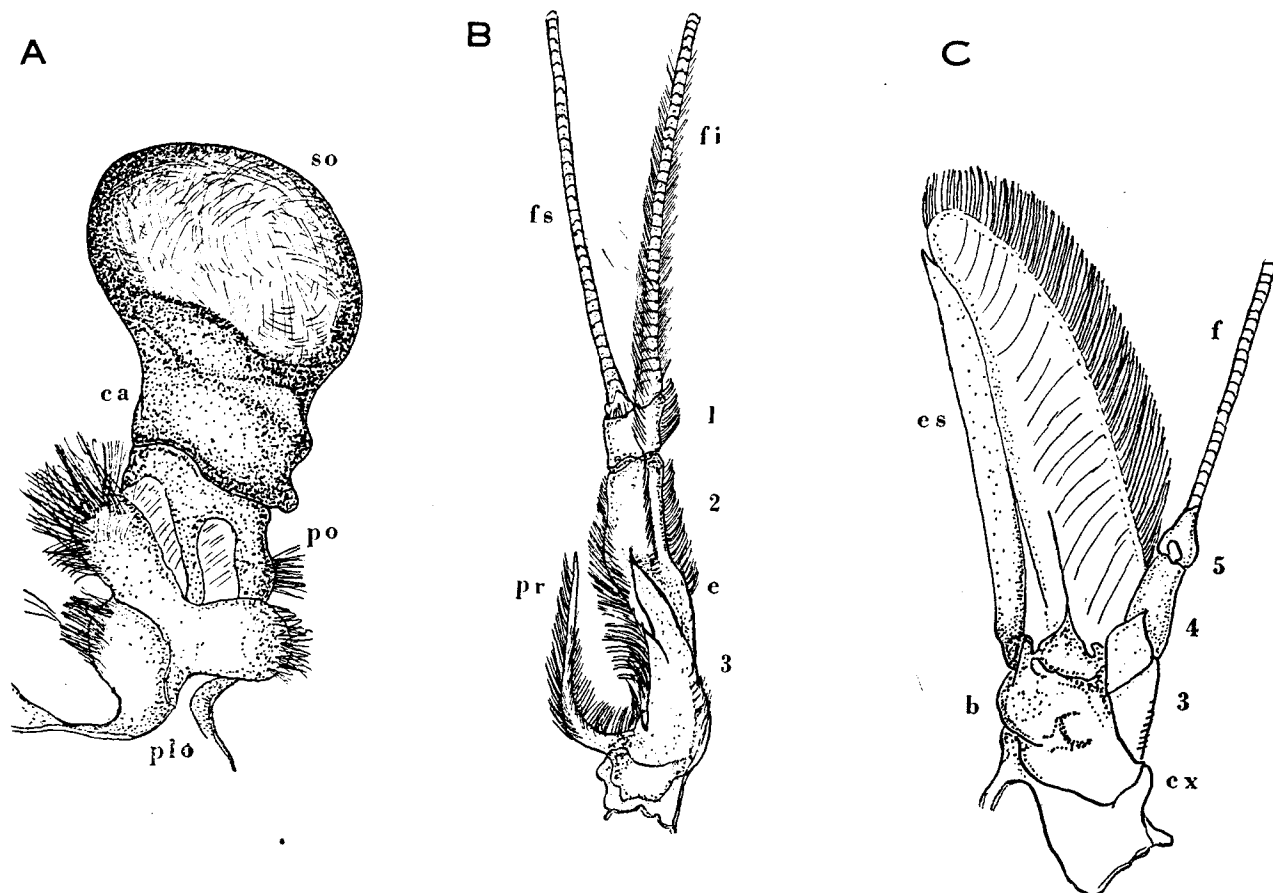


Fig. 4. — A: Aparato visual (ojo derecho), visto lateralmente (so = superficie ommatidial; ca = calathus; po = pedúnculo ocular; plo = placa ocular). B: Anténula derecha, vista lateralmente (fs = filamento superior; fi = filamento inferior; pr = prosartema; e = estilocerito; 1, 2 y 3 = segmentos del protopodito). C: Antena derecha, vista ventralmente (f = filamento; es = escafocerito; b = basipodito; cx = caxopodito; 3, 4 y 5 = sostén articular de la antena).

El pedúnculo ocular es de tipo complejo, corto y sin protuberancias sobre su lado interno; la córnea tiene un aspecto globular, es de color negro y su mayor superficie se dirige hacia abajo; la estructura ommatidial es de facetas rectangulares y se asemeja a la de las especies de *Astacus* y *Penaeus* (Fesquet, 1941 a; Ramadan, 1952; Young, 1956 y 1959). Cada ojo con su pedúnculo se mueve en un radio de 45° aproximadamente, comprendido entre el plano sagital que contiene

el rostro y uno paralelo a los flancos del caparazón, en forma tal que el campo visual no se halle obstaculizado por los bordes del céfalon. La modalidad de este movimiento permite a los individuos ver hacia adelante, atrás y abajo y percibir los alimentos en la capas de agua y sobre el fondo, como ocurre en otras peneidos.

d) Apéndices del céfalopereion

Corresponden a esta región del cuerpo 13 pares de apéndices que según la ubicación metamérica y función desempeñada, se clasifican y distribuyen de la siguiente manera:

- | | |
|--|---|
| 1.º Apéndices sensoriales: | 2 anténulas y 2 antenas (céfalon, somitos I y II). |
| 2.º Apéndices relacionados con el mecanismo de la nutrición ¹ : | 2 mandíbulas, 1er. y 2do. par de maxilas (céfalon, somitos III-V), 1er. - 3er. par de maxilípedos (pereion, somitos VI-VIII). |
| 3.º Apéndices locomotores: | 1er. - 5º par de pereiópodos ó patas locomotoras (pereion, somitos IX-XIII). |

Los apéndices sensoriales tienen por algunas características, más bien importancia en la determinación taxonómica de la especie; mientras que los apéndices bucales y los pereiópodos presentan, además, ciertas particularidades con respecto a las adaptaciones funcionales.

1) *Apéndices sensoriales. Anténula.* Llamada también primera antena, se compone de tres segmentos basales (protopodito) de distinto tamaño y dos filamentos articulados (*flagellum*), relativamente cortos y de ubicación distal (fig. 4, B). El primer segmento es más grande y achatado en su parte céntrica, donde existe una superficie cóncava y membranosa o la depresión del ojo que protege la córnea del órgano visual. Además, por encima del borde interno de la depresión, se extiende hacia arriba y adelante una espina o *prosartema*, larga, flexible y provista de numerosas sedas finas. El borde externo del segmento termina en una arista anterior con un pequeño diente o el estilocerito y en la parte basal y mediana se hallan dos espinas ubicadas en un plano superior y dirigidas hacia

¹ Las mandíbulas y las maxilas son consideradas juntamente con los labios superior e inferior como apéndices bucales, en razón de que rodean y cubren la abertura bucal.

adelante; en la parte posterior y basal del mismo segmento se encuentra la cavidad del estatocisto que es de sección circular.

Los filamentos se hallan insertados en forma separada al tercer segmento antenular y con disposición paralela en un plano vertical; son algo más largos que el caparazón cefalotorácico y consisten de pequeños anillos quitinosos que en corte transversal tienen una sección elipsoidal. El filamento superior es glabro mientras que el filamento inferior lleva sedas finas y cortas dispuestas en dos series de hileras contrapuestas y espinitas dirigidas hacia delante. En la parte basal del filamento inferior de los machos investigados, no se observó ninguna modificación morfológica, como ocurre por ejemplo en varias especies de los géneros *Crangon* y *Penaeus* (Rioja, 1939 a, 1940 b; Stopford Meredith, 1954; Young, 1959).

Antena (segunda antena). Está formada por cinco segmentos constituyendo en conjunto el pedúnculo antenal y un filamento muy largo que alcanza casi tres veces el largo total del cuerpo (fig. 4, C). El segundo segmento (basipodito) está fuertemente desarrollado y lleva en la parte anterior y cerca del borde externo un diente agudo y dirigido hacia adelante; también existe un diente sobre su cara o superficie dorsal, del mismo tipo y disposición. En la parte antero superior del basipodito, se articula el *escafocerito* largo y de aspecto laminar que es una modificación del exopodito; el borde externo de éste es recto, muy esclerizado y termina en su punta con un diente agudo; en cambio, la parte interna blanda y de aspecto membranoso, está orlada sobre su margen de espesas sedas largas y finas. Según las investigaciones de Young (op. cit.), el escafocerito desempeña en los peneidos el papel de guiar los movimientos de propulsión en la natación de los individuos. En la parte interna y ventral del primer segmento (coxopodito) se abre mediante un poro el conducto de la glándula excretora (fig. 8, C); los segmentos restantes, es decir el 3º, 4º y 5º forman el sostén articular del filamento al basipodito y son considerados por algunos carcinólogos como segmentos proximales del endopodito. La articulación entre el quinto segmento y el filamento antenal es de mayor movimiento en un ángulo sobre el plano horizontal del cuerpo y hacia afuera de los flancos del mismo.

El flagelo o filamento antenal se compone también de pequeños anillos quitinosos cuyo corte transversal es de sección elipsoidal.

2) *Apéndices relacionados con el mecanismo de nutrición. Mandíbula.* Consiste de una pieza tubular, calcificada y de constitución fuerte que es una modificación del coxopodito en la cual las superficies molar e incisiva se distinguen bien una de otra y de un palpo largo, aplanado y flexible que se articula en la parte lateral y superior de la mandíbula propiamente dicha (fig. 5, A). El palpo mandibular está constituido por dos láminas; la primera basal, de forma irregular con el largo mayor que el ancho, y la segunda distal, con aspecto de un triángulo isósceles cuyo

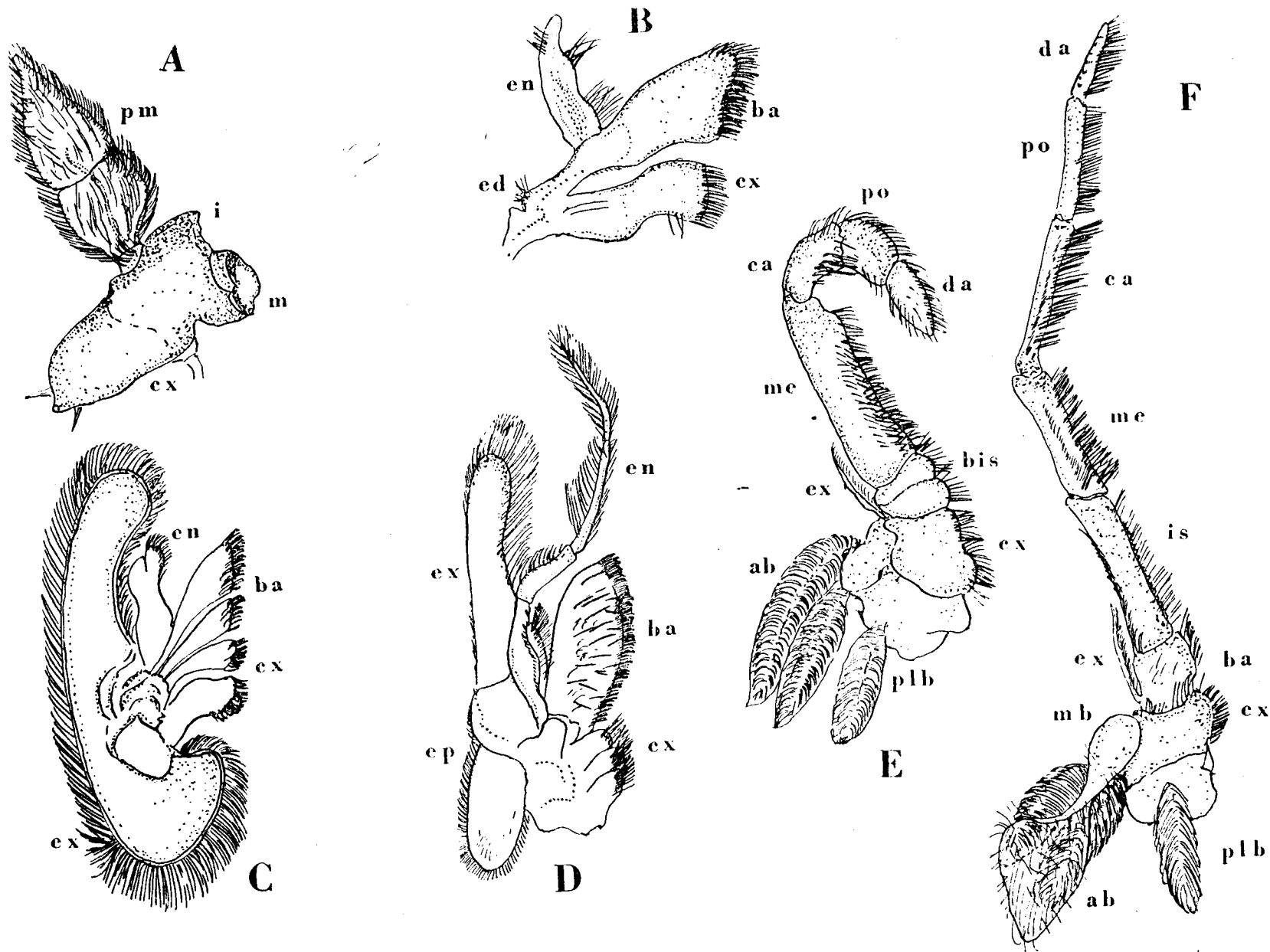


Fig. 5. — Apéndices relacionados con el mecanismo de la nutrición. A: Mandíbula. B: 1a. maxila. C: 2da. Maxila. D: 1er. Maxilípido. E: 2do. Maxilípido. F: 3er. Maxilípido. (ab = artrobranquia; ba = basipodito; bis = basi-isquiopodito; ca = carpodito; ex = caxopodito; da = dactilopodito; ed = endito; en = endopodito; ep = epipodito; ex = exopodito; i = superficie incisiva; is = isquiopodito; m = superficie molar; mb = mastigobranquia; me = meropodito; plb = pleurobranquia; pm = palpo mandibular; po = propodito).

largo sobrepasa el de la primera lámina, La cara ventral del palpo se halla cubierta por sedas largas y finas que rodean también los bordes del mismo. Los extremos de cada palpo alcanzan en el momento de descanso de las mandíbulas, la base del segundo segmento de los protopoditos antenales. Los palpos mandibulares protegen conjuntamente con los escafoceritos de las antenas, las canaletas para la conducción del agua de respiración hacia la parte anterior de las cámaras branquiales.

Según los datos de Burkenroad (1934 b) y Kubo (1940, pp. 30 y 38), la configuración y el tamaño de las láminas de los palpos se hallan en estrecha relación con los hábitos de vida de las especies de peneidos; por otra parte, esta característica tiene cierta significación en la taxonomía genérica del grupo. En el género *Hymenopenaeus*, el palpo mandibular es delgado y de aspecto pediforme y se asemeja con el de las especies incluídas en el tipo E₁ de la clasificación de Kubo (op. cit.,) como por ejemplo *Aristaeus virilis*, *Aristaemorpha foliacea* y *Parahaliporus sibogae* que viven preferentemente en la región del eupelagial oceánico. Pero, en el caso del langostino, las láminas del palpo son bien desarrolladas y cubren toda la parte oral y ánteroventral del cefalotórax, acercándose en consecuencia al tipo E₃ de la misma clasificación, propio de las especies de hábitos litorales, algunas de las cuales acostumbran a enterrarse en la capa fangosa o arenosa del fondo del mar (ver también Dall, 1958, p. 128).

Entre la parte basal e interna de ambos palpos penetra el labio superior o *labrum* (fig. 6, A y B). Es una pieza impar cuya inserción basal se conecta con las articulaciones precoxales de los pedúnculos antenales; tiene un contorno triangular y cubre las superficies incisiva y molar de las mandíbulas. Sobre su cara interna, de consistencia blanda, se observa una protuberencia que presenta hacia atrás y cerca de la inserción una pequeña lengüeta provista de cinco dientes rudimentarios y quitinosos; la cara externa o ventral del labio es lisa, algo endurecida, de aspecto membranoso y con un proceso de esclerización que se hace más evidente sobre los sectores marginales.

En la parte posterior de las mandíbulas, detrás de la abertura bucal y hacia adelante de las primeras maxilas, se encuentra el labio inferior o *paragnatha* (fig. 6, C). Es también una pieza impar que se proyecta sobre las mandíbulas cubriéndolas casi enteramente en su parte anterior; está formado por dos lóbulos blandos y simétricos unidos en la base por una placa intermedia de consistencia quitinosa y conectada a la región ventral del caparazón torácico. Los bordes externos de la parte inferior de los labios presentan un principio de esclerización.

De acuerdo con las funciones desarrolladas, los labios superior e inferior se consideran como elementos anexos a las mandíbulas, pero al tener en cuenta su ubicación metamérica, el primero pertenece al céfalon y el segundo al pereion.

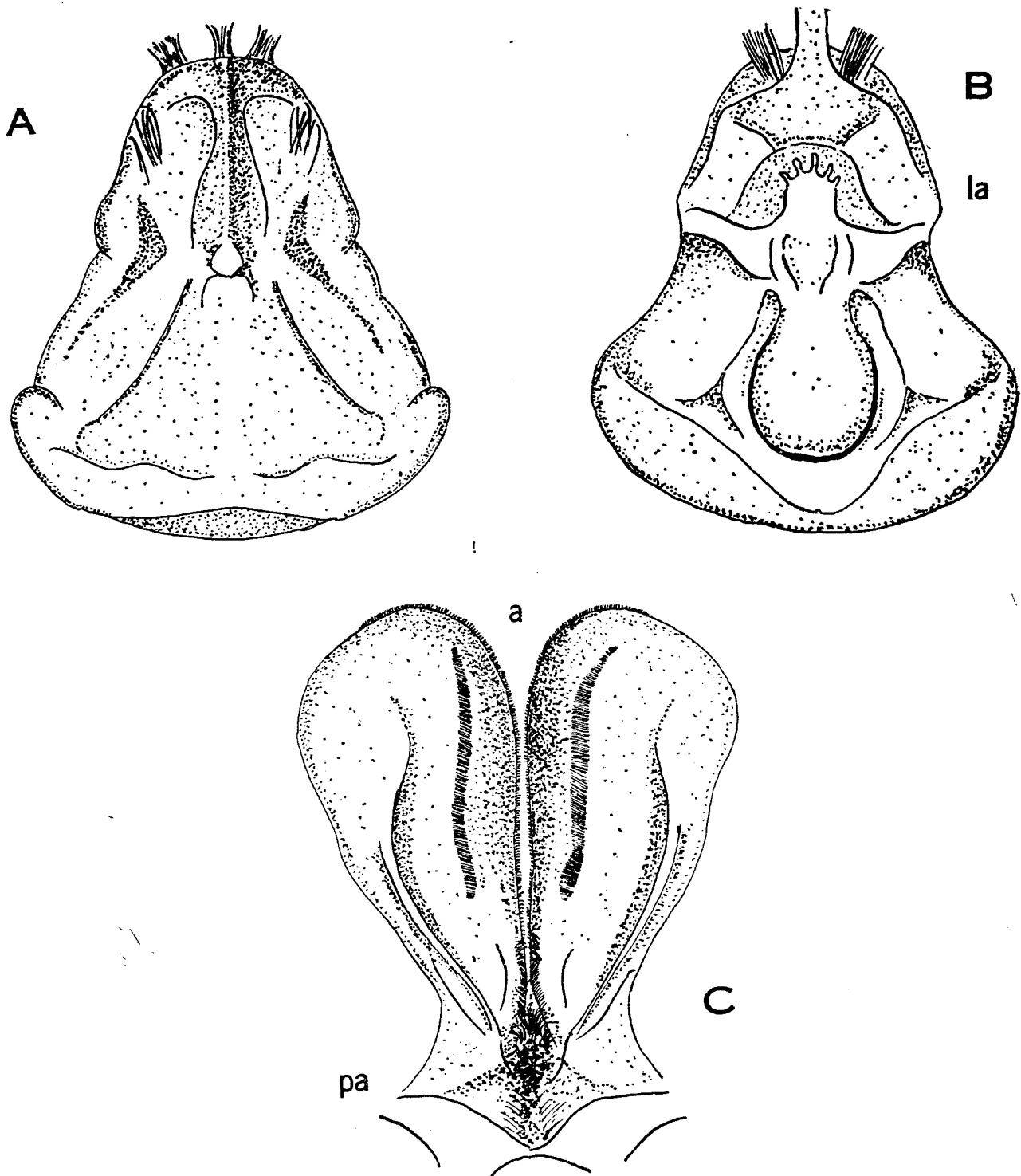


Fig. 6. — Apéndices relacionados con el mecanismo de la nutrición. A: Labio superior (Labrum), superficie externa. B: Labio superior, superficie interna. C: Labio inferior (Paragnatha), superficie externa. (la = lengüeta con dientes quitinosos; a = parte anterior de los lóbulos; pa = placa intermedia).

1.^a *Maxila* o *maxílula*. Se compone de tres lacinias o láminas de distinta forma y tamaño; la primera proximal (coxopodito), la segunda distal (basipodito) y la tercera externa (endopodito), dirigida hacia adelante (fig. 5, B). La lacinia proximal, de aspecto espatulado, se halla provista en su parte interna y terminal de sedas largas y duras, dispuestas en hileras; la lacinia distal, más grande que la anterior es de forma triangular y presenta en su extremidad interna numerosas sedas duras que se mezclan con dientes quitinosos y agudos; el endopodito, delgado, alargado y afinado en su punta, tiene sobre su borde interno dos grupos de sedas finas bien separadas entre ellos y además, lleva sedas del mismo tipo en la parte anterior del lado externo. En la parte basal y sobre el borde externo de la pieza existe un endito rudimentario con sedas dispuestas en forma de un pequeño mechón. La maxílula, vista en conjunto, muestra un proceso de esclerización que se evidencia especialmente en las láminas proximal y distal.

2.^a *Maxila*. De aspecto foliáceo y muy característica en los peneidos, está constituida por un coxopodito y un basipodito ambos bifurcados en su parte interna; un exopodito laminar y un endopodito membranoso de menor desarrollo (fig. 5, C). El exopodito es el elemento de mayor extensión de toda la pieza; está rodeado por gran cantidad de sedas largas y blandas sobre todo su contorno y por su estructura especial coadyuva al movimiento del agua de respiración. Las ramificaciones o los enditos del coxopodito y basipodito tienen en su margen terminal espesas sedas duras y largas, de dispersión irregular. Por último, el endopodito presenta sobre el lado interno de su parte apical una protuberancia coronada de sedas finas y densas.

1er. *Maxilípedo*. Es un apéndice también de aspecto foliáceo que muestra en algunos de sus elementos partes más endurecidas o esclerizadas (fig. 5, D). El coxopodito, pequeño y bifurcado en la parte interna, lleva en cada una de sus ramificaciones sedas largas y duras; del otro lado, es decir hacia su margen externo, se extienden dos prolongaciones laminares y membranosas (enditos), una en sentido anterior y otra en sentido posterior en relación con el eje longitudinal del cuerpo; ambas se hallan orladas sobre sus bordes por sedas finas y blandas. El basipodito es más largo y ancho que el apéndice anterior y presenta en la parte lateral e interna numerosas sedas duras y espesas; en su posición de inactividad cubre las maxilas y la base de las mandíbulas. El endopodito se destaca dentro del conjunto de los elementos de la pieza por estar constituido de cuatro artículos filiformes y los distales están provistos de sedas largas y flexibles; en cambio, el primer artículo o el endito proximal es más achatado hacia su parte basal e interna, donde se observa una pequeña dilatación¹. Sigue el exopodito, membranoso y de

¹ En la descripción de este apéndice se ha seguido la división morfológica y la nomenclatura dadas por Kubo (1949, p. 35). En consecuencia lo que se considera en este caso endopodito, para

aspecto laminar que lleva también sedas finas, las cuales son más largas alrededor del borde interno.

Sobre la articulación precoxal del primer maxilípedo, en el lado lateral y dorsal, se encuentra la primera artrobranquia y sobre el coxopodito la primera mastigobranquia (ver más adelante Cap. II, c).

2.º *Maxilípedo*. Se compone de seis artículos como siguen: un coxopodito, un basi-isquiopodito, un meropodito, un carpopodito, un propodito y un dactilopodito (fig. 5, E). El apéndice, al observar el cuerpo del langostino ventralmente, tiene en conjunto la forma de un gancho con aspecto de la letra J invertida y sus artículos distales cubren parte de la lámina proximal del palpo madibular. El proceso de esclerización alcanza mayor desarrollo en toda la pieza y de los artículos, el más largo es el meropodito y el más corto, el basi-isquiopodito. El codo se encuentra en la articulación del carpopodito con el propodito y la punta del dactilopodito llega a la altura de la mitad del meropodito. El basipodito, fusionado en este apéndice con el isquiopodito, constituye un solo artículo el cual presenta sobre su borde interno un principio de separación en forma de una pequeña hendidura. El exopodito tiene un aspecto filiforme y está rodeado por sedas finas y flexibles; es más blando y corto que el de otras especies de peneidos y su largo mide casi un tercio del meropodito.

El borde interno de los artículos, salvo el exopodito, se halla fuertemente armado por sedas duras y espesas que se extienden también sobre la cara dorsal de los mismos; la punta del dactilopodito termina con dos o tres pequeños dientes quitinosos y agudos.

Al segundo maxilípedo le corresponde cuatro branquias de distinto tipo, ubicadas en la región externa del coxopodito y precoxopodito (ver más adelante Cap. II, c).

3er. *Maxilípedo*. Constituido por siete artículos de disposición linear y un exopodito rudimentario, es más largo que el apéndice anterior y tiene en conjunto el aspecto de un pereiópodo (fig. 5, F). Dentro de los artículos componentes se evidencia el isquiopodito por ser más largo de todos y presentar sobre su borde interno pequeños dientes cónicos. El dactilopodito más bien corto y de borde recto, se aguza hacia la punta la cual termina sin mayor accidente. El exopodito es blando y filiforme, orlado de sedas finas y se dirige hacia adelante tocando el borde externo e inferior del isquiopodito.

Igualmente que el apéndice anterior, el tercer maxilípedo lleva cuatro bran-

otros autores (Yaldwyn, 1954; Young, 1959; Zariquey Alvarez, 1946) corresponde al exopodito. Según los puntos de vista de los mismos autores el exopodito, como está representado en la fig. 5 D, sería simplemente un exito del coxopodito.

quias; las primeras tres (1 mastigobranquia y 2 artrobranquias) se hallan dispuestas sobre el lado externo y lateral del coxopodito y precoxopodito y la última (pleurobranquia), se inserta en la placa pleural cerca de la articulación del apéndice.

3) *Apéndices locomotores*. Los cinco pares de patas locomotoras o pereiópodos tienen en conjunto casi la misma disposición articular y modalidad de inserción a las placas esternales del exoesqueleto. La articulación coxal es semejante a la del tipo trocánter de los insectos; según el estudio de Carpentier y Barlet (1959), el basipodito de los peneidos presenta características de trocánter, habiendo por

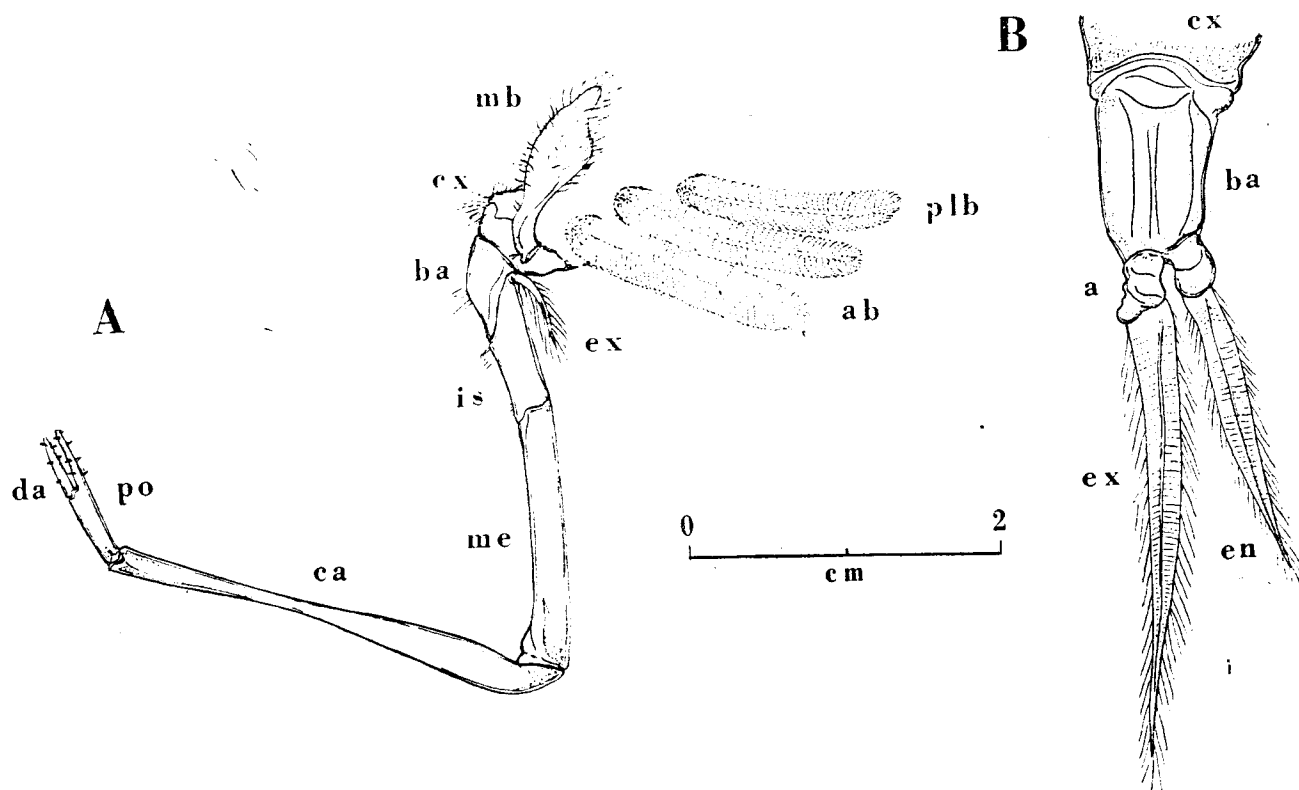


Fig. 7. — Apéndices relacionados con el mecanismo de la locomoción, nutrición y natación. A: Tercer pereiópodo del lado derecho. B: Tercer pleópodo del lado derecho. (a = articulación; ab = artrobranquias; ba = basipodito; ca = carpodito; cx = coxopodito; da = dáctilopodito; en = endopodito; ex = exopodito; is = isquiopodito; mb = mastigobranquia; me = meropodito; plb = pleurobranquia; po = propodito).

consiguiente, una homología entre el basipodito de los crustáceos decápodos y el trocánter de los insectos.

A su vez, cada apéndice está constituido por un coxopodito, un basipodito, un isquiopodito, un meropodito, un carpodito, un propodito y un dáctilopodito; también existe en todos los apéndices un exopodito rudimentario de igual aspecto y tamaño. Los primeros tres apéndices llevan una pinza didáctica o quela formada por el propodito fijo y el dáctilopodito móvil, el cual se articula al primero (fig. 7, A). El borde interno de las pinzas es aserrado, mientras que en la parte

externa se evidencian pequeños mechones aislados de sedas sensoriales. Los últimos dos apéndices, es decir, el cuarto y quinto pereiópodo, están desprovistos de pinzas y terminan en el dactilopodito largo, fino y agudo. Además, en el primer pereiópodo se observan dos espinas; la primera ubicada en la parte media y posterior del basipodito, es larga, aguda y encorvada hacia atrás y la segunda, situada en la región postero-distal del isquiopodito, es recta, más pequeña que la anterior y se dirige hacia abajo. En el segundo pereiópodo hay una sola espina sobre el basipodito, ubicada de la misma manera que en el primer pereiópodo; los apéndices restantes no tienen espinas. Los tres pares de pereiópodos quelados que son considerados desde el punto de vista morfológico como apéndices locomotores, desempeñan además, una función en el mecanismo de nutrición, especialmente en la búsqueda, captura y conducción a la cavidad bucal de pequeñas presas, fragmentos y partículas de restos de organismos decantados sobre el fondo.

Los pereiópodos comparados entre sí, muestran algunas diferencias con respecto a su longitud total y el largo de cada artículo. El más corto es el primer pereiópodo y el más largo el quinto; también el meropodito y el carpopodito del segundo y tercer pereiópodo y el meropodito y el propodito del quinto pereiópodo son más largos que los demás elementos componentes. En todos los pereiópodos, la articulación con mayor ángulo de movimiento, se encuentra en la unión del meropodito con el carpopodito y en la región coxal. Por último, los apéndices locomotores llevan en la parte externa del coxopodito y precoxopodito varias branquias de distinto tipo y ubicación (Cap. II, c).

a) *Pleon y apéndices correspondientes*

Dentro de la organización morfológica y funcional del langostino, el pleon o abdomen, constituye el órgano principal de propulsión y natación formado por seis somitos de gran flexión entre sí y de los apéndices correspondientes, o sean cinco pares de pleópodos y un par de urópodos.

Los somitos abdominales son de tamaño y aspecto diferente y cada uno está protegido por la envoltura del caparazón; en la parte dorsal se distingue el tergito en forma de montura que lateralmente se continua con las placas latero-tergal y en la parte ventral, con la pleura y la placa esternal de configuración convexa (figs. 1; 2, A; 3, B). Las placas latero-tergal, al considerar el caparazón abdominal en su extensión, se destacan por su disposición imbricada cubriendo la anterior a la posterior. Además, las placas látero-tergal del primer somito presentan sobre su margen inferior una pequeña incisión mediana y de sentido vertical; también de ambos lados del abdomen, se observa en la zona de unión entre el tergito y las placas látero-tergal de los pleonitos 4 y 5 una hendidura ubicada sobre el borde posterior de los mismos (fig. 2, A). El tergito posee desde el primero hasta el último

somito una carena dorsal y mediana que se hace más prominente en la región posterior del abdomen; la carena del sexto somito abdominal termina en un diente pequeño y agudo y las placas latero-tergal del mismo somito evidencian en su ángulo posterior e inferior una espina rudimentaria (fig. 2, A y B).

A los somitos XIV-XVIII contando su número total (pleonitos 1 - 5), le corresponde a cada uno un par de pleópodos o patas abdominales que sirven para la natación y el movimiento del agua de respiración. Los apéndices mencionados se conectan al exoesqueleto mediante los forámenes articulares de los esternitos; la parte externa de la articulación coxal y precoxal se halla cubierta por el borde inferior de las placas latero-tergal. Las modificaciones características según el sexo, se encuentran en el macho en el primer y segundo par de pleópodos, y en la hembra en el primer par (Cap. III). Los pleópodos restantes hasta el quinto somito son iguales en su estructura y morfología y su largo total supera el largo del diámetro vertical del somito correspondiente. Cada uno se compone de un coxopodito, un basipodito, un exopodito y un endopodito; estos dos últimos se insertan en forma separada al basipodito por intermedio de pequeños elementos de articulación (fig. 3, B y 7, B). El coxopodito es corto, como un aro elipsoidal y tiene mayor desarrollo en la articulación postcoxal hecho que permite un gran movimiento en sentido ántero-posterior del apéndice entero en el plano sagital del cuerpo. El basipodito se presenta como una pieza grande y achatada, con el largo mayor que el ancho y de sección casi rectangular; las partes laterales están provistas de sedas finas y plumosas, dispuestas en varias hileras. El exopodito es algo más largo que el endopodito y ambos vistos de frente tienen un aspecto lanceolado; sus bordes, con estrías de segmentación superficial, se hallan rodeados por sedas espesas, largas y plumosas.

Los apéndices del sexto somito del abdomen (XIX), es decir los urópodos, son de aspecto totalmente distinto al de los pleópodos. Se sitúan en la parte posterior y láteromarginal del esternito y cada uno se compone de un protopodito de contorno triangular, un exopodito y un endopodito (fig. 2, A y B); los dos últimos elementos se destacan por su forma de paleta y mayor extensión de las superficies esclerizadas. La articulación del protopodito al foramen del esternito es de amplio movimiento giratorio en un sector que abarca los ejes longitudinal y lateral del cuerpo; por el contrario, los movimientos del exopodito y endopodito son de menor amplitud y se producen en el mismo plano. El exopodito es algo más largo que el endopodito y su borde externo, muy endurecido, termina en una pequeña punta separada de la iniciación del borde interno; paralelamente con el borde externo corre un surco sobre la superficie dorsal del elemento. En cambio, el borde interno es de constitución flexible y posee hasta su parte anterior sedas largas, densas y plumosas. El endopodito no presenta los bordes endurecidos y lo rodean sedas del mismo tipo que en la pieza anterior; el surco se extiende en su

parte mediana con la misma orientación que en el exopodito. Los urópodos tienen juntamente con el telson una disposición de abanico que se abre en un plano transversal y perpendicular sobre el eje longitudinal del cuerpo, cuando el langostino comienza sus movimientos de natación. Todo este sistema constituye un tipo de aleta caudal con función similar a la de un órgano de propulsión.

f) *Telson*

Se conecta al último somito abdominal en la parte posterior del tergito mediante articulaciones condiliformes; es una pieza alargada que se agudiza en la extremidad posterior y su movimiento se verifica dentro del plano sagital del cuerpo. La parte dorsal es dura y existe sobre la misma un surco profundo de disposición longitudinal que se abre hacia la punta; en este lugar se encuentran dos espinas de ubicación lateral (fig. 2, A y B). Los bordes están orlados por sedas largas, blandas y plumosas que faltan solamente en la punta de la pieza. La parte ventral se halla cubierta por una membrana fina con mayor desarrollo en la extremidad anterior en la cual desemboca el orificio anal. El telson presenta en sección transversal una forma semicircular a triangular y el largo de toda la pieza es inferior al largo de los exopoditos de los urópodos.

II. ORGANIZACION INTERNA

a) *Características generales*

Las regiones anatómicas y la disposición de los órganos internos del cuerpo en los crustáceos decápodos se hallan en estrecha dependencia con la conformación y desarrollo volumétrico del caparazón, como también con la diversificación de las funciones desempeñadas por distintos aparatos o sistemas del organismo. Desde estos puntos de vista, se distinguen en el cuerpo del langostino dos tipos de cavidades, a saber: la primera correspondiente a la cavidad visceral y la segunda a las cámaras branquiales.

La cavidad visceral se extiende desde la parte posterior de la placa ocular hasta el último somito abdominal y se divide a su vez en dos regiones, la primera anterior, comprendida dentro del cefalotórax que alberga una gran parte del conducto gastrointestinal, el corazón con el pericardio, el hepatopáncreas o divertículo digestivo y las glándulas sexuales; y la segunda posterior, perteneciente al abdomen, en la cual se encuentran el intestino y la arteria abdominal dorsal, y en las hembras sexualmente maduras, las prolongaciones posteriores del ovario. Toda esta cavidad está envuelta por una membrana fina que separa los órganos viscerales de la masa muscular del cefalotórax y abdomen (fig. 3, A y B). Además, existe en la región

del céfalopereion una formación esquelética que se desarrolla en la parte ventral de la cavidad visceral torácica; consiste de un armazón de varios elementos esclerotizados unidos entre sí, formando por cada somito una unidad y cada una de ellas presenta dos forámenes con apodemas mediante los cuales se conecta la masa muscular de esta región con la de los apéndices.

Las cámaras branquiales son dos y cada una se halla dispuesta lateralmente sobre los flancos derecho e izquierdo del pereion. Las cámaras albergan las branquias y están separadas de la cavidad visceral del cefalotórax por las paredes formadas por las placas pleurales de los somitos VI-XIII y los precoxopoditos y coxopoditos de los apéndices correspondientes (fig. 3, A).

La cavidad del céfalopereion se destaca por un mayor desarrollo del espacio visceral y uno menor de la masa muscular; en cambio, el abdomen presenta en comparación con la primera región, un volumen de la cavidad visceral mucho más reducido y una masa compacta de tejido muscular. Por lo general, el volumen de la cavidad visceral del céfalopereion es algo mayor en las hembras adultas que en los machos. La diferencia se debe al fuerte desarrollo de la masa ovárica que se evidencia también por un aumento en el largo del cefalotórax, hecho comprobado mediante las relaciones morfométricas en el crecimiento relativo del cuerpo y del porcentaje de las partes aprovechables determinando por sexos (Angelescu y Boschi, 1959, p. 55 y tabla 9).

Del mismo modo, la masa muscular tiene mayor desarrollo en los órganos y regiones del cuerpo que desempeñan funciones cinéticas de intenso esfuerzo, como por ejemplo, la del abdomen y de los coxopoditos y basipoditos de los pleópodos; en consecuencia, el caparazón de estos órganos aumenta su volumen ¹).

De todas estas breves consideraciones, resulta que existe en la disposición anatómica del cuerpo y la forma del caparazón una modalidad de compensación; y las relaciones volumétricas entre el espacio visceral y la masa muscular, demuestran en el langostino un perfecto equilibrio de orden morfológico-funcional, carácter propio y común a todos los crustáceos del grupo Natantia.

A continuación, se describen de acuerdo con los propósitos perseguidos en el trabajo, el sistema nervioso y los aparatos respiratorio, circulatorio, digestivo, excretor y reproductor; cada uno de ellos presenta ciertas particularidades, algunas de índole específica y otras que sirven al efecto de realizar comparaciones morfológicas, dentro del complejo de la organización interna del langostino y a través de las familias y especies del orden de los decápodos, y por ende, de significancia en la taxonomía, morfología, hábitos y filogenia de esta especie.

¹ Desmarests (1929) comprobó una correlación positiva entre el volumen del caparazón y el volumen y modalidad de desarrollo de los órganos internos de los crustáceos decápodos.

b) Sistema nervioso

En líneas generales, este sistema guarda la misma organización que en todos los artrópodos y es en particular semejante al de *Penaeus setiferus* descrito detenidamente por Young (1959), pero existen en su morfología algunas características diferenciales bien propias de la especie y familia a la cual pertenece. Este hecho fue comprobado también en otros crustáceos malacóstracos, como por ejemplo, en las especies del orden Mysidacea (Bacescu, 1954, p. 18).

El sistema nervioso se compone de un cerebro o ganglio supraesofágico y de una cuerda nerviosa ventral que atraviesa el céfalopereion y el pleon hasta el último somito abdominal (fig. 8, A). El ganglio supraesofágico, que en realidad está constituido por la fusión de varios ganglios, se halla ubicado en la parte anterior del céfalon, debajo de la base del rostro y entre la placa ocular y la pared ánterosuperior del estómago cardíaco; del mismo surgen los nervios de los órganos sensoriales (ojos, estatocistos) y de los apéndices correspondientes a los somitos I y II (anténulas y antenas). Desde este ganglio se dirigen hacia atrás dos ramas principales o los denominados conectivos periesofágicos que se unen en el ganglio subesofágico, dando origen a la cuerda nerviosa ventral. Los conectivos presentan en la parte interna y mediana una comisura de disposición ventral, situada detrás del esófago; algo debajo de la pared ventral del estómago se encuentra otro ganglio o el ganglio estomoedal cuyas ramificaciones se relacionan principalmente con el dispositivo estomoedal del estómago cardíaco.

La cuerda nerviosa ventral se inicia a la altura del tercer somito y evidencia en el tramo del céfalopereion pequeños intervalos de separación de las ramas principales. Solamente en las porciones que llevan los ganglios se manifiesta una mayor fusión de las ramas y un ensanchamiento; en cada uno de estos lugares hay un par de ganglios bien separados entre sí y toda la serie de ganglios se conecta, de acuerdo con su ubicación metamérica, con las piezas bucales y los apéndices de los somitos III-XIII. Además, una parte de las ramificaciones se extiende hacia los órganos de la cavidad visceral del céfalopereion.

En los somitos del pleon, la cuerda nerviosa ventral mantiene una disposición uniforme hasta el quinto somito inclusive; por cada somito existe un par de ganglios fusionados con nervios en la masa muscular del pleon y los pleópodos correspondientes. Las diferencias más perceptibles se hacen en el sexto somito abdominal, en el cual el par de ganglios se halla ubicado en su parte posterior y envía ramificaciones de mayor dispersión, relacionándose con los urópodos, el telson y la parte terminal del intestino.

En síntesis, la estructura del sistema nervioso del langostino demuestra un grado de menor evolución morfológica de esta especie en comparación con otros grupos de crustáceos decápodos; esta característica propia a todos los peneidos

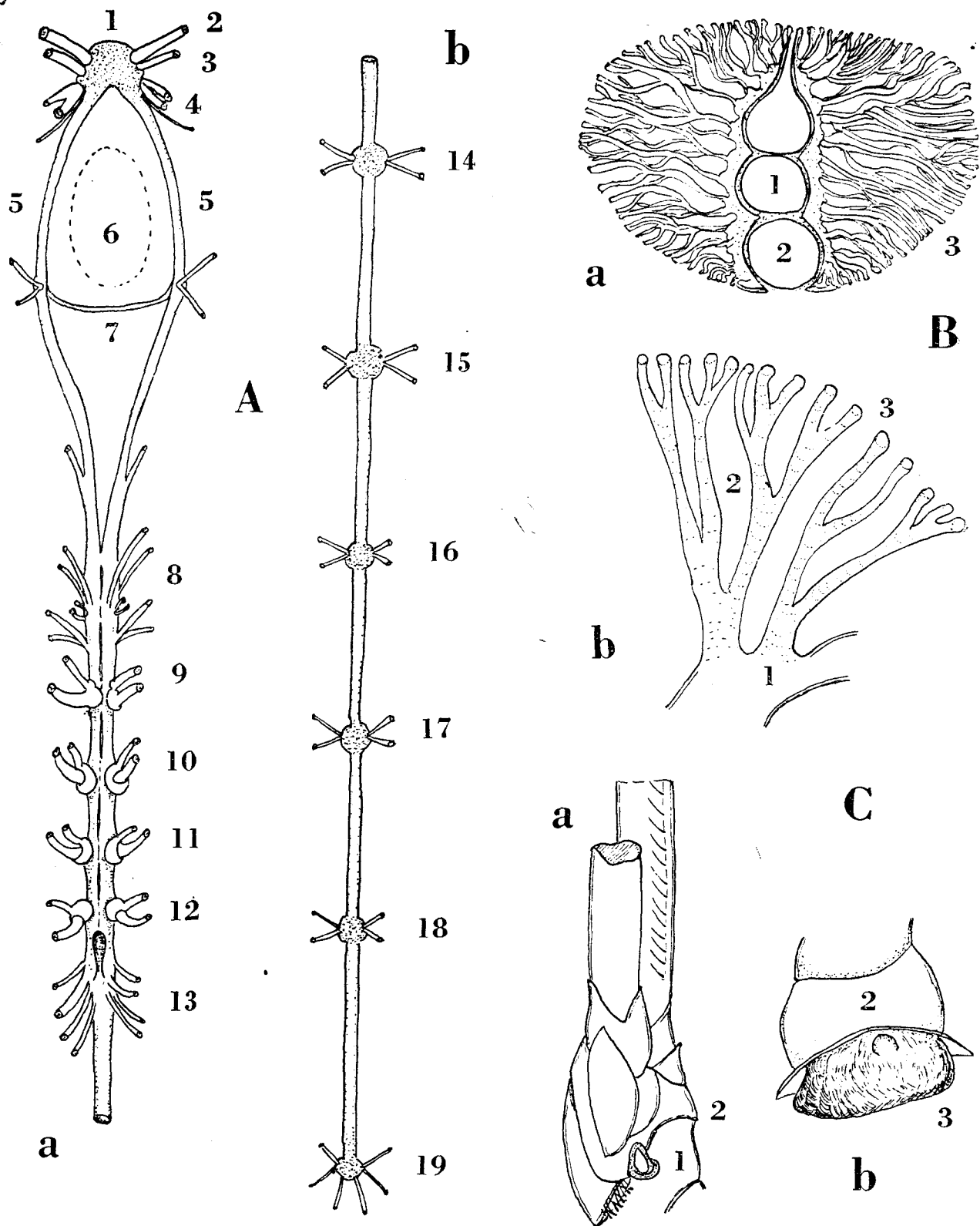


Fig. 8. — A: *Sistema nervioso*. a. Cuerda nerviosa con los conectivos periesofágicos y la parte correspondiente al pereion; b. Cuerda nerviosa correspondiente al pleon (1 = ganglio supraesofágico; 2 = nervio del órgano visual; 3 = nervio de la anténula; 4 = nervio de la antena; 5 = conectivos periesofágicos; 6 = región del esófago; 7 = comisura ventral; 8 = ganglio subesofágico; 9 = ganglio del 3er. maxilípodo; 10 = ganglio del 1er. pereionito; 11 = ganglio del 2do. pereionito; 12 = ganglio del 3er. pereionito; 13 = ganglios del 4to. y 5to. pereionitos; 14-19 = ganglios de los pleonitos 1-5 respectivamente).

B: *Aparato respiratorio*. a. Sección transversal por la primera artrobrauquia del 4to. pereiópodo (1 = vaso aferente; 2 = vaso eferente; 3 = filamentos branquiales. b. Detalle de un pequeño sector de filamentos branquiales (1 = raquis primario; 2 = raquis secundario; 3 = filamentos branquiales).

C: *Aparato excretor*. a. Ubicación del poro excretor (1) en el coxopodito (2) de la antena; b. Aspecto externo de la glándula excretora (3) en el coxopodito abierto.

se evidencia en especial por las particularidades destacadas en el tramo de la cuerda nerviosa ventral correspondiente al céfalopereion.

c) *Aparato respiratorio*

El aparato respiratorio del langostino está compuesto de una cámara branquial de cada lado del cefalopereion que posee 27 branquias y una «bomba de respiración». La cámara branquial se extiende desde el VI al XIII somito del cuerpo o del 1.º al 8.º pereionito y se delimita en su parte interna por las prolongaciones del tergito y esternito, la pleura y las articulaciones precoxal y coxal de los apéndices de cada somito. Exteriamente, toda la cavidad está cerrada por el branquiosteguito que constituye un pliegue o una dobladura del caparazón torácico, la cual se inicia en la región comprendida entre el tergito y la parte anterior de la pleura (fig. 3, A). El branquiosteguito es algo más flexible que el resto del caparazón y en su borde inferior y posterior está separado de las pleuras, dejando una abertura donde circula el agua; su parte interna presenta una membrana fina y bien vascularizada.

1) *Disposición y división morfológica de las branquias*. Se hallan dispuestas en sucesión metamérica a cada lado del pereion, desde el primer maxilípedo hasta el último pereiópodo y cubiertas por el branquiosteguito. Las branquias son de tipo dendriforme; cada una se compone de un eje principal (raquis primario) de aspecto tubular, ramificado de ambos lados y sobre el mismo plano en septos o pliegues (raquis secundario) que terminan en su margen distal con varios filamentos branquiales (fig. 8, B). Las branquias se dividen, según la ubicación en el somito, es decir en la parte correspondiente a la zona de unión entre la placa pleural y los elementos de articulación del apéndice, en pleurobranquias, artrobranquias, podobranquias y mastigobranquias (Tabla N.º 2).

Pleurobranquias. Existen en total seis de cada lado del pereion y se originan en la parte inferior de las placas pleurales, cerca de las articulaciones de los apéndices (fig. 7, A). La primera pleurobranquia se encuentra en el somito que contiene el tercer maxilípedo (somo VIII); las siguientes pertenecen a los somitos de los cinco pares de pereiópodos (somitos IX-XIII).

Artrobranquias. Están ubicadas sobre la membrana articular precoxal que hace la unión entre los esternitos de los somitos y el coxopodito de los apéndices correspondientes. De cada lado del pereion hay trece artrobranquias; el primer maxilípedo (somo VI) presenta una sola artrobranquia que es rudimentaria, mientras que desde el segundo maxilípedo hasta el último pereiópodo se encuentran por cada apéndice dos artrobranquias bien desarrolladas, una de posición anterior y la otra de posición posterior (fig. 7, A).

T A B L A N.º 2

Disposición numérica de las branquias en Hymenopenaeus mülleri (Bale), según la sucesión de los pereionitos (somitos) y la fórmula branquial para un solo lado del céfalopereion

TIPOS de BRANQUIAS	P E R E I O N I T O S (Somitos torácicos)								Fórmula branquial
	1º (VI)	2º (VII)	3º (VIII)	4º (IX)	5º (X)	6º (XI)	7º (XII)	8º (XIII)	
<i>Pleurobranquias</i>	—	—	1	1	1	1	1	1	6
<i>Artrobranquias</i>	(r)	2	2	2	2	2	2	—	13
<i>Podobranquias</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	1
<i>Mastigobranquias</i>	1	1	1	1	1	1	1	—	7
Número total de branquias	2	4	4	4	4	4	4	1	27

Observación: la abreviación (r) se refiere a la primera artrobranquia del primer maxilípedo que se encuentra en estado rudimentario.

Podobranquias. Existe de cada lado del pereion una sola podobranquia que se halla insertada en el epipodito del segundo maxilípodo (somito VII), en el lugar próximo a la unión entre el epipodito y el coxopodito de este apéndice (fig. 5, E).

Mastigobranquias (epipoditos). Se distinguen de las demás branquias por su estructura muy particular. Cada mastigobranquia, salvo la del primer maxilípodo, se divide en dos partes asimétricas: una basal con aspecto de un pequeño mango y de consistencia dura, y la otra distal, de consistencia blanda que tiene forma de una aleta alargada, delgada y achatada de contorno algo variable en la misma serie y sin bifurcación (figs. 3, A; 5, F; 7, A). Ambas partes llevan sedas largas, finas y flexibles con mayor desarrollo en la distal. La del primer maxilípodo también está dividida en dos partes, pero ambas son de igual forma, blandas y provistas de sedas largas y finas. Se cuentan en total de cada lado del pereion siete mastigobranquias distribuidas sobre tres maxilípedos y los cuatro primeros pereiópodos, encontrándose conectadas a la parte externa y superior de los coxopoditos. De acuerdo con su constitución anatómica, las mastigobranquias desempeñan más bien un papel mecánico en la respiración. Por su forma de paleta, intervienen en el movimiento de la corriente de agua que traspasa la cámara branquial y constituyen, al mismo tiempo, debido a la presencia de las sedas largas y espesas, un filtro de retención de las partículas del agua de respiración.

2) *Formula branquial*. En algunos trabajos de carcinología, se utilizan las características de las branquias como criterio básico en la clasificación de las especies; por otra parte, para facilitar la comparación entre las distintas especies y familias de los crustáceos decápodos, se acostumbra expresar el número de las branquias en sucesión metamérica mediante las denominadas fórmulas branquiales (Bate, 1888; Bouvier, 1908; Burkenroad, 1934 b; De Man, 1911; Kubo, 1949; Laguarda Figueras, 1961; Villalobos, 1959; Yaldwyn, 1954; Young, 1959). En lo que se refiere al langostino, se presenta en la tabla N.º 2 la disposición numérica de las branquias según su tipo de estructura anatómica y la sucesión de los somitos del pereion. La disposición numérica sintetizada por cada tipo de branquias constituye en conjunto la «fórmula branquial» de esta especie.

Al comparar la fórmula branquial del langostino con la de otras especies o géneros de la familia Penaeidae, se evidencian diferencias en el número total de branquias y en la modalidad de su sucesión metamérica, como puede comprobarse en la tabla N.º 3. Según las clasificaciones realizadas por Kubo (op. cit. pp. 51-57), resulta que la disposición numérica de las branquias en el langostino corresponde al tipo característico de las especies de los géneros *Hymenopenaeus* y *Parahaliporus*, ubicado entre los tipos de los géneros *Solenocera* y *Penaeus*. Todos los géneros mencionados pertenecen al tipo L₂ de la clasificación del autor citado que se caracteriza por tener de cada lado del pereion 6 pleurobranquias, 12-14 artrobranquias,

T A B L A N.º 3

Comparación entre las fórmulas branquiales de los géneros Solenocera, Hymenopenaeus, Parahaliporus y Penaeus (según los datos de Kubo, 1949, p. 54)

Pereionito (Somito)	Apéndice correspondiente	Tipo, número y disposición metamérica de las branquias en los géneros:		
		<i>Solenocera</i>	<i>Hymenopenaeus</i> y <i>Parahaliporus</i>	<i>Penaeus</i>
1º (VI)	1er. maxilípodo	2 ar(r); 1 mg	1 ar (r); 1 mg	1 ar (r); 1 mg
2º (VII)	2do. maxilípodo	2 ar; 1 pd; 1 mg	2 ar; 1 pd; 1 mg	2 ar; 1 pd; 1 mg
3º (VIII)	3er. maxilípodo	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg
4º (IX)	1er. pereiópodo	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg
5º (X)	2º pereiópodo	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg
6º (XI)	3er. pereiópodo	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg
7º (XII)	4to. pereiópodo	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 2 ar; 1 mg	1 pl; 1 ar
8º (XIII)	5º pereiópodo	1 pl	1 pl	1 pl
Número total de branquias		6 pl; 14 ar; 1 pd; 7 mg (28)	6 pl; 13 ar; 1 pd; 7 mg (27)	6 pl; 12 ar; 1 pd; 6 mg (25)

Observación: las abreviaturas utilizadas corresponden a: ar: artrobranquias; pd: podobranquias; pl: pleurobranquias; mg: mastigobranquias; (r): rudimentario.

1 podobranquia y 6-7 mastigobranquias. Las pleurobranquias se encuentran ubicadas en los últimos seis pereionitos; en el 1.º y el 7.º pereionito existen una o dos artrobranquias y un par de las mismas por cada uno del 2.º al 6.º pereionito, además, la primera artrobranquia es siempre de aspecto rudimentario; las podobranquias se hallan solamente en el 2.º pereionito y las mastigobranquias desde el 1.º al 6.º o 7.º pereionito. Las comparaciones con respecto a la fórmula branquial permiten inferir que el langostino, desde el punto de vista de la morfología del aparato respiratorio, es más afín a las especies de los géneros *Parahaliporus*, *Solenocera* y *Penaeus* y tiene menor relación con los géneros *Penaeopsis*, *Metapenaeopsis*, *Parapenaeus*, *Metapenaeus*, *Trchypenaeus* y *Sicyonia*. Las especies de estos últimos géneros se destacan por un número total de branquias inferior al de las especies pertenecientes a los géneros *Solenocera*, *Hymenopenaeus* y *Penaeus*.

d) Aparato circulatorio

1) *Disposición general*. El aparato circulatorio es en el langostino, como en los demás crustáceos decápodos, un sistema abierto y se compone de un corazón, corazones accesorios, arterias, venas, capilares y senos venosos¹. El corazón consiste de una cámara simple y se halla ubicado en la parte posterior y dorsal del pereion dentro de un seno pericardial. La hemolinfa, impulsada principalmente por el corazón, se encuentra durante la sístole en el pericardio; luego llega al corazón donde queda retenida durante la diástole por tres pares de válvulas, dos dorsales y uno lateral. A partir del corazón, la hemolinfa pasa, a través de las arterias, a los senos venosos y lagunares; la circulación se produce por la actividad del corazón y es coadyuvada por la misma elasticidad de las arterias, la acción de los corazones accesorios y el movimiento propio del cuerpo y de los apéndices. Las principales arterias que actúan en la irrigación de aparatos y órganos son las siguientes:

- 1.º *Arteria lateral anterior (un par)*. Se inicia en la parte anterior del corazón y corre dorsalmente dando a su vez otras ramificaciones, como la arteria subgástrica, arteria gástrica, arteria mandibular, arteria antenal y arteria óptica. Este par de arterias sustituiría aparentemente en los peneidos a la arteria oftálmica o aorta media que no existe en estos crustáceos y es hallada en *Astacus* y otros géneros de decápodos.
- 2.º *Arteria hepática*. Se extiende desde la superficie ánteroventral del corazón y circunda el divertículo digestivo al cual alimenta.

¹ En la descripción del aparato circulatorio del langostino se ha recurrido a la misma terminología utilizada por Young (1959, p. 140); en lo que se refiere a la disposición de las principales arterias, se las puso en evidencia inyectando en la arteria abdominal dorsal o en el corazón de animales vivos una suspensión de Trypan Blue, diluída al 5 % en agua destilada.

- 3.º *Arteria esternal*. Se origina en la parte posterior del corazón y lleva la hemolinfa a la región ventral del cuerpo, pasando entre el tercer y cuarto par de pereiópodos. En este lugar se divide en una porción anterior que irriga el pereion y una posterior que se dirige hacia el pleon, alimentando aparentemente sólo al primer somito abdominal.
- 4.º *Arteria torácica ventral*. Alimenta los apéndices del cefalopereion y presenta varias ramificaciones; la rama anterior se conecta con el primero, segundo y tercer par de pereiópodos y los apéndices bucales; la rama posterior va al cuarto y quinto par de pereiópodos y otra de menor importancia, se continúa hacia el primer somito abdominal.
- 5.º *Arteria abdominal dorsal*. Se desarrolla a lo largo de la región dorsal del pleon, entre el músculo dorsal abdominal y el conducto intestinal con ramificaciones secundarias en cada somito y pleópodos correspondientes; a su vez, se conecta con el mismo conducto intestinal y la arteria subneural que se extiende en la región central del pleon.

2) *Mecanismo de respiración*. El langostino tiene el sistema respiratorio típico de los crustáceos decápodos del grupo Natantia. La respiración se produce a través de las branquias que contienen los vasos aferentes y eferentes, como asimismo un seno de ramas dentríticas que realizan el intercambio gaseoso (fig. 8, B). El movimiento rítmico de las branquias y el pasaje del agua ayudado por la acción del branquiosteguito permite la oxigenación continua de la hemolinfa. Según las comprobaciones de Dall (1958, p. 128), las anténulas y la escama antenal forman en conjunto en los peneidos un conducto respiratorio que facilita el pasaje del agua hacia la cámara branquial, lográndose de esta manera una circulación permanente. La similitud de la estructura y disposición de las anténulas, antenas y palpo mandibular en los representantes de los géneros *Hymenopenaeus* y *Penaeus*, hace deducir que el mecanismo de respiración en el langostino sería parecido al de las especies de los géneros *Penaeus* y *Metapenaeus*.

e) *Aparato digestivo*

1) *División morfológica y funcional*. Considerado en su totalidad, el aparato digestivo del langostino tiene una disposición en sentido longitudinal, siguiendo el eje ánteroposterior del cuerpo. Desde el punto de vista funcional, presenta regiones netamente separadas entre ellas de acuerdo con los procesos de ingestión, desmenuzamiento y trituración de los alimentos, de digestión y absorción de las sustancias nutritivas y de eliminación de los desperdicios, tales como: esófago, estómago triturador, estómago glandular, intestino, rectum y glándulas anexas. El conducto gastrointestinal se inicia en el tercer somito del cefalotórax, a la altura

de un plano vertical situado detrás de las espinas hepáticas y frente a las mandíbulas y termina en la parte anterior y ventral del telson. De acuerdo con su origen y estructura morfológica se divide en tres regiones: una anterior (*stomodaeum*) y de gran expansión que comprende el esófago con la abertura bucal, el estómago con las cámaras cardíaca y pilórica, y el divertículo digestivo; una mediana (*mesenteron*) que incluye la mayor parte del intestino hasta el 6.º somito abdominal; y la última (*proctodaeum*) de ubicación posterior en el pleon, reducida a la parte terminal del intestino (rectum y anus).

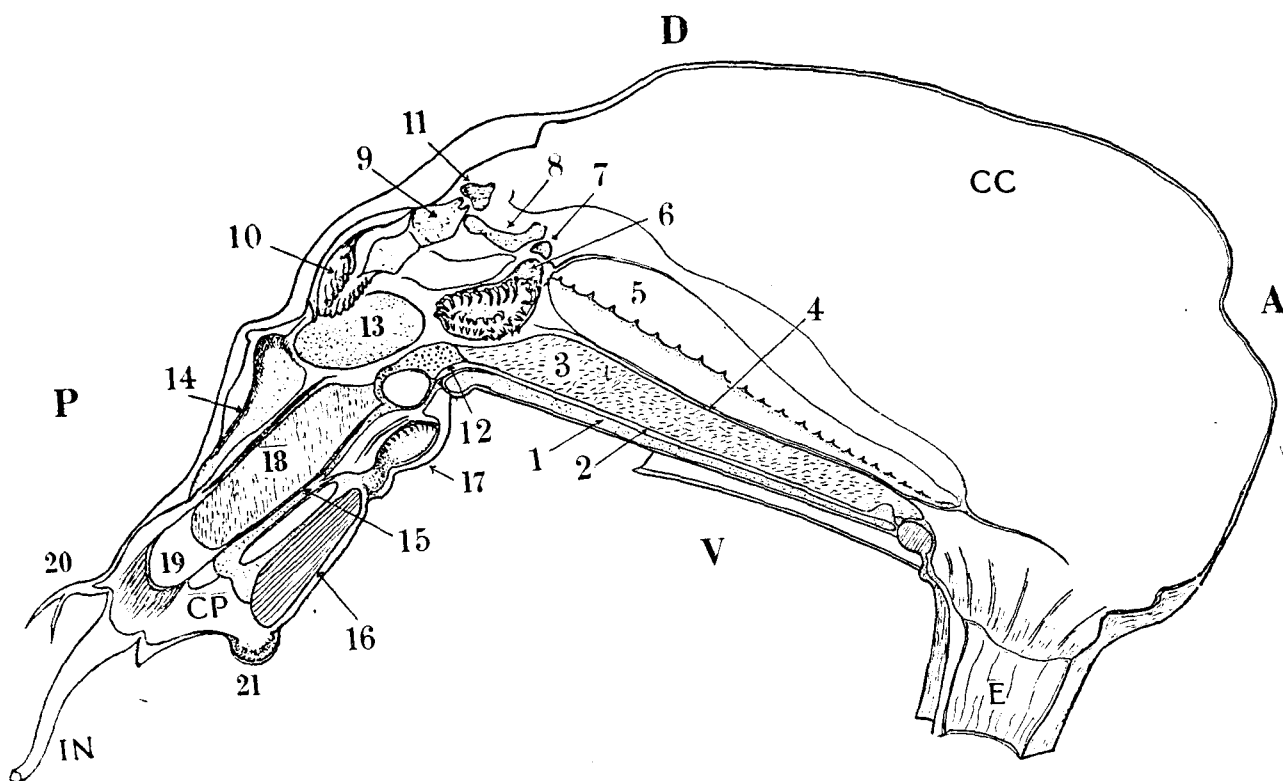


Fig. 9. — Corte sagital del estómago con detalles del dispositivo estomodal y de la cámara pilórica. A = parte anterior; P = parte posterior; D = parte dorsal; V = parte ventral; E = esófago; CC = cámara cardíaca; CP = cámara pilórica; IN = parte inicial del intestino; 1 = arruga mediana; 2 = pliegue básicolateral; 3 = arruga lateral; 4 = pliegue lateral; 5 = placa cardíaca; 6 = huesecillo zigocardiaco; 7 = h. prezigocardiaco; 8 = h. pterocardiaco; 9 = h. uocardiaco; 10 = h. prepilórico; 11 = h. cardíaco; 12 = válvula pilórica; 13 = ampolla pilórica; 14 = pliegue pilórico; 15 = borde supraampular; 16 = placa pilórica; 17 = placa preampular; 18 = borde pilórico y parte externa de la elevación mediana; 19 = lengüeta de la elevación mediana; 20 = prolongaciones posteriores de la cámara pilórica; 21 = conexión con el divertículo digestivo.

2) *Esófago*. Es corto, bastante ancho y dilatado; tiene el aspecto de un cono truncado de disposición vertical en el plano sagital del cuerpo. Comunica en su parte inferior con la región oral delimitada por los labios anterior e inferior, las mandíbulas y las maxilas; y en la parte superior, con el estómago cardíaco, desembocando sobre el lado anteroventral del mismo (fig. 9). Las paredes del esófago

son de estructura cuticular, con profundos pliegues longitudinales que permiten la expansión del lumen en el momento de la ingestión de alimentos: en sección transversal, el lumen desocupado presenta la forma de la letra X.

3) *Estómago y el dispositivo estomoedal*. Visto lateralmente, el estómago tiene la forma de una bolsa alargada con paredes de aspecto membranáceo y se halla ubicado en la parte ánterosuperior de la cavidad visceral del céfalopereion (región gástrica). Comienza en el plano de la región basal del rostro, prolongándose hacia atrás de la última espina del mismo y se divide, según sus características morfológicas y funciones, en dos partes distintas: la primera anterior o cámara cardíaca que contiene el dispositivo estomoedal, y la segunda posterior, denominada cámara pilórica o estómago glandular (figs. 9 y 10).

Cámara cardíaca. Es más grande que la cámara pilórica y presenta en sección longitudinal una forma ovoidal y en sección transversal una forma semicircular (figs. 10 y 11, A). Las paredes son membranosas y reforzadas parcialmente por piezas esclerosadas y en el interior se evidencian pliegues, surcos, placas, huesecillos y dientes de diferente tipo y estructura. Los elementos quitinosos y calcificados de la cámara cardíaca constituyen en conjunto el dispositivo estomoedal, que según sus particularidades morfológicas, tiene importancia en la taxonomía y las interpretaciones filogenéticas de los géneros de la familia Penaeidae (Kubo, 1949). Sobre la pared inferior del estómago y en su parte anterior desemboca el esófago e inmediatamente de éste, hacia el interior de la cámara, se halla una protuberancia de forma triangular (fig. 10). A continuación de la protuberancia y sobre las partes ventral y laterales de la cámara, se extienden dos pliegues longitudinales denominados, según la terminología empleada por Kubo (op. cit., p. 157), «pliegues básicos laterales» que terminan en la válvula pilórica. Entre estos dos pliegues existen una arruga mediana y de cada lado de los pliegues una arruga lateral; las arrugas poseen vellosidades en toda la superficie. Al lado de cada arruga se encuentra un pliegue lateral de menor longitud, cuyo borde está también provisto de vellosidades (figs. 9 y 10).

Dispositivo estomoedal. Se compone de varias placas, huesecillos y dientes que en el langostino presentan una estructura muy específica: De cada lado de los pliegues laterales se hallan las placas cardíacas de consistencia dura, ocupando la parte mediana y látero-inferior de la pared estomacal; sobre el eje longitudinal de cada placa emergen espinas agudas, cuyo número varía de 18 a 23 (figs. 9, 10 y 11, A). En la parte posterior del estómago cardíaco y antes del comienzo de la cámara pilórica, se encuentran los huesecillos del dispositivo estomoedal con los siguientes elementos:

1.º *Huesecillo cardíaco*, de forma triangular, se halla situado en la parte dorsal

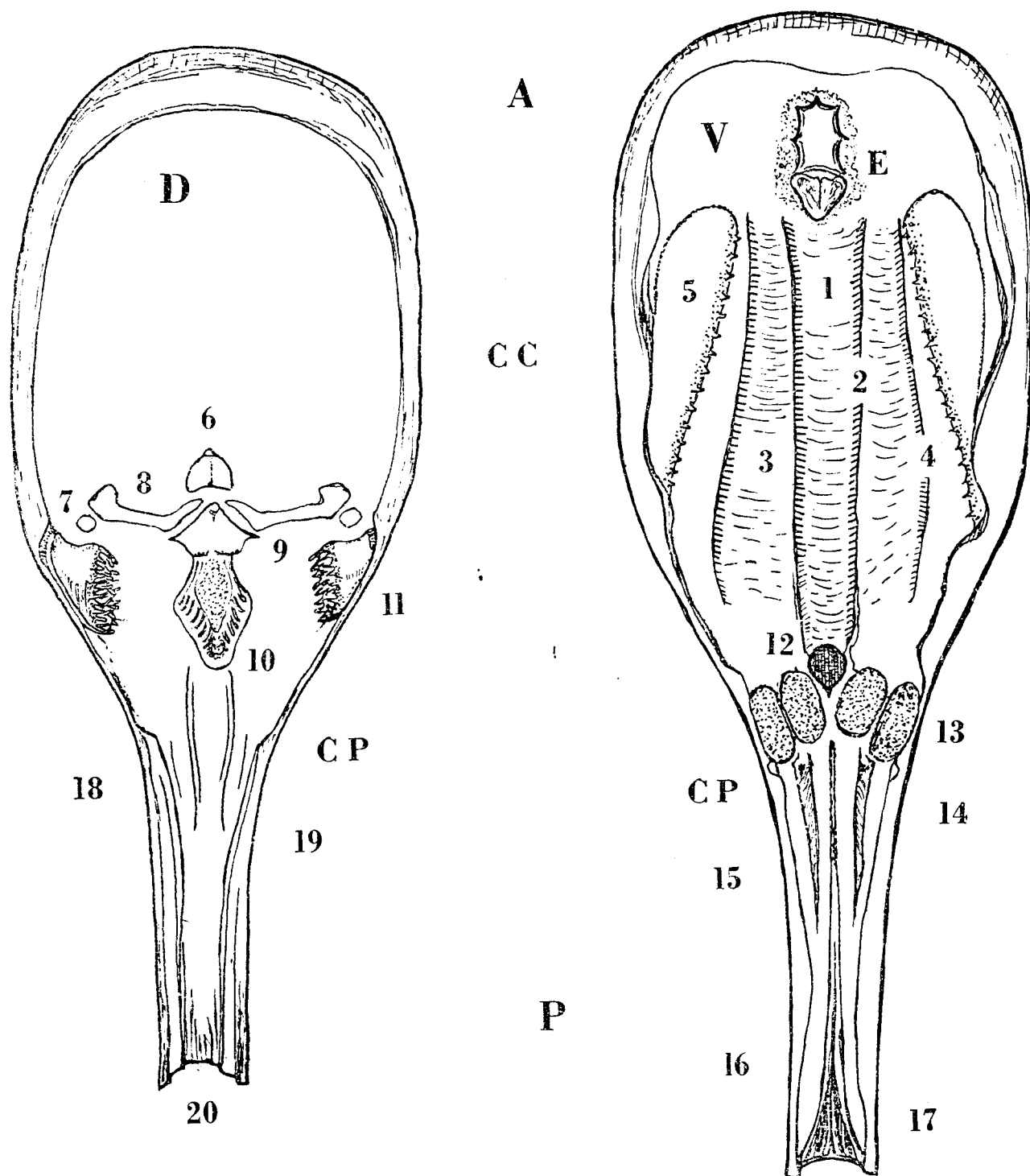


Fig. 10. — Corte por el estómago en sentido ánteroposterior sobre un plano horizontal y mediano, con detalles de las cámaras cardíacas y pilórica. D; Pared dorsal del estómago. V: Pared ventral del estómago. A: Parte anterior. P: Parte posterior. E: Desembocadura del esófago con la protuberancia esofágica. CC: Cámara cardíaca. CP: Cámara pilórica. (1 = arruga mediana; 2 = pliegue básicolateral; 3 = arruga lateral; 4 = pliegue lateral; 5 = placa cardíaca; 6 = huesecillo cardíaco; 7 = h. prezigocardiaco; 8 = h. pterocardiaco; 9 = h. urocardiaco; 10 = h. prepilórico; 11 = h. zigocardiaco; 12 = válvula pilórica; 13 = ampollas pilóricas; 14 = borde supraampular; 15 = elevación mediana; 16 = canaletas; 17 = lengüeta de la elevación mediana; 18 = borde pilórico; 19 = pliegue pilórico; 20 = continuación hacia la parte inicial del intestino).

y posterior de la cámara, a continuación del huesecillo urocardíaco (figs. 9, 10 y 12).

- 2.º *Huesecillo urocardíaco*, unido con el huesecillo prepilórico, tiene una ubicación similar al primero; sus bordes presentan eminencias agudas y en la parte anterior existe una hendidura pequeña (figs. 9, 10 y 12).
- 3.º *Huesecillos pterocardíacos*, dos en número, están dispuestos transversalmente sobre la pared dorsal y anterior de la cámara cardíaca. Tienen

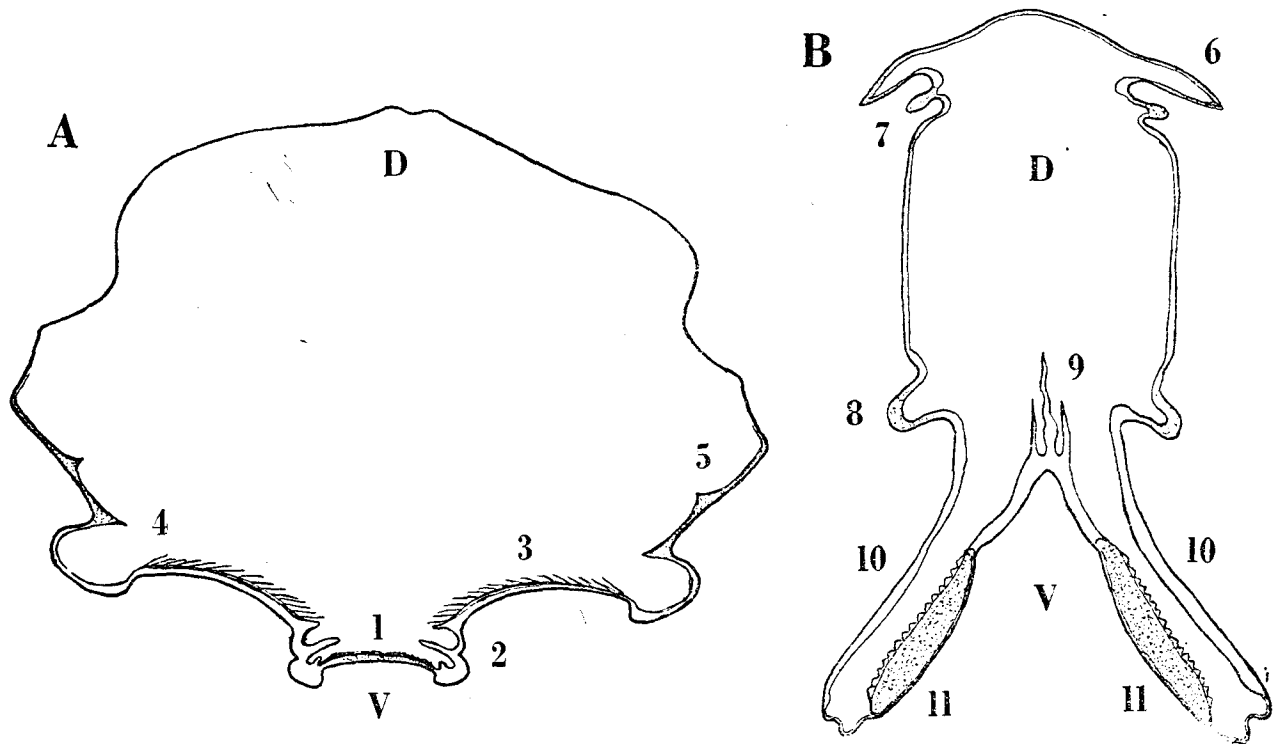


Fig. 11. — Cortes transversales por las cámaras del estómago. A: Cámara cardíaca, al nivel de su parte media. B: Cámara pilórica, a la altura de la elevación mediana y placas pilóricas. (D = región dorsal; V = región ventral; 1 = arruga mediana; 2 = pliegue básicolateral; 3 = arruga lateral; 4 = pliegue lateral; 5 = placa cardíaca; 6 = pliegue pilórico; 7 = borde pilórico; 8 = borde pilórico; 9 = elevación mediana; 10 = canaletas pilóricas; 11 = placas pilóricas).

el aspecto de una barra, cuyo extremo agudo se halla ubicado en el espacio delimitado por los bordes de los huesecillos cardíaco y urocardíaco; el otro extremo, de forma redondeada, más ensanchado y con una hendidura sobre el borde, llega hasta los huesecillos prezigocardiácos que se vinculan con la parte posterior de las placas cardíacas (figs. 9, 10 y 12).

- 4.º *Huesecillos prezigocardiácos*, también son dos, pequeños y de contorno romboidal y hacen la unión entre los huesecillos pterocardíacos y las placas cardíacas (figs. 9, 10 y 12).

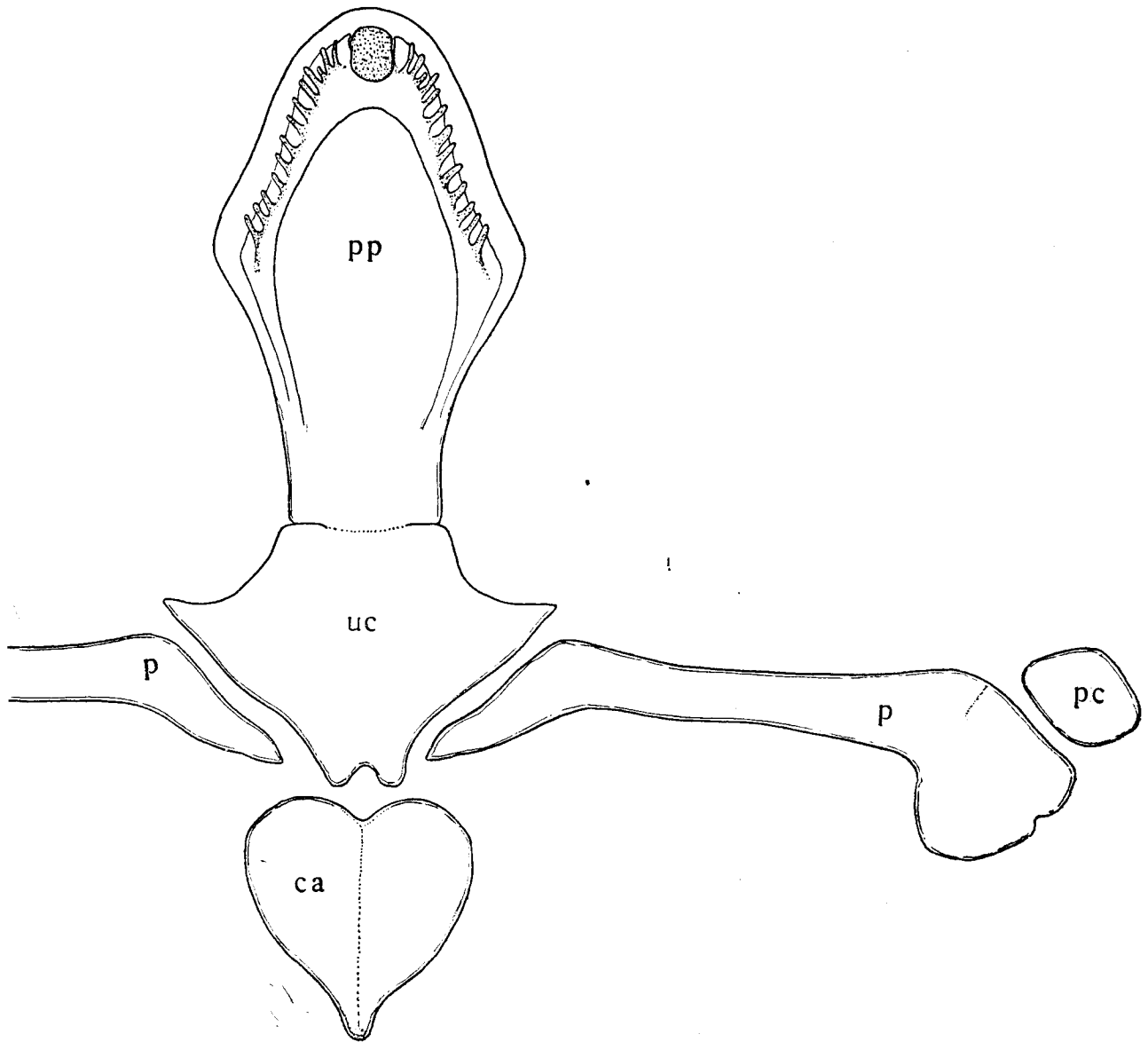


Fig. 12. — Disposición de los huesecillos del dispositivo estomodal que forman el armazón de sostén sobre la pared dorsal y anterior de la cámara cardíaca del estómago (ca = huesecillo cardíaco; p = h. pterocardíaco; pc = h. prezigocardíaco; uc = h. urocardíaco; pp = h. prepilórico).

- 5.º *Huesecillo prepilórico*, se encuentra sobre la parte posterior y media de la pared dorsal del estómago y su extremo anterior toca la cámara pilórica; está formado por una placa mediana calcificada, cuyos bordes posteriores más robustos, presentan a cada lado dentículos agudos y de constitución quitinosa (figs. 9, 10 y 12).
- 6.º *Huesecillos zigocardiácos*, son dos y se hallan insertados a cada lado de la pared posterior de la cámara cardíaca. Alcanzan en su parte anterior las placas cardíacas y en su parte posterior la pared de la cámara pilórica al nivel de la válvula. Cada huesecillo de aspecto deltoides, está bien desarrollado y presenta sobre su cara interna dentículos agudos de tipo desgarrante, dispuestos en varias hileras y de formación quitinosa (figs. 9 y 10).

La estructura de las paredes de la cámara cardíaca y la forma y naturaleza de los elementos del dispositivo estomacal, inducen a concluir que todo este conjunto desempeña un papel mecánico de doble función. Los huesecillos cardíacos, zigocardiácos, pterocardiácos y prezigocardiácos constituyen el armazón de sosten de la pared dorsal del estómago y lo mismo lo hacen las arrugas laterales y medianas sobre la pared ventral; además, estas últimas forman un tipo de canaleta para la conducción de los alimentos ingeridos hacia la parte posterior de la cámara cardíaca. En cambio, las placas cardíacas y el huesecillo prepilórico actúan como piezas de trituración y los huesecillos zigocardiácos como piezas de desgarramiento para la reducción de las partículas alimenticias antes de pasar a la cámara pilórica del estómago; en casi toda la superficie interna de la cámara cardíaca se observan procesos de quitinización de mayor desarrollo, especialmente sobre la pared ventral y en la parte posterior de la misma.

Cámara pilórica. Tiene en el plano longitudinal del cuerpo una forma subrectangular y se divide en dos regiones: una dorsal, cuya sección transversal es de contorno casi rectangular, y la otra ventral, compuesta por dos canaletas separadas entre sí por una elevación mediana y dispuestas como una V invertida que aumentan en tamaño hacia su porción terminal (figs, 9, 10 y 11, B). La elevación mediana se convierte hacia su parte posterior en una lengüeta provista en la extremidad de sedas largas y finas, mientras que su parte anterior es más achatada y de menor desarrollo.

La región dorsal es de mayor volumen y comunica en la parte anterior con la cámara cardíaca y en la parte posterior con el intestino (*mesenteron*); el límite de separación con la cámara cardíaca se ubica sobre un plano vertical que incluye la parte posterior de los huesecillos zigocardiácos y prepilórico y el extremo posterior de los pliegues básico-laterales y de la arruga mediana (figs, 9 y 10). En este lugar y sobre la pared ventral del estómago se encuentra la válvula pilórica con

aspecto de una protuberancia hemisférica; de cada lado de la válvula y en el mismo plano transversal, se hallan ubicadas dos ampollas pilóricas y todo este sistema constituye un tipo de cerradura entre las cámaras del estómago (figs. 9 y 10). En la parte superior y de ambos costados de la región dorsal corren dos grandes pliegues pilóricos que se inician en el plano correspondiente a las extremidades de los huesecillos pterocardiácos. Entre estos dos pliegues y sobre las paredes laterales de la cámara se evidencia un proceso de quitinización que produce el endurecimiento de la misma; siguen luego, dispuestos por cada pared lateral, los bordes pilóricos que aumentan aún la rigidez de la cámara. Todo este dispositivo da el aspecto de una bóveda a la región dorsal del estómago pilórico (figs. 9 y 11, B).

La región ventral presenta de cada lado en su parte superior un borde supra-ampular esclerizado que se continúa, disminuyendo en su ancho, hasta la parte posterior de la cámara; exteriormente, los bordes delimitan la separación entre ambas regiones del estómago pilórico. En el interior existen dos placas ampulares de tamaño reducido y contorno subrectangular; son de constitución calcárea y se hallan situadas en el ángulo anterior e inferior de las canaletas, por debajo de la iniciación de los bordes supra-ampulares y en la vecindad de la cámara cardíaca. Sobre las paredes internas de las canaletas se extienden las placas ampulares o pilóricas, dos en número y de mucha dureza; son de contorno suboval y ocupan la mayor parte de las paredes laterales entre el borde supra-ampular y el límite inferior y posterior de cada canaleta. La superficie interna de las placas posee numerosas estrías longitudinales orladas por sedas finas y densas. En la extremidad posterior de la canaleta desembocan los conductos del divertículo digestivo (fig. 9); además, en la parte posterior de la cámara pilórica se observan unas prolongaciones membranosas de distinta forma y tamaño que penetran en la porción inicial del conducto intestinal, detrás del lugar de la desembocadura de los conductos del divertículo digestivo.

Según las comprobaciones de Kubo (1949, p. 147), la estructura de la cámara pilórica comparada entre las especies de la familia Penaeidae no ofrece grandes variaciones morfológicas, y en consecuencia, sus piezas y los detalles de organización no tienen significancia de valor taxonómico. Desde el punto de vista funcional y de acuerdo con las características señaladas, se puede deducir que esta parte del estómago desempeña preponderantemente una acción de índole mecánica en la nutrición del langostino. La cámara pilórica con sus elementos esclerizados, en particular los pliegues, bordes y las placas ampulares y supra-ampulares, constituyen un tipo de prensa y filtro de las partículas alimenticias, las que han experimentado ya un proceso de desmenuzamiento en la cámara cardíaca. Respecto de esto, Young (1959) opina que el papel principal de la cámara pilórica es de impedir la penetración de partículas de mayor tamaño en los conductos glandulares del divertículo digestivo.

Finalmente, es necesario destacar las conclusiones de Kubo (op. cit. pp. 157-174) referentes a la estructura del estómago de los crustáceos decápodos en relación con la taxonomía y filogenia de las especies del género *Hymenopenaeus* y de la subfamilia Solenocerinae. Según el criterio del autor mencionado, los caracteres genéricos que deben considerarse en el caso del langostino, son los de algunos elementos del dispositivo estomoedal, tales como:

- 1.º Número de espinas de la superficie interna de las placas cardíacas.
- 2.º Forma de los huesecillos pterocardiácos y zigocardiácos.

En todas las especies pertenecientes a la subfamilia Solenocerinae en la cual se incluye también el langostino, el dispositivo estomoedal es de tipo más o menos sencillo en comparación con el de las especies de Aristaenae y Sergestidae, o bien con el de las especies de Reptantia (Astacidae, Nephropsidae, Cancreidae, etc.), crustáceos estos últimos aún más evolucionados, que presentan un estómago con mayores diversificaciones anatómicas y adaptaciones al régimen alimentario. El grado de esclerización y la conformación de los elementos estomoedales inducen a pensar que las especies de Solenocerinae se hallan, desde este punto de vista, más alejadas de los Reptantia que las especies de Sergestidae y Stenopodidae, las cuales son consideradas como un tipo morfológico más evolucionado dentro del sistema filogenético de los crustáceos decápodos.

4) *Intestino*. Es rectilíneo y relativamente corto, de aspecto tubular y pared delgada, extendiéndose a lo largo del cuerpo por un plano superior y mediano de las cavidades viscerales del cefalopereion y pleon. El trayecto comprendido entre el extremo posterior del estómago pilórico y el extremo anterior del sexto pleonito (somito XIX) corresponde al *mesenteron*, y el trayecto incluido en este último somito abdominal y en la parte anterior del telson al *proctodaeum*. El *proctodaeum* constituye la parte terminal del intestino y se divide en la región rectal o rectum y el ano. La región rectal pertenece en su totalidad al sexto somito abdominal y se presenta con mayor ensanchamiento que la parte anterior del conducto intestinal; en su interior existe sobre la pared una serie de pliegues longitudinales de disposición paralela entre sí. El orificio anal es de posición ventral y se abre sobre la superficie interna del telson a la altura de un plano que comprende los protopoditos de los urópodos.

El conducto intestinal se destaca por una conexión bien evidente con la arteria abdominal, dorsal y además, en las hembras adultas se desarrollan de ambos lados, es decir, en el espacio libre entre el mismo conducto y la masa muscular del pleon, las prolongaciones posteriores del ovario.

5) *Divertículo digestivo*. Constituye la glándula principal del aparato digestivo

que tiene mayor actividad en la absorción de las sustancias nutritivas, después del paso de los alimentos desmenuzados por el estómago pilórico. Con respecto a la terminología de esta glándula, existen en la literatura especializada varias denominaciones y controversias. Según el criterio morfológico, y en particular la estructura de la glándula, los términos más empleados son los de: «glándula digestiva», «glándula anexa al tubo digestivo» y «divertículo digestivo», o de «mid-gut gland» en idioma inglés (Balss, 1926 y 1940-57; Vandel, 1949, p. 125; Van Weel, 1955; Vonk, 1960, p. 292). Si se considera la actividad metabólica desempeñada por la glándula en los procesos de absorción y digestión de las sustancias nutritivas, que según algunos autores es muy semejante a la del hígado y páncreas en los vertebrados, el término de «hepatopáncreas» parece más adecuado, por lo menos en el sentido de la función fisiológica (Vonk, 1960, p. 310; Yonge, 1937, p. 97; Young, 1959, p. 154).

El divertículo digestivo está ubicado en la región céntrica y posterior de la cavidad visceral del cefalopereion y se despliega en dos lóbulos que se extienden de cada lado del estómago pilórico y el tramo inicial del intestino; las partes laterales se tocan entre sí por encima del conducto intestinal y en las hembras sexualmente maduras, todo el conjunto se halla cubierto por los ovarios. La glándula tiene al estado fresco un color pardo-rosado y alcanza en los ejemplares adultos un gran tamaño; en relación con el peso total del cuerpo, representa alrededor del 4 % y del peso de las vísceras un 18 %. La masa glandular se compone de numerosos tubos ciegos (*caecum*) juxtapuestos y de diámetro muy reducido y todos desembocan en la parte interna e inferior de la glándula la cual está adherida a la pared del estómago pilórico. Además de su actividad metabólica en la nutrición, el divertículo digestivo acumula reservas de grasas en el organismo; según datos analíticos se comprueba un contenido de lípidos de 10 a 14 % en las glándulas extraídas de hembras adultas y parece que estos valores experimentan algunas variaciones a través de las estaciones del año de acuerdo con el estado de condición de los individuos y las fases del ciclo sexual (Angelescu y Boschi, 1959, pp. 81 y 115).

Por último, en el langostino no se identificaron otras glándulas anexas del aparato digestivo, como por ejemplo, la glándula dorsal o pilórica y la glándula rectal, comprobadas por Young (op. cit. p. 154) en la especie *Penaeus setiferus*. La glándula o el ciego rectal fue localizado por los autores del presente trabajo en el camarón *Artemesia longinaris*, de las costas de Mar del Plata; al tener en cuenta la relación de esta última especie con *Penaeus setiferus*, en el sentido de que ambas pertenecen a la subfamilia Penaeinae, la presencia o ausencia de la glándula rectal podría constituir un carácter anatómico de distinción de las subfamilias de los Penaeidae.

f) *Aparato excretor*

En los crustáceos decápodos y por consiguiente en el langostino, el principal órgano de excreción consiste en la glándula antenal o glándula excretora; existen dos ubicadas cada una en la parte basal de las antenas y con desembocaduras en la misma región. Los productos de desechos que se eliminan contienen amoníaco, ácido úrico, urea y algunos otros productos nitrogenados. Según su estructura, se compone de un saco celomático, laberinto, tubo glandular y una vejiga que desemboca en un poro rodeado por un esfínter muscular (fig. 8, C); el poro excretor se localiza fácilmente en el segmento basal de la antena y al levantar la cutícula del mismo se encuentra la glándula que es de color amarillo claro y de consistencia blanda. La ubicación del poro excretor en la parte mediana del coxopodito parece ser un carácter constante en las especies pertenecientes al orden Decapoda. Los experimentos realizados en los últimos tiempos en los crustáceos superiores tienden a demostrar la existencia de otras vías de excreción, además de la glándula antenal. Por ejemplo, se supone que las branquias intervienen en la eliminación de amoníaco y también función similar tendrían las glándulas digestivas y porciones del conducto intestinal (Parry, 1960, pp. 358-359).

g) *Aparato reproductor*

El langostino del mismo modo que todos los peneidos presenta sexos separados. Exteriormente, el macho se distingue de la hembra por la existencia de caracteres sexuales secundarios que derivan de algunas modificaciones funcionales en relación con la cópula (ver más adelante el dimorfismo sexual). La morfología del aparato reproductor es sencilla y las glándulas sexuales, tanto en el macho como en la hembra, están apareadas y se desarrollan en la parte posterior del céfalopereion. A través del ciclo vital de los individuos y de los distintos estadios de madurez sexual, se observan cambios en la forma, tamaño, color y ubicación de los ovarios y testículos (Angelescu y Boschi, 1959, p. 61-67).

1) *Aparato reproductor del macho*. El aparato reproductor masculino está constituido por la glándula testicular propiamente dicha, los conductos deferentes y las ampollas terminales (figs. 13, A y B y 14, A y B).

Los testículos presentan en su posición normal el aspecto de la letra M y existe entre ellos una unión externa visible en la parte inicial de la rama interna de cada glándula. Se hallan ubicados en el céfalopereion en una región delimitada en su parte anterior por el estómago, lateralmente por las paredes del pereion y en la parte posterior por la iniciación del abdomen. Todo el conjunto sigue una disposición longitudinal horizontal y en los ejemplares sexualmente maduros ocupa una gran parte del céfalopereion.

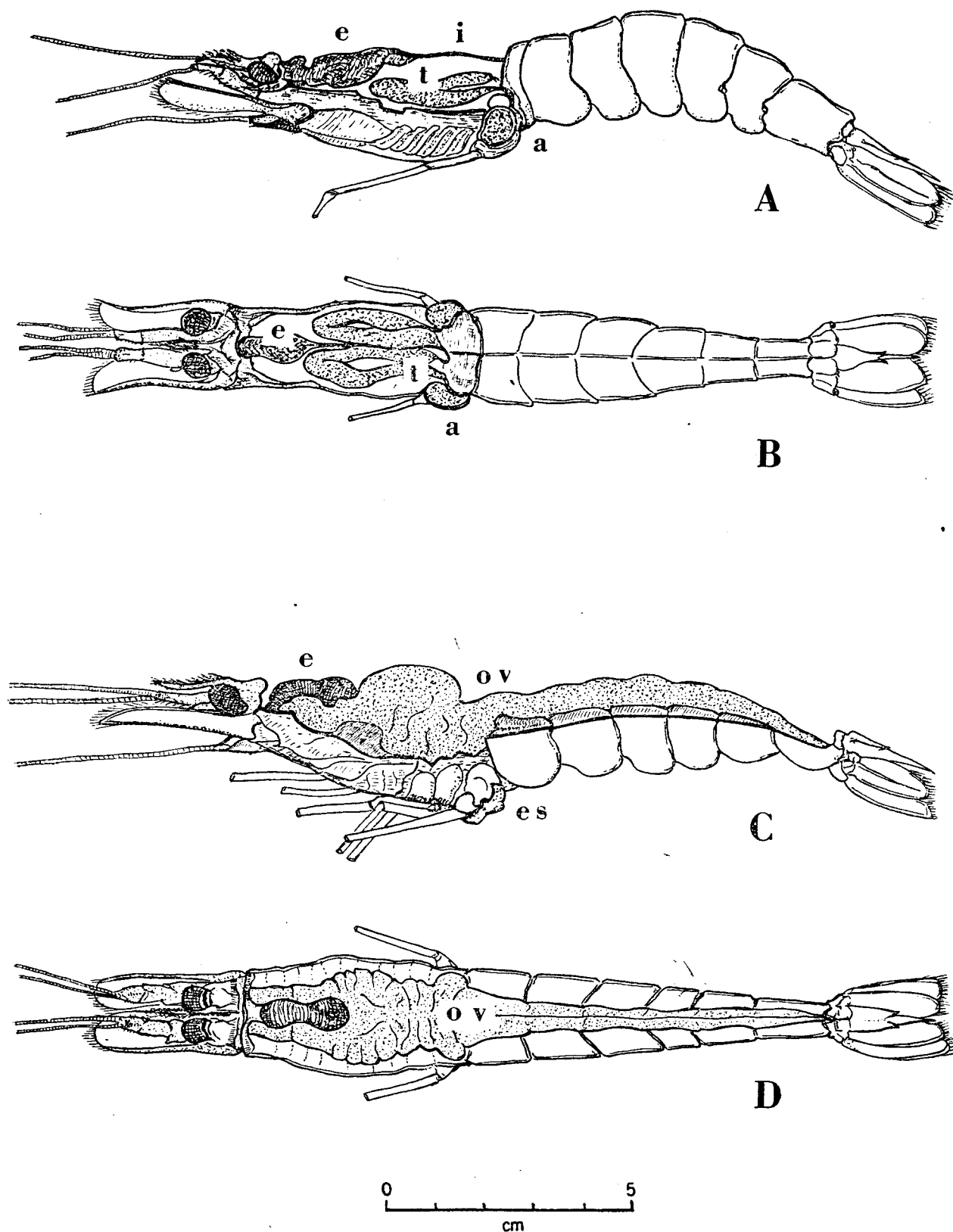


Fig. 13. — Ubicación de los órganos sexuales en el cuerpo del macho y hembra en estado de total maduración. A: Vista en un plano lateral del conjunto testicular izquierdo. B: Vista dorsal de ambos testículos. C: Vista en un plano lateral de los ovarios. D: Vista dorsal de los ovarios. (a = ampolla terminal con el espermatóforo; e = estómago; es = espermatóforo adherido; i = intestino; ov = ovarios; t = testículo).

La glándula testicular tiene forma de un tubo doblado en V en los machos adultos, cuyo codo se halla en la parte anterior; el segundo brazo de posición externa, se continúa con el conducto deferente; este último, más grueso en su parte posterior, desemboca en la ampolla terminal (fig. 14, A y B). Los conductos, al considerar el aspecto general del aparato reproductor, corren lateralmente a la pared interna del pereion, describiendo un pequeño semicírculo.

La ampolla terminal se encuentra en el coxopodito del quinto par de pereiópodos y contiene el espermátóforo semejante a un receptáculo seminal. La cápsula que contiene la ampolla se abre sobre el lado interno del coxopodito, para permitir que los espermátóforos se unan al ser transferidos al *thelycum* de la hembra. Al principio de su desarrollo, la ampolla tiene una estructura glandular la cual secreta los futuros espermátóforos. Después de la cópula, los espermátóforos constituyen una sola pieza con repliegues y protuberancias fijadas al *thelycum* (fig. 14, C y lám. I, fig. 1 y 2) y tienen en conjunto un color verde claro.

Cada espermátóforo presenta en su parte anterior una prolongación membranosa aliforme; la parte media consiste de un cuerpo sólido y rugoso que contiene los espermatozoides; y la parte posterior más dilatada, es semejante a la primera. Las formaciones membranosas sirven para sujetar los espermátóforos sobre el *thelycum* de la hembra y los orificios de expulsión de los elementos sexuales masculinos se hallan en la parte anterior de los cuerpos centrales; término medio, cada espermátóforo transferido mide 10 mm de largo y 5 mm de ancho.

La estructura de los testículos del langostino es de menor complejidad que los de *Penaeus setiferus* (King, 1948; Young 1959); en cambio, los espermátóforos de la especie del Mar Argentino se asemejan a los del camarón azul (*Penaeus stylirostris*) del Golfo de California descritos por Mauro Cárdenas (1952).

Toda la morfología del conjunto testicular se refiere en el presente trabajo a individuos adultos y en estadios adelantados de madurez sexual o bien en el momento de la cópula. Por el contrario, en los juveniles los espermátóforos no son visibles. En los adultos en la fase post-reproductiva, es decir, después de la transferencia de los mismos a las hembras, las ampollas se encuentran vacías. La glándula testicular modifica su aspecto y tamaño a través de los estadios de juvenil, preadulto y adulto, alcanzando su forma y tamaño definitivo en los machos adultos en la fase de plena madurez sexual.

2) *Aparato reproductor de la hembra.* Consiste de dos ovarios dispuestos en sentido longitudinal del cuerpo, que en las hembras sexualmente maduras se extienden desde la región cefálica hasta el telson (fig. 13, C y D); se hallan unidos en la parte media y más ensanchada y los oviductos cortos y de disposición ventral, desembocan en los coxopoditos del tercer par de pereiópodos por intermedio de un gonoporo. La masa ovárica constituye, desde el punto de vista gravimétrico,

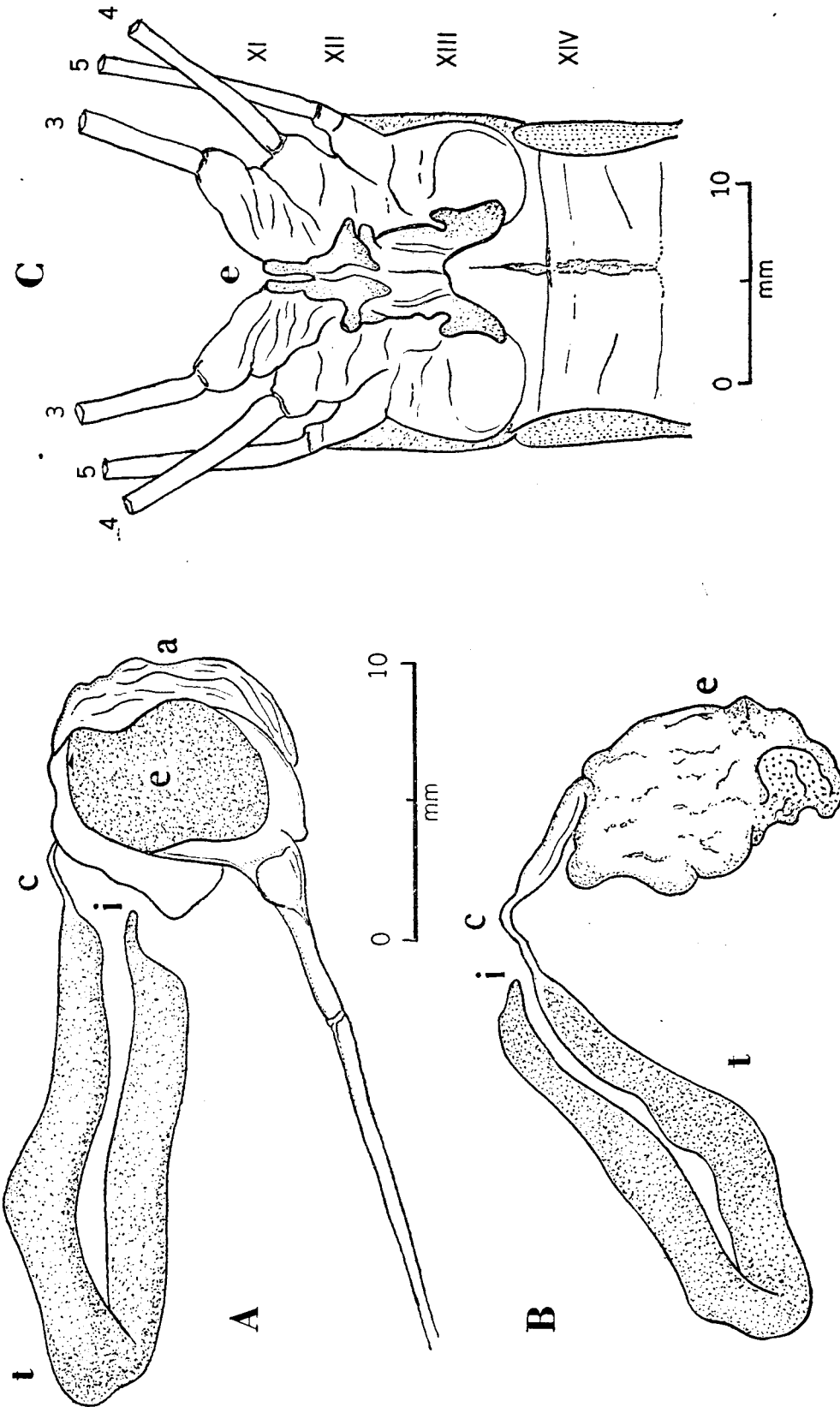


Fig. 14. — A. Testículo izquierdo con la ampolla terminal ubicada en el coxopodito del quinto pereopodo.
 B. Testículo con el espermatóforo extraído de la ampolla terminal.
 C. Espermatóforo adherido sobre el thelycum de la hembra.
 (t = gándula testicular; e = conducto deferente; i = zona de unión con el testículo derecho; a = ampolla terminal; e = espermatóforo; 3-5 = 3.º y 5.º par de pereopodos; XI-XIV = somitos).

el órgano más desarrollado del cuerpo, representando en los ejemplares sexualmente maduros entre el 5 y 10 % del peso total individual.

Cada ovario está formado por una masa blanda y frágil de color verde oscuro y presenta en los estadios adelantados de maduración, lobulaciones digitiformes dirigidas hacia la región cefálica y lateral del céfalopereion; en su parte anterior se distingue un gran lóbulo largo y encorvado que abraza las paredes del estómago cardíaco; en la parte mediana, que corresponde a la región posterior del estómago y hasta la iniciación del abdomen, se ramifica sobre su borde externo en varios lóbulos dirigidos hacia la parte ventral del cefalotórax, cubriendo de esta manera el divertículo digestivo: por último, sigue el lóbulo posterior, alargado y más afinado en su extremidad, que atravieza todo el abdomen por encima del conducto intestinal. La disposición lobular de los ovarios facilita en el momento de su máximo desarrollo una mayor penetración de la glándula entre los órganos de la cavidad visceral del céfalopereion, alcanzando por consiguiente su volumen mayor.

También la estructura de las células del ovario experimentan cambios característicos que se manifiestan en las hembras adultas por el proceso de la ovogénesis. Sin entrar en detalles, estos cambios se observan al microscopio en la forma, tamaño y grado de transparencia de las ovas, así como mediante el examen de cortes histológicos en distintas fases de desarrollo del ovario (lám. II). De acuerdo con las determinaciones morfométricas y gravimétricas de la glándula, se establecen a su vez, los estadios correspondientes del ovario dentro del ciclo sexual de las hembras adultas (Angelescu y Boschi, 1959). Igualmente que en los machos, éstos son perceptibles macroscópicamente por los cambios en la forma y tamaño de la glándula. Con el desarrollo progresivo del proceso de maduración sexual, los ovarios aumentan en su tamaño y llegan a extenderse en el momento de la expulsión de las ovas en toda la cavidad visceral del céfalopereion y pleon (fig. 13, C y D).

III. DIMORFISMO SEXUAL

a) *Características generales*

Si bien esta parte del trabajo corresponde desde el punto de vista morfológico a la organización externa, se le dedicó un capítulo especial en razón de que los caracteres sexuales secundarios tienen una importancia genérica y específica en la taxonomía de los peneidos, y por otra parte, permiten apreciar en conjunto las adaptaciones de ciertos apéndices de los somitos y el grado de las modificaciones funcionales producidas.

La diferenciación sexual externa entre el macho y la hembra es muy visible en el langostino, como también en todo el grupo de los peneidos. Además de diferencias en el tamaño del cuerpo, siempre a favor de la hembra, el dimorfismo

sexual secundario se pone de manifiesto por algunas modificaciones morfológicas en el último par de pereiópodos, en los primeros y segundos pleópodos y en la parte ventral del cefalopereion sobre las placas esternales de los somitos XII y XIII. Todo ello se halla realacionado con el proceso de la reproducción y copulación y las modificaciones existentes constituyen juntamente con las glándulas sexuales, según algunos autores, el sistema reproductivo (Young, 1959, p. 155).

b) *Caracteres sexuales secundarios en el macho*

Las principales características del dimorfismo sexual masculino se evidencian por las modificaciones en el coxopodito del quinto par de pereiópodos, el petasma y el estilamblis o *appendix masculina*; estos dos últimos son modificaciones de los pleópodos de los somitos XIV y XV.

Coxopoditos del quinto par de pereiópodos. Cada uno de ellos presenta sobre su lado interno y anterior una espina aguda y de inserción vertical, perceptible a simple vista. En comparación con los de las hembras, los coxopoditos son de mayor tamaño por contener las ampollas terminales de los testículos y en los individuos adultos se hallan muy próximos uno del otro. Debido a este caracter de los machos, la superficie de los esternitos del somito XIII es reducida y por otra parte, se observa una concavidad más pronunciada en la región de la línea media ventral (ver también Rioja, 1942 a, p. 672). Cuando los machos alcanzan su pleno estado de madurez sexual, las cápsulas de los coxopoditos dejan ver por transparencia los espermátóforos que son de color verdoso.

Petasma. Es un órgano coadyuvante en la copulación, constituido en gran parte por una membrana replegada con procesos parciales de esclerorización (fig. 15). Se halla ubicado entre los pleópodos del primer pleonito (somito XIV) en el lugar correspondiente a los endopoditos, los cuales han sufrido una transformación relacionada con la función sexual. Está formado por los endopoditos que en los machos adultos se unen sobre el borde membranoso interno mediante los retináculos o *cincinuli*, lo que da el aspecto de una sola membrana¹. Los retináculos son quitinosos y se hallan implantados en la membrana dispuestos en varias hileras; cada uno de ellos tiene la forma de un doble gancho y se prenden a la manera de un «cierre relámpago» (fig. 15, B). Por el contrario, en los juveniles los endopoditos petasmales se encuentran completamente separados y presentan una estructura rudimentaria.

Cada endopodito petasmal se compone de una parte membranosa flexible y de otra rígida; esta última, forma el armazón del sistema y al mismo tiempo

¹ En la parte referente a la descripción morfológica del petasma se adoptó la terminología utilizada por Kubo (1949, p. 61) y Rioja (1941 a, p. 201).

la unión de la membrana petasmal con el basipodito. La unión se realiza por intermedio del esclerito articular que tiene una disposición horizontal y termina en sus bordes externos con unas protuberancias cónicas. La parte quitinosa se extiende también sobre el borde externo de la membrana, constituyendo el esclerito marginal; éste en su parte distal y lateral lleva un gancho bien desarrollado (fig. 15, B). Entre los escleritos mencionados, hay un tercero denominado esclerito intercalar que forma una unión con los dos primeros.

La membrana petasmal se divide en dos lóbulos o láminas: uno interno o mediano (lámina interna) y otro externo o lateral (lámina principal). Cada lóbulo está formado a su vez por dos pliegues, uno dorsal o anterior y otro ventral o posterior (fig. 15, B). El lóbulo externo es más grande y el pliegue ventral presenta en su parte distal un ensanchamiento quitinoso bien visible en la parte distal del lóbulo dorsal; sobre el borde externo de este lóbulo existe en la región de iniciación del pliegue ventral un gancho quitinoso encorvado hacia el esternito. Al realizar un corte transversal por todo el pestasma al nivel de la zona de *cincinuli*, se observa una canaleta mediana formada por los pliegues del lóbulo interno (fig. 15, C).

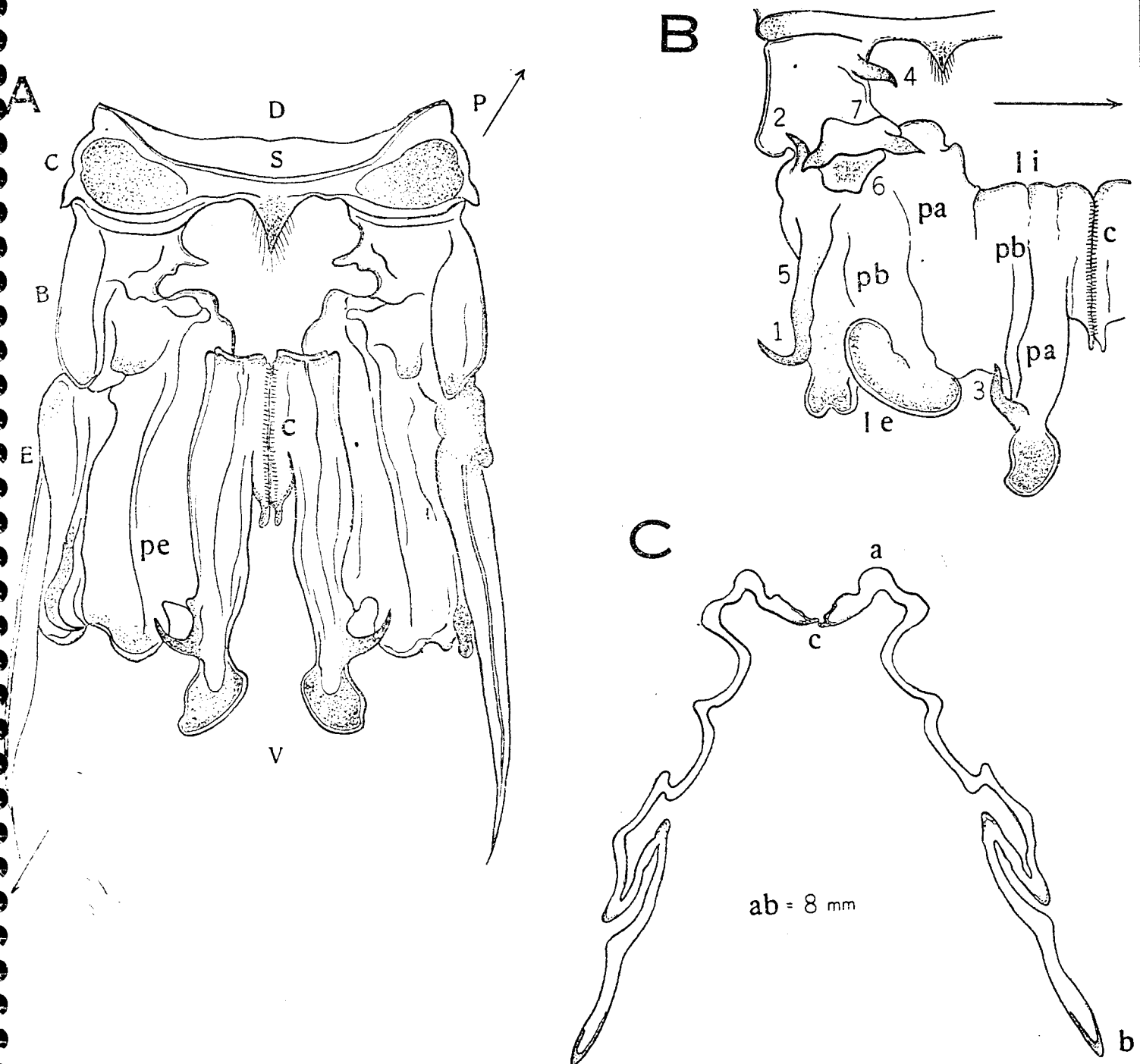
Por último, el basipodito que constituye el sostén del dispositivo petasmal presenta sobre su borde interno en la cara anterior, una apófisis aguda y en la otra cara, otra apófisis de menor agudeza.

Appendix masculina (estilambilis). Constituye una pieza anexa al segundo pleópodo situada sobre el basipodito, en el mismo lugar de la iniciación del endopodito, es decir, en la vecindad del borde interno de este último (fig. 17, A y B). Todo el conjunto se compone de dos ramas: una mayor y proximal de aspecto espatulado, con el borde ancho y redondeado y la cara interna cóncava, y la otra de ubicación distal, más pequeña y delgada, con un mechón de largas sedas en su lado interno; ambas ramas se unen con el basipodito mediante un esclerito rugoso de constitución calcáreo-quitinosa. El estilambilis tiene en las especies del género *Hymenopenaeus* una estructura mucho más compleja que en otros peneidos y este elemento, de acuerdo con lo comprobado en la presente descripción, puede ser considerado un carácter de valor taxonómico y desde el punto de vista anatómico y filogenético, existe una afinidad evidente entre los géneros *Solenocera*, *Hymenopenaeus* y *Parahaliporus*.

c) Caracteres sexuales secundarios en la hembra

Estos son de menor magnitud y grado de transformación que en el macho y se evidencian por la presencia del *thelycum* en la parte ventral del céfalopereion y ciertas modificaciones morfológicas en el tercer, cuarto y quinto par de pereiópodos, en los esternitos del 7.º y 8.º pereionito y en el primer par de pleópodos.

Thelycum (télico). Consiste en una superficie rugosa, con varias protuberan-



15. — Dimorfismo sexual; el petasma. A: Vista en conjunto del petasma. B: Mitad del petasma extendida en un plano horizontal. C: Corte transversal por el petasma a la altura de la zona de *cincinuli* (A = anterior; P = posterior; D = dorsal; V = ventral; S = esternito; C = coxopodito; B = basipodito; E = exopodito; C = zona de *cincinuli*; pa = pliegues; le = lóbulo externo; li = lóbulo interno; pa = pliegue dorsal; pb = pliegue ventral; 1 = espina del lóbulo lateral; 2 = espina del esclerito marginal; 3 = espina del lóbulo interno; 4 = apófisis del basipodito; 5 = esclerito marginal; 6 = esclerito intercalar; 7 = esclerito articular).

cias que se extiende sobre las placas esternales de los somitos XII-XIII (7.º - 8.º pereionito) y la parte interna de los coxopoditos del tercer al quinto par de pereiópodos (fig. 16). Además, las inserciones de los coxopoditos del cuarto y quinto par de pereiópodos se hallan mucho más separadas que las anteriores, dejando entre sí sobre la parte media del esternito un espacio libre de mayor superficie que constituye el *thelycum* propiamente dicho. Todas estas modificaciones permiten la adhesión y retención del espermatóforo transferido por el macho en el acto de la copulación (fig. 14, C y lám. I, fig. 2). Igualmente que el *appendix masculina* del macho, el *thelycum* puede considerarse como un elemento específico en la determinación taxonómica de los peneidos.

Otras modificaciones de importancia para la hembra se verifican en:

Tercer par de pereiópodos. Cada uno de ellos presenta sobre el lado interno y posterior del coxopodito, una protuberancia de aspecto triangular, provista de hileras de sedas que se entrecruzan; las dos protuberancias delimitan el borde anterior del *thelycum* (fig. 16).

Cuarto par de pereiópodos y esternito del 7º segmento del pereion (somito XII). El coxopodito del cuarto par de pereiópodos tiene sobre el lado interno dos protuberancias y la membrana de articulación lleva también una protuberancia y todas se hallan dirigidas hacia la línea mediana del *thelycum*. Las placas esternales tienen en la parte media una gran protuberancia cónica con algunas sedas; sobre el borde lateral y detrás de esta protuberancia, existen otras dos más pequeñas y contiguas a la protuberancia de los coxopoditos.

Quinto par de pereiópodos y esternito del 8º segmento del pereion (somito XIII).

El coxopodito del quinto par de pereiópodos posee sobre su cara interna y posterior una quilla de contorno semicircular, formando de esta manera, el sosten posterior del espermatóforo adherido al *thelycum*. El esternito presenta en su parte anterior dos pequeñas placas unidas y cada una de ellas se destaca por la presencia sobre el borde lateral de una protuberancia cónica; en la parte posterior del mismo y en la zona de continuación al quinto par de pereiópodos, se extiende una gran placa que llega hasta el mergen final y lateral del esternito.

Primer par de pleópodos. Cada pleópodo lleva en su parte anterior e interna el denominado órgano petasmoideo que consiste en la modificación total del endopodito. Se compone de los siguientes elementos: el esclerito marginal externo, la lámina intercalar y la lámina marginal interna; esta última es membranosa y lobulada, con el aspecto de un guante de cuatro dedos (fig. 17, C, D y E). El órgano petasmoideo no tiene una función determinada y según algunos autores constituiría un órgano atrofiado; en cambio Rioja (1941 a, p. 217), opina que es

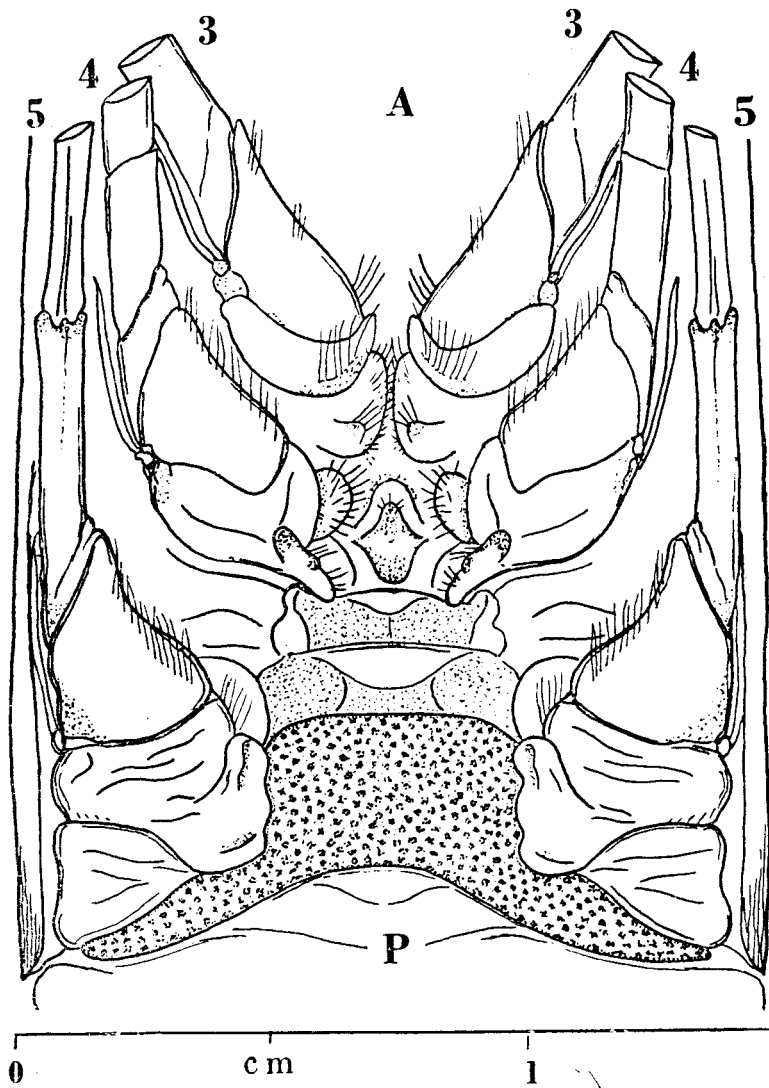


Fig. 16. — Téllico o *thelycum*. A = anterior; P = posterior; 3, 4 y 5 = tercer, cuarto y quinto par de pereiópodos.

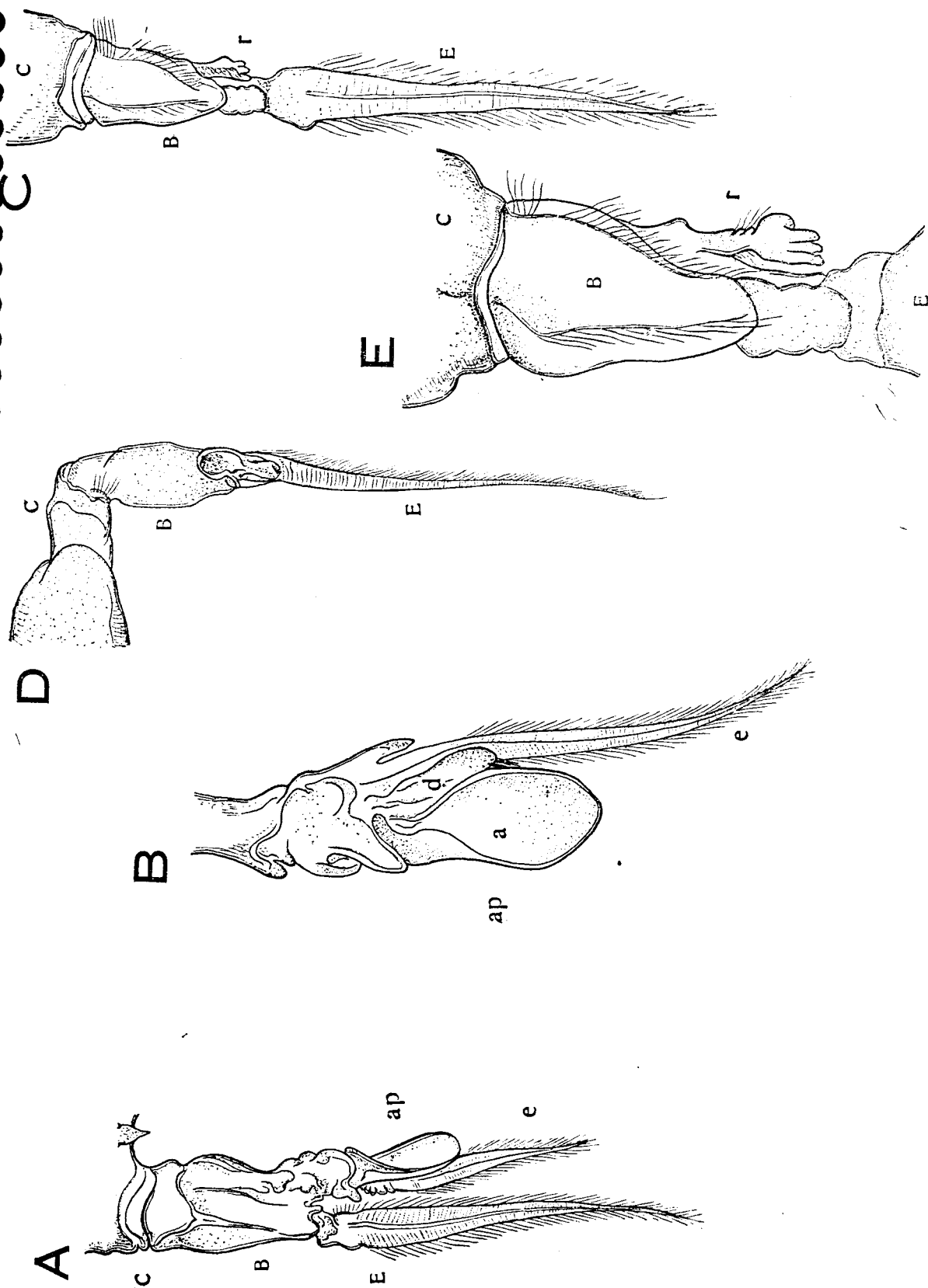


Fig. 17. — Dimorfismo sexual; modificaciones en los pleópodos. A: Vista en conjunto del segundo pleópodo del macho con el *appendix masculina*. B: Detalle del *appendix masculina*. C: Vista en conjunto y del frente del primer pleópodo de la hembra con el órgano petasmoideo. D: El mismo pleópodo visto lateralmente. E: Detalle del órgano petasmoideo. (C = coxopodito; B = basipodito; E = exopodito; ap = *appendix masculina*; a = rama espatular de *appendix masculina*; d = rama distal del mismo; f = órgano petasmoideo).

«un órgano rudimentario incipiente que no ha logrado sobrepasar su estado embrionario primitivo».

También se comprueba en el langostino otro tipo de dimorfismo sexual relacionado con el ritmo de crecimiento relativo. Este hecho es muy común en las especies de crustáceos malacóstracos y constituye, según la terminología de algunos autores, las denominadas variantes sexuales de índole alométrica y derivan de la modalidad de desarrollo de distintas partes u órganos del cuerpo a través del ciclo vital (Charniaux-Cotton, 1960; Teisser, 1960). Mediante la determinación de relaciones de largo entre la longitud del cuerpo y de los caparzones cefalotorácico y abdominal, se verifica un aumento mayor en el largo del cefalotórax de la hembra que en el macho; además, las hembras adultas alcanzan un mayor tamaño del cuerpo que los machos en el mismo estado de condición (Angelescu y Boschi, 1959).

IV. CARACTERES MORFOLOGICOS CON APLICACIONES DE INDOLE TAXONOMICA Y BIOLOGICA

a) *Generalidades*

De suma importancia es el conocimiento de la organización externa e interna de una especie, particularmente cuando se tratan los caracteres morfológicos de significancia en la determinación taxonómica y las relaciones filogenéticas, en la biología general y la ecología, en la estimación del valor cualitativo para la economía del hombre, etc. En el caso del langostino del Mar Argentino, se estudió con esta finalidad la morfología sobre todo en ejemplares juveniles y adultos y se consideraron los caracteres de mayor validez en la ubicación taxonómica de la especie; luego, en la diferenciación externa de los sexos, en la determinación y caracterización de los estadios del ciclo sexual, en la interpretación de las variaciones encontradas a través de los cálculos de las relaciones morfométricas y gravimétricas entre distintas partes del cuerpo, en la identificación de adaptaciones funcionales y específicas de algunos órganos, y por último, en la realización de comparaciones de orden filogenético y consideraciones acerca del grado de adaptación morfológica de esta especie.

b) *Determinación taxonómica*

Como se hizo referencia en el «Estudio biológico pesquero del langostino de Mar del Plata» anteriormente publicado (Angelescu y Boschi, 1959), además de las mediciones y relaciones de largo de distintas partes del cuerpo, deben tenerse en cuenta en la taxonomía de esta especie varios caracteres morfológicos.

Se consideran dentro del grupo de índole morfológica y de acuerdo con los conceptos y definiciones expuestos por Mayr y otros (1953), aquellos caracteres que se relacionan con la morfología externa, la estructura de órganos especiales que tienen funciones bien determinadas en el mecanismo de reproducción y la anatomía o morfología interna. A continuación, se enumeran todos los detalles de la organización externa e interna que se pueden utilizar en la distinción y caracterización genérica y específica del langostino, *Hymenopenaeus mülleri* (Bate).

1. Disposición, forma y estructura del órgano visual y en particular del pedúnculo ocular.
2. Forma de la sección transversal del flagelo antenular.
3. Prosartema de forma laminar, bien desarrollada y flexible, ubicada sobre el borde posterior del último segmento antenular.
4. Forma y posición de las espinas y surcos del caparazón del cefalopereion; entre estos últimos se destaca el surco branquial.
5. Presencia de una espina sobre el lado anterior e interno de cada coxopodito del quinto par de pereiópodos del macho.
6. *Thelycum* y órgano petasmoideo de la hembra.
7. Forma y aspecto del espermatóforo adherido al *thelycum*.
8. Forma y estructura del petasma y estilambelis del macho.
9. Presencia de dos espinas laterales en la parte posterior del telson.
10. Pereion con un número total de 27 branquias de cada lado; presenta un solo par de podobranquias ubicadas en el somito XII y el primer par de artrobranquias (somito VI) se halla en estado rudimentario; las mastigobranquias o epipoditos de forma y tamaño variable en su disposición metamérica y sin bifurcación.
11. Fórmula branquial: 6 pleurobranquias; 13 artrobranquias; 1 podobranquia y 7 mastigobranquias.
12. Forma y disposición de los testículos en los machos sexualmente maduros.
13. Estructura del dispositivo estomoedal de la cámara cardíaca del estómago, principalmente los huesecillos pterocárdiacos y el huesecillo prepilórico que presenta pequeños dientes a lo largo de su margen distal y el número de espinas de la superficie interna de las placas cardíacas.

Sobre la base de algunas características mencionadas, Anderson y Lindner (1943), Burkenroad (1934 a, 1934 b, 1936 b) y Voss (1955), establecieron sus claves en la clasificación de las especies de camarones de la familia Penaeidae que pueblan las aguas americanas. También Tokoya (1941) consideró como un carac-

ter de valor específico en la determinación de los peneidos la estructura del estílabo o *appendix masculina*; y por otra parte, Kubo (1949) al comparar las particularidades morfológicas de varias piezas, órganos y aparatos de diferentes regiones del cuerpo, llegó a importantes conclusiones de orden filogenético en la taxonomía y la interpretación del grado de afinidad que existen entre las distintas familias, géneros y especies de los peneidos de las aguas del Japón.

c) *Adaptaciones funcionales y específicas*

El estudio de la organización externa e interna del langostino facilitó, entre otros detalles referentes a su morfología general, la posibilidad de identificar e interpretar ciertas adaptaciones en la estructura de algunos órganos y aparatos, como por ejemplo, el órgano visual, los pereiópodos y los pleópodos, los órganos complementarios del aparato de reproducción, las piezas bucales y el dispositivo estomodal del aparato digestivo, como también verificar una compensación funcional entre distintos órganos del mismo aparato. Las adaptaciones identificadas derivan, por un lado, de los caracteres genéricos del grupo y del estado de evolución morfológica y funcional de las especies, y por otro lado, de los hábitos de vida de los individuos y las condiciones ambientales.

La morfología externa del órgano visual, especialmente el pedúnculo ocular corto y sin protuberancia, con la modalidad de movimientos en un campo de menor ángulo visual y la superficie ommatidial algo más reducida, demuestra que el langostino es un crustáceo adaptado más bien para la vida demersal, es decir, en la capa de agua próxima al fondo o sobre el fondo mismo. En este aspecto, difiere de las especies de peneidos de hábitos pelágicos, en las cuales el pedúnculo ocular es más largo y los ojos, con la superficie ommatidial mayor, tienen una gran amplitud de movimientos en distintos campos visuales.

También la forma y tamaño grande del palpo mandibular así como el papel que desempeña en la conducción del agua de respiración, se pueden considerar como una adaptación morfológico-funcional derivada del modo especial de vida del langostino, de la misma manera que en algunas de las especies de peneidos con hábitos litorales y bentónicos (p. ej. *Metapenaeus mastersii*).

Con respecto al grado de adaptación de los órganos de locomoción, se comprueba que el langostino tiene una capacidad de natación de menor potencia que las especies de los géneros *Aristeus*, *Aristeomorpha*, *Solenocera*, etc. Los endopoditos y exopoditos de los pleópodos y urópodos y las sedas de los mismos no tienen gran desarrollo en esta especie y por lo tanto, no presentan una superficie de propulsión grande, como ocurre en las especies de los géneros mencionados anteriormente. Esta particularidad de los órganos de natación surge del modo de vida de los individuos juveniles y adultos que habitan la capa de agua próxima al fondo y acostumbran a acudir al sustrato para reposo o busca de alimentos. También Bur-

kenroad (1936 a, p. 120) considera al langostino como un crustáceo de hábitos litorales, mientras que la mayoría de las especies de la subfamilia Solenocerinae a la cual pertenece el mismo, son oceánicas y viven comúnmente en las capas de agua correspondientes a las regiones del eubental y mesobental, realizando algunas de ellas desplazamientos temporarios hacia las capas superiores. Las patas locomotoras o pereiópodos del langostino son de mayor robustez en comparación con las de especies de hábitos pleágicos y muy nadadoras, debido al hecho de que los individuos toman contacto con el fondo y las utilizan para apoyarse sobre el sustrato formado por depósitos de fango y arena.

En relación con el mecanismo de reproducción, se evidencian en el caso del langostino algunas adaptaciones de orden funcional y de valor específico que merecen ser mencionadas. Entre éstas se destaca el *thelycum* de la hembra que consiste en modificaciones en la estructura de las placas esternales de los somitos XI-XIII las cuales por su rugosidad y aumento de la superficie se hallan adaptadas para recibir y guardar el espermatóforo transferido por el macho durante la copulación. Modificaciones de la misma índole se encuentran en el macho, las cuales se hacen visibles en el primer y segundo par de pleópodos por la presencia del petasma y estilambelis, órganos que desempeñan una función complementaria en el acto de la copulación. Asimismo, la modificación de los coxopoditos del quinto par de pereiópodos en receptáculos seminales constituye, al juzgar su forma y tamaño en comparación con los coxopoditos de los pereiópodos restantes, una adaptación relacionada con las funciones del aparato reproductor y con las condiciones que imponen en los crustáceos malacóstracos un tipo de fecundación externa.

Las adaptaciones del aparato digestivo son aún de mayor especialización y provienen, por una parte, de la conformación general del cuerpo, y por otra, del tipo de régimen nutritivo, en particular de la modalidad de ingestión, desmenuzamiento y digestión de los alimentos. Las características más notables a este respecto se ponen de manifiesto por los siguientes hechos:

1. Ubicación ventral de la abertura bucal.
2. Aumento de las superficies molar e incisiva de las mandíbulas.
3. División del estómago en dos cámaras con funciones diferentes.
4. Capacidad trituradora del dispositivo estomodal de menor potencia.
5. Tamaño grande del divertículo digestivo.
6. Conducto intestinal corto.

Dentro del conjunto de las características mencionadas, se comprueban algunas relaciones de compensación funcional entre distintas piezas y órganos del aparato digestivo de acuerdo a su estructura morfológica. En primer término,

el aumento de las superficies molar e incisiva de las mandíbulas indica que el proceso de desmenuzamiento y trituración de los alimentos comienza ya en la cavidad bucal; en consecuencia, los huesecillos zigocardíacos y el huesecillo pilórico del dispositivo estomodal no presentan una dentición tan fuerte como ocurre, por ejemplo, en los cangrejos cuyas mandíbulas son en cambio menos desarrolladas. En segundo término, la presencia de la cámara pilórica del estómago y de una glándula digestiva de gran tamaño, repercuten en la extensión del intestino que es en este caso corto y recto, dejando suponer que los alimentos ingeridos llegan en esta parte del conducto gastrointestinal en un estado adelantado de simplificación.

Por último, se evidencia en el langostino una sincronización de mayor eficiencia entre los órganos de locomoción y la modalidad de alimentación que en otros crustáceos de la supersección Natantia, en razón de que los individuos de esta especie para ingerir su alimento preferido deben remover con los pereiópodos la capa superficial del detrito orgánico depositado sobre el fondo del mar.

d) *Desarrollo de las gonadas y los estadios del ciclo sexual*

El estudio morfológico de los ovarios y testículos en los ejemplares adultos del langostino y de los cambios experimentados por las glándulas a través de los meses del año, permitieron caracterizar entre otros hechos, los estadios principales del ciclo sexual y luego determinar la época de reproducción. Mediante observaciones macroscópicas de las glándulas en individuos de distintas tallas, exámenes microscópicos de ovas y de cortes histológicos de los ovarios, se determinaron siete estadios característicos en el desarrollo cíclico del ovario y cinco en el del testículo de esta especie. Cada uno de los estadios identificados, se reconoce por la forma, tamaño, coloración y aspecto general de la glándula en su lugar de ubicación, y en particular para la hembra, por las diferentes fases observadas en el proceso de ovogénesis. Además, todos los datos obtenidos sobre estos tópicos complementados con los resultados de las relaciones entre el largo y peso de las glándulas y el largo y peso total del cuerpo, sirvieron para confeccionar una escala de madurez sexual con aplicación a cualquier muestra de langostinos procedente de diversas regiones del litoral marítimo argentino y épocas del año (Angelescu y Boschi, 1959, p. 67). Las fotomicrografías de la lámina II muestran el aspecto de los cambios ocurridos en el ovario de la hembra adulta durante algunos estudios adelantados del ciclo sexual.

e) *Interpretación de las relaciones morfométricas y gravimétricas*

El conocimiento de varias características de la morfología general del langostino tiene también su importancia en la interpretación de las relaciones morfo-

métricas y gravimétricas determinadas entre distintas partes y órganos del cuerpo. A su vez, los valores promedios obtenidos por clases de largo total, dan una idea más exacta acerca de la modalidad del crecimiento absoluto y relativo, estado de condición y valor cualitativo de los individuos en los estadios de juvenil y adulto y de las posibilidades de su utilización en la economía del hombre. En este caso, deben considerarse las siguientes relaciones:

1. Largo total del cuerpo con el largo del cefalopereion.
2. Largo total del cuerpo con el largo del abdomen.
3. Largo total del cuerpo con el largo de las glándulas sexuales.
4. Largo total con el peso total del cuerpo.
5. Factor K o de condición.
6. Peso total del cuerpo con el peso de las glándulas sexuales.
7. Cantidad de partes aprovechables y desperdicios con respecto al peso total, o pesos de distintas regiones y órganos del cuerpo.

Las diferencias de orden cuantitativo registradas en los resultados obtenidos de las mediciones de largo y peso a través del agrupamiento de los individuos de langostinos por clases de largo total, se relacionan con los sexos y las fases de madurez sexual; el estado de condición o nutrición y las estaciones del año; y el ritmo de crecimiento del cuerpo. Solamente, al tener en cuenta las características de la organización externa e interna y los cambios experimentados en el tamaño y la estructura morfológica de ciertos órganos viscerales, fué posible explicar e interpretar las variaciones encontradas en algunas de las relaciones más arriba mencionadas.

Así por ejemplo, las grandes diferencias en el factor de condición, se deben entre otras cosas, a las variaciones periódicas del peso de las gonadas originadas por el ciclo sexual, y son siempre de mayor amplitud en las hembras que en los machos. En consecuencia, las hembras maduras alcanzan antes del momento de expulsión de las ovas el valor máximo del factor K y en su aumento influye considerablemente el desarrollo masivo del ovario a lo largo de las cavidades viscerales. Además, se comprobó una ligera diferencia en el crecimiento relativo entre el largo total del cuerpo y el largo del caparazón cefalotorácico con un mayor incremento longitudinal y volumétrico de este último en las hembras adultas. También el conocimiento de la organización del cuerpo y en particular de la disposición, tamaño y extensión de los órganos viscerales (ovario, divertículo digestivo, etc); permite obtener conjuntamente con los datos de las relaciones morfométricas y gravimétricas, una orientación más exacta y con escalas de comparación sobre el valor cualitativo y porcentaje de partes aprovechables de los

individuos destinados a la comercialización. Por último, los mismos conocimientos y datos cuantitativos pueden servir para indicar con mayor aproximación el momento óptimo de la captura del langostino, cuando se trata en especial de su utilización integral en la industria conservera (Angelescu y Boschi, 1959, pp. 54, 79, 82 y 110).

f) *Grado de evolución morfológica del langostino y sus relaciones filogenéticas dentro del orden de los crustáceos decápodos*

Antes de definir el grado de evolución del langostino de acuerdo con sus características morfológicas, es necesario considerar del mismo punto de vista, a todos los peneidos (Sección Penaeidea) dentro del orden Decapoda y en particular a las categorías menores de la Sección, es decir, las subfamilias y géneros de la familia Penaeidae, en la cual se ubica taxonómicamente esta especie. También, debe mencionarse como un hecho básico en relación con el tópico, que los peneidos son crustáceos de existencia muy antigua, cuyos restos fósiles de formas primitivas fueron ya encontrados en las capas del Pérmico y Triásico y que durante todas las épocas geológicas siguientes han guardado casi los mismos hábitos de vida (Green, 1961; Roger, 1953; Vandel, 1949; Waterlot, 1953). En el estado morfológico actual de los peneidos ha influido, sin duda, la evolución de todo el grupo de los crustáceos malacóstracos a través de las épocas geológicas y en gran medida, la modalidad y el mecanismo de alimentación con cierta incidencia en los apéndices locomotores y la reducción del abdomen (Glaessner, 1957, 1960; Manton, 1953; Marshal y Orr, 1960; Tiegs y Manton, 1953; Waterman y Chace, 1960).

Según la bibliografía consultada, se evidencia que hay todavía discrepancia con respecto a la definición del grado de evolución de los peneidos, y por ende, a sus relaciones filogenéticas con otras divisiones del orden Decapoda. Por lo general, se los estima como un grupo inferior de crustáceos Natantia; algunos carcinólogos los sitúan más cerca de la Sección Stenopodidea y otros, de la Sección Caridea (Kubo, 1949, p. 190). Las investigaciones taxonómicas más recientes de Kubo fundamentadas en el análisis comparativo de distintos caracteres morfológicos de 67 especies de la familia Penaeidae de las aguas del Japón, como también el tipo del desarrollo ontogenético y la modalidad de la incubación de los huevos, demuestran que las especies pertenecientes a esta familia son algo más primitivas que las agrupadas en las Secciones Caridea y Stenopodidea. Concluye el autor citado, al referirse en particular a la estructura de los huesecillos del dispositivo estomoedal, que las especies de la familia Penaeidea se hallan más bien cerca de la familia Sergestidae, la que hace transición entre los peneidos y las secciones anteriormente mencionadas. En cambio, Beurlen y Glaessner (1930) y Glaessner (1960), al tener en cuenta los resultados de sus investigaciones paleontológicas

y filogenéticas mediante comparaciones de caracteres morfológicos externos de especies fósiles y actuales, modifican la clasificación clásica de los crustáceos decápodos. En su nuevo ordenamiento taxonómico, consideran la Sección Penaeidea con las especies más primitivas de los decápodos y la coloca en un nuevo suborden (Trichelida) en el cual introducen también como segunda sección, a las especies de Stenopodidea. La Sección Caridea la ubica en una escala de mayor evolución morfológica bien separada de las primeras dos y, por lo tanto, la incluye en un suborden distinto (Heterochelida).

Siguiendo los mismos criterios de comparación morfológica sobre la base de las relaciones filogenéticas destacadas por Kubo (*loc. cit.*) y a través de las sucesiones en la clasificación de los crustáceos decápodos, se comprueban distintas variantes en la graduación de parentesco entre las unidades menores de la familia Penaeidae. Esta familia se divide en cuatro subfamilias, a saber: Aristaeinae, Solenocerinae, Penaeinae y Sicyoninae, y según las aseveraciones de Burkenroad (1936 b) y Kubo (1949) se pone de manifiesto una graduación paulatina en la afinidad específica y las adaptaciones funcionales entre los géneros y las especies pertenecientes a la misma, cuanto más se compara la estructura del *thelycum*, *petasma* y *appendix masculina*. Las especies de la subfamilia Solenocerinae se hallan en el árbol filogenético de los peneidos más próximas a las de la subfamilia Aristaeinae que a las de Penaeinae; y las de esta última, a las especies de la subfamilia Sicyoninae que a las de Aristaeinae y Solenocerinae (gráfico fig. 18). Además, resulta de los datos de Kubo (*loc. cit.*), que las especies de la subfamilia Sicyoninae presentan una mayor especialización morfológica en la estructura de algunas piezas, aparatos y partes del cuerpo que las agrupadas en las subfamilias restantes. En lo que se refiera a la subfamilia Solenocerinae, con los géneros *Haliporus*, *Parahaliporus*, *Hymenopenaeus* y *Solenocera*, Kubo opina que ésta aparece como intermediaria entre las subfamilias Aristaeinae y Penaeinae, y el elemento morfológico de mayor distinción y validez específica, sería el *appendix masculina*. Dentro de la subfamilia Solenocerinae, las especies del género *Parahaliporus* son algo más primitivas que las de los otros tres géneros, si se considera sobre todo las características morfológicas del *petasma* y de los huesecillos pterocardíacos y zigocardíacos. En consecuencia, el género *Hymenopenaeus* en el cual se clasifica el langostino, es más afín por las mismas características señaladas para la subfamilia, a las especies de género *Solenocera* y menos a las del género *Parahaliporus*; como elementos de caracterización genérica, deben considerarse en este caso, la estructura del *petasma*, *appendix masculina* y de los huesecillos pterocardíacos y zigocardíacos.

El análisis comparativo de las características de mayor significancia en la organización externa e interna del langostino, realizado a través de la morfología general de los crustáceos decápodos y en particular de los peneidos, lleva a deducir

DECAPODA NATANTIA

Sección PENAEIDEA

Fam. PENAEIDAE

Subfamilia
ARISTAEINAESubfamilia
PENAEINAESubfamilia
SOLENCERINAE
Géneros:
Haliporus
Parahaliporus
Hymenopenaeus
SolenoceraSubfamilia
SICYONINAE

Fam. SERGESTIDAE

Sección STENOPODIDEA

Sección CARIDEA

Fig. 18 — Gráfico que representa las relaciones de afinidad y grado de evolución filogenética entre distintos grupos taxonómicos del orden Decapoda, Supersección Natantia y de la Sección Penaeidea.

que esta especie se encuentra en un grado de evolución más adelantado que otras especies de la familia Penaeidae. Al mismo tiempo, se evidencia que el langostino tiene vinculaciones filogenéticas de ramificaciones reducidas entre las unidades menores de la familia a la cual pertenece (gráfico fig 18); sus relaciones de afinidades taxonómicas se limitan a un número restringido de géneros con áreas de distribución geográfica también de extensión reducida. Estos hechos conducen a pensar acerca de la existencia de una presumible «diferenciación específica» de distinta amplitud en el caso de los peneidos, sobre todo en la subfamilia Solenocerinae, como consecuencia de las condiciones ambientales y del grado de preadaptación de las especies (Cuénot y Tétry, 1951; Kusnezov, 1959).

Por otra parte, se destaca en el organismo del langostino la tendencia de una especialización con determinadas funciones que derivan en gran parte de los hábitos de vida de los individuos. Las adaptaciones correspondientes se manifiestan especialmente en la estructura de los ojos, mandíbulas, huesecillos del dispositivo estomodeal, órganos de copulación, etc., y se complementan con algunas compensaciones de orden funcional, comprobadas entre distintas piezas y órganos del mismo aparato o partes del cuerpo. Desde este punto de vista, se puede hacer un paralelismo con las conclusiones del estudio de Grandi (1959), quien se refiere al concepto de «adaptación morfológica» en los insectos, relacionando las modificaciones morfológicas y las adaptaciones correspondientes con la función o el trabajo que desempeña un órgano o un grupo de órganos. Las confrontaciones de los resultados de Grandi con los obtenidos en el estudio morfológico del langostino, permiten reconocer en esta especie una graduación en las adaptaciones funcionales de ciertas piezas, órganos y aparatos. Según el autor mencionado, las modificaciones de orden funcional en los órganos de los insectos se agrupan, de acuerdo a su grado de evolución o transformación morfológica, en los siguientes tipos:

- Tipo A.* Regresión de órganos o partes de órganos o la desaparición de los mismos.
- Tipo B.* Desarrollo excesivo o anormal de órganos o partes de órganos.
- Tipo C.* Desplazamiento de órganos.
- Tipo D.* Transformación de órganos o partes de órganos.
- Tipo E.* Desarrollo de nuevas partes en órganos preexistentes y formación de nuevos órganos.

En todos estos tipos señalados, se encuentran algunas superposiciones o coincidencias de índole funcional comparables con varias características morfológicas del langostino, tal como se detalla a continuación:

- Tipo A.* El órgano petasmoideo de la hembra, sin ninguna función determinada en el mecanismo de reproducción (cópula), que según algunos autores se halla en un estado de atrofiamiento; cierta reducción de la superficie de propulsión de los órganos de natación y en consecuencia, la disminución de la capacidad de natación.
- Tipo B.* Tamaño grande del divertículo digestivo que por su amplitud funcional complementa la actividad de digestión y absorción del estómago e intestino, en los cuales ésta es reducida; aumento de las superficies molar e incisiva de las mandíbulas para facilitar la acción de desmenuzamiento y trituración de los alimentos por las piezas del dispositivo estomodal; aumento del tamaño de las láminas del palpo mandibular que intervienen en el mecanismo de respiración, al formar una parte constituyente de la canaleta de conducción del agua hacia las cámaras branquiales.
- Tipo C.* Desplazamiento de la abertura bucal hacia la parte céntrica del céfalopereion y su ubicación sobre un plano ventral.
- Tipo D.* Transformación de los apéndices del último pleonito en una aleta caudal de propulsión que por su forma y tamaño difiere de la estructura de los apéndices de los pleonitos restantes.
- Tipo E.* El *thelycum* en la hembra y el petasma y estilambli en el macho, como órganos complementarios en el mecanismo de reproducción, tienen una función totalmente distinta que las partes de los órganos básicos de los cuales se originan.

También se podría agregar a los hechos mencionados, la disminución del largo del pedúnculo ocular y por consiguiente, la reducción del campo visual. Este carácter es bien propio de la morfología externa del langostino y lo diferencia de las especies de peneidos pelágicos, derivando posiblemente de los hábitos de vida demersal de los juveniles y adultos acostumbrados a la permanencia en las capas de aguas próximas al fondo y constituiría una transición entre los tipos A y D.

En síntesis, se puede inferir que dentro de la complejidad de la organización externa e interna del langostino, se observan algunas especializaciones de tipo «adaptación morfológica» que permiten situarlo en un grado de evolución más adelantada que otras especies de peneidos, sobre todo en comparación con las pertenecientes a la subfamilia Scenocerinae. Esta conclusión concuerda en parte con los conceptos de Glaessner (1957), al referirse a las tendencias de evolución de varios grupos de crustáceos malacóstracos y en particular, a los grados de transición entre las formas nectónicas y formas bentónicas con sus correspondientes transformaciones o modificaciones morfológicas.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se trata de manera detallada la morfología externa e interna del langostino (*Hymenopenaeus mülleri* (Bate), Crustacea, fam. Penaeidae) y además, se destacan las características morfológicas de distintas partes del cuerpo, aparatos y órganos que tienen alguna aplicación de índole taxonómica y biológica para esta especie.

En primer lugar, se describen el cefalopereion, pleon y telson y los apéndices correspondientes al cefalopereion y pleon; luego, el sistema nervioso y los aparatos respiratorio, circulatorio, digestivo, excretor y reproductor. Dentro de toda esta descripción, se acordó atención especial al aparato digestivo con el dispositivo estomoedal y al dimorfismo sexual.

En segundo lugar, se detallan los caracteres morfológicos de mayor validez en la identificación taxonómica del género y especie, y por otra parte, se consideran en relación con las descripciones anteriores, las adaptaciones funcionales y específicas de ciertos aparatos y órganos, las compensaciones morfológico-funcionales en la organización del cuerpo, el desarrollo de las gonadas y la determinación de los estadios del ciclo sexual en macho y hembra y las variaciones encontradas en las relaciones morfométricas y gravimétricas entre distintas partes del cuerpo y entre los sexos.

Finalmente, se realizan sobre la base de las mismas características y a través de las divisiones taxonómicas mayores y menores del orden Decapoda, algunas comparaciones e interpretaciones filogenéticas y se define el grado de evolución morfológica del langostino.

Las descripciones y comparaciones de índole morfológica y biológica efectuadas en esta especie y las interpretaciones más importantes derivadas de las mismas se enumeran a continuación:

1. En la identificación de la especie deben considerarse, además de los caracteres morfológicos usados comunmente, la estructura de las piezas del dispositivo estomoedal de la cámara cardíaca, en particular los huesillos pterocárdicos, zigocárdicos y prepilóricos, y el número de espinas de la superficie interna de las placas cardíacas.
2. Existen varias adaptaciones morfológico-funcionales de distinta graduación en la estructura de algunos órganos y apéndices que relacionadas entre sí, indican una adaptación de la especie a la vida demersal; estas se verifican principalmente en:
 - a) Órgano visual, con pedúnculo ocular corto, superficie ommatidial de

menor extensión y modalidad de movimiento en un campo de visión de ángulos más reducidos.

b) Palpo mandibular de tamaño grande y con acción coadyuvante en la conducción del agua de respiración.

c) Pleópodos y urópodos con menor desarrollo de la superficie de propulsión.

3. Existen también algunas compensaciones morfológico-funcional entre distintos apéndices o entre partes y piezas del mismo aparato, las que se evidencian por:

a) Mayor desarrollo y robustez de los pereiópodos, adecuados para apoyarse sobre el sustrato y disminución de la capacidad de natación de los pleópodos.

b) Aumento de las superficies molar e incisiva de las mandíbulas y disminución de la capacidad trituradora de las piezas del dispositivo estomoedal.

4. El langostino se encuentra, de acuerdo con las adaptaciones y compensaciones funcionales comprobadas, en un estado de evolución morfológica más adelantado que otras especies de la familia Penaeidae.

S U M M A R Y

In the present paper the external and internal morphology of the shrimp *Hymenopenaeus mülleri* (Bate), fam. Penaeidae, is described in detail. Special attention is given to those features which are of diagnostic value or which are significant for a fuller understanding of the biology of this species.

The major portion of the paper deals with the description of the cephalopereion, pleon and telson and its appendages, as well as the nervous, respiratory, circulatory, digestive, excretory and reproductive systems. Special attention is given to the digestive system, the stomodaeal apparatus and sexual dimorphism.

The relations between form and function of several organs and systems are pointed out. A study is made of the development of the gonads, the sexual cycle in males and females; the variations found in relative weight and size are described.

The phylogenetical position of the Penaeidae, the genera of the subfamily Solenocerinae and of *H. mülleri* are discussed.

The main conclusions drawn from this work are as follows:

- 1st) For the identification of the species it is necessary to use the classical morphological features, in addition to characters taken from the stomodaeal apparatus, especially those pertaining to the pterocardiac, zigocardiac and prepiloric ossicles, and the spines of the cardiac plate.
- 2nd) Several morphological adaptations in the structure of certain organs and appendages point towards demmersal behaviour:
 - a) optical organ: eyestalk short with restricted movement; reduced ommatidial surface.
 - b) mandibular palp large, assisting conduction of water towards the branchial chamber.
 - c) Propulsory surface of the pleopods and uropods somewhat reduced.
- 3rd) Correlations of form and function between different appendages or between different portion of one and the same appendage, such as:
 - a) Better development of the pereopods used for resting on the substratum, and reduced natatory capacity of the pleopods and uropods.
 - b) Enlargement of the molar and incisive surface of the mandible and reduction of the triturating capacity of the stomodeal apparatus.

The morphological adaptation and evolution of *Hymenopenaeus mülleri* is more advanced than in other species of penaeids.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, W. W. y LINDNER, M. J. 1943. *A provisional key to the shrimps of the family Penaeidae with special reference to american forms*. Trans. Amer. Fish. Soc., 73: 284-319.
- ANDREWS, E. A. 1911. *Sperm transfer in certain decapods*. Smithsonian Inst. U. S. Nat. Mus., Washington 39: 419-434.
- ANGELESCU, V. y BOSCHI, E. E. 1959. *Estudio biológico pesquero del langostino de Mar del Plata en conexión con la Operación Nivel Medio*. Serv. Hidrogr. Nav., Sec. Marina, Buenos Aires, Publ. H. 1017, 135 pp.
- ARGILAS, A. 1929. *Observations morphologiques sur les espèces des côtes algériennes de la famille des Penaeidea (Macroures nageurs)*. Bull. Trav. Sta. Aquicult. Pêche de Castiglione, N. S., Algiers, 1er. fasc. pp. 29-101.
- BACESCU, M. 1954. *Faura Republicii Populare Romine Crustacea, Mysidacea*. Acad. Rep. Pop. Romine, Bucuresti, 4 (1): 1-126.
- BALSS, H. 1926. *Crustacea*. En: *Handbuch der Zoologie*, Gruyter, Berlin, 3 (1): 227-1078.
- 1940-57. *Decapoda (Zehnfüsser)*. En: *Bronn's Tierreich, Akad. Verlagsges., Leipzig*, Vol. 5, Abt. 1, Buch 7, Lief. 1-5, pp. 1-669; Lief. 10-13, pp. 1285-1770.
- BATE, C. S. 1888. *Report on the Crustacea Macrura dredged by H. S. M. Challenger during the years 1873-1876*. (Rep. Sci. Res. Voyage Challenger, 1873-76. Zool.), Ed. Thomson, C. W. y Murray, J. London, vol. 24.
- BEURLEN, K. y GLAESSNER, M. F. 1930. *Systematik der Crustacea Decapoda auf stammesgeschichtlicher Grundlage*. Zool. Jb., 60: 49-84.
- BORGES VIEIRA, B. 1947. *Observações sobre a maturação de Xyphopenaeus kroyeri no litoral de São Paulo*. Bol. Mus. Nac., Rio de Janeiro, N. S. Zool., N.º 74: 1-22.
- BOURDILLON CASANOVA, L. 1960. *Le meroplancton du Golfe de Marseille: les larves de crustacés décapodes*. Recueil des trav. Sta. mar. d'Endoume, Fac. Sci de Marseille, Bull. N.º 18 (30), 286 pp.
- BOUVIER, E. L. 1908. *Crustacés décapodes (Pénéidés) provenant des campagnes de l'Hirondelle et de la Princesse Alice (1886-1907)*. Res. Comp. Sci. Monaco, 33.
- BRIAN, A. 1938. *L'armatura triturante dello stomaco di alcuni Peneidi meso-abissali a della Pasiphaea multidentata Esmark*. Monitore Zoologica Italiano, Florence, 49: 153-165.
- BURKENROAD, M. D. 1934a. *Litoral Penaeidea chiefly from the Bingham oceanographic collection*. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., Yale Univ., New Haven, 4 (Art. 7): 1-109.
- 1934b. *The Penaeidae of Louisiana with a discussion of their world relationships*. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., New York, 68 (Art. 2): 61-143.
- 1936a. *A new species of Penaeus from the American Atlantic*. An. Ac. Brasileira Sci., Rio de Janeiro, 8 (4).
- 1936b. *The Aristaeinae, Solenocerinae and pelagic Penaeinae of the Bingham oceanographic collection*. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., Yale Univ., New Haven, 5 (Art. 2): 1-151.
1939. *Further observations on Penaeidae of the Northern Gulf of Mexico*. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., Yale Univ., New Haven, 6 (Art. 6): 1-62.
- CALMAN, W. T. 1909. *Crustacea*. En: *A treatise on Zoology*. (Ed. R. Lankester), London, Part VII, Fac. 3, pp. 1-346.
1911. *The life of Crustacea*. Ed. Methuen, London, 289 pp.
- CARPENTIER, F. y BARLET, J. 1959. *The first leg segments in the Crustacea Malacostraca and the Insects*. Smithsonian misc. Coll., Washington, 137 (4350): 99-115.
- COCHRAN, D. M. 1935. *The skeletal musculature of the blue crab, Callinectes sapidus Rathbun*. Smithsonian Misc. Coll., Washington, 92 (9): 1-76.
- CUÉNOT, L. y TÉTRY, A. 1951. *L'évolution biologique*. Ed. Masson, Paris, 592 pp.
- CHARNIAUX-COTTON, H. 1960. *Sex determination*. En: *Physiology of Crustacea (Ed. Waterman)*. Academic Press, New York a. London, Vol. I, pp. 411-447.

- DALL, W. 1957. *A revision of the austral an species of Penaeinae (Crustacea Decapoda: Penaeidae)*. Australian J. Mar. Freshw. Res., 8 (2): 136-230.
1958. *Observations of the biology of the greentail prawn, Metapenaeus masterii (Haswell) (Crustacea Decapoda: Penaeidae)*. Australian Journ. Mar. Freshwat. Res., 9 (1): 111-134.
- D'ANCONA, H. 1960. *Tratado de Zoología. T. II, Zoología especial. Ed. Labor, Barcelona, etc.*
- DE MAN, J. G. 1911. *The Decapoda of the Siboga-Expedition. Part. 1, family Penaeidae. Siboga Expedit., 39a.*
- DENNEL, R. 1960. *Integument and exoskeleton. En: The Physiology of Crustacea (Ed. Waterman). Academic Press, New York a. London, Vol. I, pp. 449-472.*
- DESMARETS, A. 1929. *Rapport entre la carapace des Crustacés et les organes internes. Bull. Soc. Etude Nat. Elbeuf. 47: 65-74.*
- ELDRED, B. 1958. *Observations on the structural development of the genitalia and the impregnation of the pink shrimp, Penaeus duorarum Burkenroad. Florida State Bd. Conserv. Mar. Lab., Techn. Ser. N.º 23, pp. 1-26.*
- ELDRED, B. y HUTTON, R. F. 1960. *On the grading and identification of domestic commercial shrimps (family Penaeidae) with a tentative world list of commercial Penaeids. Quart. Journ. Florida Acad. Sci., 23 (2): 89-113.*
- ESTÈVE, M. 1954. *Présence simultanée d'un thelycum et d'un petasma chez Parapenaeus longirostris (Lucas) (Crustacé, Penaeidae). Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie, 7 (1-4): 89-92.*
- FESQUET, A. E. J. 1933. *Anotaciones para una monografía sobre el langostino (Pleoticus mülleri Bate). Buenos Aires, Ed. Kapeluz, p. 1-36.*
- 1941a. *Descripción del mecanismo articular de los pedúnculos oculares de Artemesia longinaris y de Hymenopenaeus mülleri (Bate). Rev. Holmbergia, Buenos Aires, 3 (6): 64-67.*
- 1941b. *Estudio de la morfología externa del camarón de rostro largo (Artemesia). An. Soc. Cient. Argentina, Buenos Aires, (131): 60-95.*
- GAVRILOV, K. 1958. *Curso de Anatomía y Fisiología comparadas. III Tegumento. Universidad de Tucumán, pp. 125-196.*
- GLAESSNER, M. F. 1957. *Evolutionary trends in Crustacea (Malacostraca). Evolution, 11: 178-184.*
1960. *The fossil Decapod Crustacea of New Zealand and the evolution of the order Decapoda. N. Zealand geol. Surv., Wellington, Paleont. Bull. N.º 31, 63 pp.*
- GRANDI, G. 1959. *The problems of «morphological adaptation» in insects. En: Studies in invertebrate morphology. Smithsonian Misc. Coll., Washington 137 (Publ. 4350): 203-230.*
- GREEN, J. 1961. *A biology of Crustacea. Ed. H. F. & G. Witherby Ltd., London, 180 pp.*
- GURNEY, R. 1943. *The larval development of two Penaeid prawns from Bermuda of the genera Sicyonia and Penaeopsis. Proc. zool. Soc. London, 113 (ser. B): 1-16.*
- GURNEY, R. y LEBOUR, M. V. 1941. *On the larvae of certain Crustacea Macrura, mainly from Bermuda. J. Linn. Soc. (Zool.), London, 41: 89-181.*
- GUTSSELL, J. S. 1936. *A study of the ovaries of the common shrimp Penaeus setiferus (Linn.) with reference to the life history. U. S. Fish a. Wildlife Serv., New Orleans, Louisiana.*
- HANSEN, H. J. 1925. *Studies on Arthropoda. II. O the comparative morphology of the appendages in the Arthropoda. A. Crustacea. Ed. Gyldendalske Boghandel, Copenhagen, pp. 7-176.*
1930. *Studies on Arthropoda. III. On the comparative morphology of the appendages in the Arthropoda. B. Crustacea (supplement), Insecta, Myriapoda, and Arachnida. Ed. Gyldendalske Boghande., Copenhagen, pp. 9-376.*
- HELDT, J. H. 1932a. *L'appareil génital male des crevettes nordafricanes de la famille des Penaeidae. Compt. Rend. Hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, 195: 1325-1327.*
- 1932b. *Sur quelques differences sexuelles chez deux crevettes tunisiennes: Penaeus caromate Risso et Parapenaeus longirostris Lucas. Bul. Stat. Oceanogr. Salambô, N.º 27, pp. 1-20.*
1954. *Stades larvaires d'Aristeomorpha foliacea (Risso) et Aristeus antennatus (Risso), Décapodes Péneides. C. R. Acad. Sci., Paris, N.º 239: 1080-1082.*
1955. *Contribution a l'étude de la biologie des Crevettes Péneides. Formes larvaires de Solenocera membranacea (H. M. -Edw.). Bul. Sta. océanogr. Salammbô, N.º 51: 29-56.*
- HUDINAGA, M. 1942. *Reproduction, development and rearing of Penaeus japonicus Bate. Japanese Journ. Zool., Tokyo, 10 (2): 305-393.*
- HUXLEY, T. H. 1906. *The crayfish. Ed. 7ª., Kegan P. Trench. Trübner a. Comp. Ltd., London, 371 pp.*
- KAESTNER, A. y WETZEL, A. 1959. *Lehrbuch der speziellen Zoologie. Teil I: Wirbellose (2 Abt. Mandibulata). Fischer Verlag, Stuttgart, 4 Lief., pp. 659-979.*
- KING, J. E. 1948. *A study of the reproductive organs of the common marine shrimp, Penaeus setiferus (Linnaeus). Biol. Bull., Lancaster, Pa., 94 (3): 244-262.*

- KISHINOUE, K. 1929. *Penaeid crustaceans with the asymmetrical pelasma*. Proc. Imp. Acad. Tokyo, 5: 280-283.
- KUBO, I. 1949. *Studies on the Penaeids of Japanese and its adjacent waters*. J. Tokyo Coll. Fish., 36 (1): 1-467.
- KUSNEZOV, N. 1959. *La diferenciación específica y los problemas de evolución*. Rev. «Physis», Buenos Aires, 21 (61): 245-272.
- LAGUARDA FIGUERAS, A. 1961. *Contribución al estudio comparativo de la fórmula branquial en la familia Astacidae (Crustacea; Decapoda)*. Fac. Cienc., Dep. Biol., Univ. Nac. A. México, México, D. F., 74 pp.
- LEVERA, F. 1934. *Sulle femmine a pleopodi mascholini ati nei gamberi rossi*. Boll. Mus. Lab. Zool. Anat. Comp., Univ. Genova, 14 (77): 3-7.
- LINDNER, M. J. 1957. *Survey of shrimp of Central and South America*. Fish a. Wildlife Serv., Washington, Sp. Sci. Rep. N.º 235, 166 pp.
- MAGALHAES FILHO, F. 1944. *Processo de determinação de maturidade do camarão*. Bol. Minist. Agr., Dept. Nac. Prod. Animal, Div. Caça e Pesca, Sept. 1953, Rio de Janeiro, pp. 1-16.
- MANTON, S. M. 1953. *Locomotory habits and the evolution of the larger arthropodan groups*. En: *Symposia Soc. Experm. Biol.*, N.º 8 Evolution, Cambridge Univ. Press, pp. 339-376.
- MARSHALL, S. M. y ORR, A. P. 1960. *Feeding and nutrition*. En: *The Physiology of Crustacea*. (Ed. Waterman). Academic Press, New York a. London, pp. 227-258.
- MAURO CÁRDENAS, F. 1952. *Descripción del espermatóforo de Penaeus stylicrestris Stimpson*. Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat., 13 (1-4): 35-43.
- MAYR, E., LINSLEY, E. G. y UNSINGER, R. L. 1953. *Methods and principles of systematic zoology*. Ed. Mc Graw-Hill Book Comp. Inc., New York, 328 pp.
- MOUCHET, S. 1932. *Sur l'appareil génital male de Penaeus trisulcatus Leach*. Bull. Soc. Zool. France, Paris, 57: 316-340.
- PARRY, G. 1960. *Excretion*. En: *The Physiology of Crustacea* (Ed. Waterman). Academic Press, New York a. London, Vol. I, pp. 341-366.
- PATWARDHAN, S. S. 1935. *On the structure and mechanism of the gastric mill in Decapoda. VI. The structure of the gastric mill in Natantous Macrura-Penaeidae and Stenopidea, conclusion*. Proc. Indian Acad. Sci., Sec. B., Bangalore, 2: 155-174.
- PEARSON, J. C. 1935. *Eggs of a Peneid shrimp*. Science, New York, 82 (2121): 172.
1939. *The early life histories of some american Penaeidae, chiefly the commercial shrimp Penaeus setiferus (Linn.)*. Bur. Fisheries, Washington, Bull. N.º 30: 1-73.
- PÉREZ, CH. 1929. *Sur quelques caractères sexuels des Crustacés Décapodes*. Internat. Congre. Zool., Budapest, 10: 1142-1146.
- RACEK, A. A. 1955. *Littoral Penaeinae from New South Wales and adjacent Queensland waters*. Australian J. Mar. Freshwat. Res., Melbourne, 6 (2): 207-241.
1957. *Penaeid prawn fisheries of Australia with special reference to New South Wales*. State Fish. Res. Bull., Sydney, N.º 3: 1-19.
1959. *Prawn investigations in Eastern Australia*. State Fish. Chief Sec. Depart. New South Wales, Res. Publ. N.º 6: 1-57.
- RAMADAN, M. M. 1952. *Contribution to our knowledge of the structure of the compound eyes of Decapoda Crustacea*. Acta Univ. Lundensis, N. S. 2, 48 (3): 1-20.
- REDDY, A. R. 1935. *The structure, mechanism and development of the gastric armature in Stomatopoda with a discussion as to its evolution in Decapoda*. Proc. Indian Acad. Sci., Sec. B, Bangalore, 1: 650-675.
- RINGUELET, R. A. 1950. *Clasificación moderna del reino animal incluyendo clases y subclases de acordados vivientes y extinguidos*. Publ. Fac. Cien. Nat. y Mus. de la Plata, Ser. técn. didáct., La Plata, N.º 3: 1-61.
- RIOJA, E. 1939a. *Estudios carcinológicos. I. Caracteres sexuales secundarios de los Penaeidae. El órgano antenular de los machos*. An. Inst. Biol. México, 10 (3-4): 313-319.
- 1939b. *Estudios carcinológicos. II. Caracteres sexuales secundarios de los Penaeidae. Los caracteres sexuales en algunas especies de Aristaeinae: Aristeus antennatus (Risso), Aristeomorpha folliacea Risso y Plesiopenaeus edwardsianus (J. G. Jonhson)*. An. Inst. Biol. México, 10 (3-4): 322-333.
- 1940a. *La morfología de las cerdas de las piezas bucales de los Penaeidos (Crust. Decap.) y su valor diagnóstico*. Rev. Ciencia México, 1: 116-117.
- 1940b. *Estudios carcinológicos. IV. Observaciones sobre las antenulas de algunas especies del género Penaeus*. An. Inst. Biol. México, 11 (1): 267-273.

- 1940c. *Descripción de un órgano setiforme en el tercer maxilípodo de algunos Penaeidae*. An. Inst. Biol. México, 11 (1): 261-266.
- 1941a. *Estudios carcinológicos. VIII. Contribución a la morfología e interpretación del pelasma de los Penaeidae (Crust. Decápodos)*. An. Inst. Biol. México, 12 (1): 199-221.
- 1941b. *Estudios carcinológicos. IX. Descripción del macho maduro de Penaeus vannamei Boone, hallado en la costa del Pacífico de México*. An. Inst. Biol. México, 12 (1): 223-229.
- 1942a. *Estudios carcinológicos. XI. Observaciones acerca de algunos caracteres sexuales secundarios en el camarón de rostro largo (Artemesia longinaris Bate) y en el langostino (Hymenopenaeus mülleri Bate)*. An. Inst. Biol. México, 13 (2): 659-674.
- 1942b. *Estudios carcinológicos. XII. Contribución al estudio de los caracteres sexuales secundarios de dos especies de los géneros Trachypenaeus y Xiphopenaeus de las costas mexicanas del Pacífico*. An. Inst. Biol. México, 13 (2): 675-684.
1948. *Valor diagnóstico del tercer maxilípodo y de sus cerdas en algunas especies del género Penaeus de las costas de México*. An. Inst. Biol. México, 19 (2): 453-467.
- ROGER, J. 1953. *Sous-classe des malacostracés (Malacostraca Latreille 1806)*. En: *Traité de Paléontologie (Dir. J. Piveteau)*. Ed. Masson, Paris, 3: 309-378.
- SCHMITT, W. L. 1935. *The west american species of shrimp of the genus Penaeus*. Proc. Biol. Soc., Washington, 48: 15-21.
- SIEWING, R. 1956. *Untersuchungen zur Morphologie der Malacostraca (Crustacea)*. Zool. Jb., Anat. Ontog. der Tiere, Jena, 75 (1): 39-176.
- SNODGRASS, R. E. 1935. *Principles of insect morphology*. Ed. Mc Grow a. Hill, New York a. London, 667 pp.
1938. *Evolution of the Annelida, Onychophora, and Arthropoda*. Smithsonian misc. Coll., Washington, 97 (6): 1-159.
1952. *A textbook of Arthropod anatomy*. Comstock Publ. Ass., Cornell Univ. Press, 363 pp.
1956. *Crustacean metamorphoses*. Smithsonian misc. Coll., Washington, 131 (10): 1-78 (Publ. 4260).
1958. *Evolution of arthropod mechanisms*. Smithsonian misc. Coll. 138 (2): 1-77.
- STOPFORD MEREDITH, S. 1952. *A study of Crangon vulgaris in the Liverpool Bay Area*. Proc. a. Trans. Liverpool Biol. Soc., 58: 75-109.
- STORER, T. I. y UNSINGER, R. L. 1957. *General Zoology*. Ed. Mc Graw-Hill Book Comp. Inc., New York, 664 pp.
- SUKO, T. 1953. *Studies on the development of the crayfish. I. The development of secondary sex characters in appendages*. Sc. Rep. Saitama Univ., Japon, Ser. B., 1 (2): 77-96.
- TEISSIER, G. 1960. *Relative growth*. En: *The Physiology of Crustacea (Ed. Waterman)*. Academic Press, New York a. London, Vol. I, pp. 537-560.
- TEMPLEMAN, W. 1944. *Sexual dimorphism in the lobster (Homarus americanus)*. J. Fish. Res. Bd. Canada, 5 (3): 228-232.
- TIEGS, O. W. y MANTON, S. M. 1958. *The evolution of the Arthropoda*. Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc., 33: 255-337.
- VANDEL, A. 1949. *Embranchement des Arthropodes. Généralités, composition de l'embranchement*. En: *Traité de Zoologie (Dir. P. P. Grassé)*, Ed. Masson et Cie., Paris, 6: 79-158.
- VAN WEEL, P. B. 1955. *Processes of secretion, restitution and resorption in gland of midgut of Atya spinipes Newport*. Physiol. Zool., 28: 40-54.
- VILLALOBOS, A. F. 1959. *Contribución al conocimiento de los Atyidae de México. II (Crustacea, Decapoda). Estudio de algunas especies del género Pctimirim (= Ortmannia), con descripción de una especie nueva de Brasil*. An. Inst. Biol. México, 30 (1-2): 269-330.
- VONK, J. H. 1960. *Digestion and metabolism*. En: *The Physiology of Crustacea*. (Ed. Waterman). Academic Press, New York a. London, pp. 291-316.
- VOSS, G. L. 1955. *A key to the commercial and potentially commercial shrimp of the family Penaeidae of the Western North Atlantic and the Gulf of Mexico*. Publ. B. Conserv. Florida, Techn. Ser., N.º 14: 1-23.
- WATERMAN, T. H. (Editor) 1960. *The physiology of Crustacea*. Academic Press, New York a. London, Vol. I, 670 pp.
- WATERLOT, J. 1953. *Généralités sur les arthropodes*. En: *Traité de Paléontologie (Dir. J. Piveteau)*, Ed. Masson, Paris, 3: 11-24.
- WATERMAN, T. H. y CHACE, F. A. JR. 1960. *General crustacean biology*. En: *The Physiology of Crustacea*. (Ed. Waterman). Academic Press, New York a. London, Vol. I, pp. 1-33.
- WOLVEKAMP, H. P. y WATERMAN, T. H. 1960. *Respiration*. En: *The Physiology of Crustacea* (Ed. Waterman). Academic Press, New York a. London, Vol. I, pp. 35-100.

- YALDWIN, J. C. 1954. *Studies on Palaemon affinis M. -Edw. 1837, (Crustacea, Decapoda, Natantia). Part. I. Synonymy and external morphology.* Trans. Roy. Soc. N. Zealand, 82 (P.I): 169-187.
- YOKOYA, Y. 1941. *On the classification of Penaeid shrimps by the structural features of the appendix masculina.* Journ. Coll. Agr., Tokyo Imp. Univ., 15 (1): 45-68.
- YONGE, C. M. 1937. *Evolution and adaptation in the digestive system of the Metazoa.* Biol. Rews. Cambridge Phil. Soc., 12: 87-115.
- YOUNG, J. H. 1956. *Anatomy of the eyestalk of the white shrimp, Penaeus setiferus (Linn. 1758).* Tulane Stud. Zool., New Orleans, 3 (10): 171-190.
1959. *Morphology of the white shrimp Penaeus setiferus (Linnaeus 1758).* U. S. Fish a. Wildlife Serv., Washington, Fish. Bull. 145, 59: 1-168.
- ZARIQUIEY ALVAREZ, R. 1946. *Crustáceos decápodos mediterráneos. Inst. español estudios mediterráneos,* Barcelona, 181 pp.

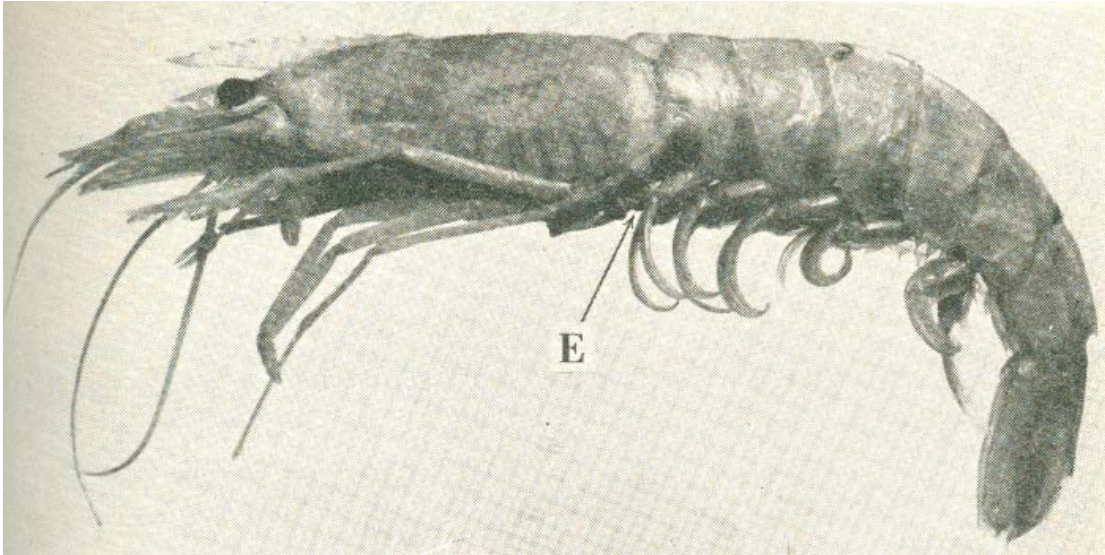


Fig. 1 - Ejemplar hembra de langostino con el espermatóforo (E) adherido sobre el thelycum; mide 179 mm de largo total y pesa 50g.

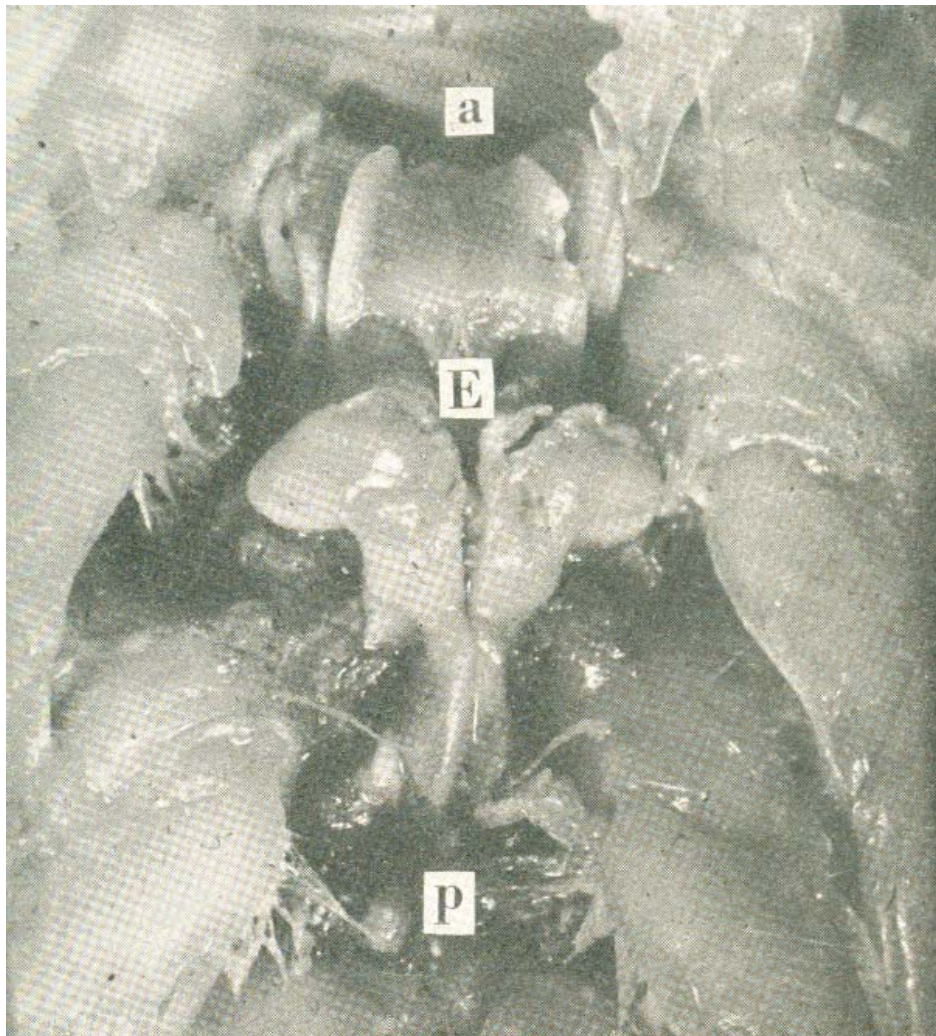


Fig. 2 - El espermatóforo (E) visto centralmente en el mismo ejemplar; a. parte anterior, p. parte posterior.

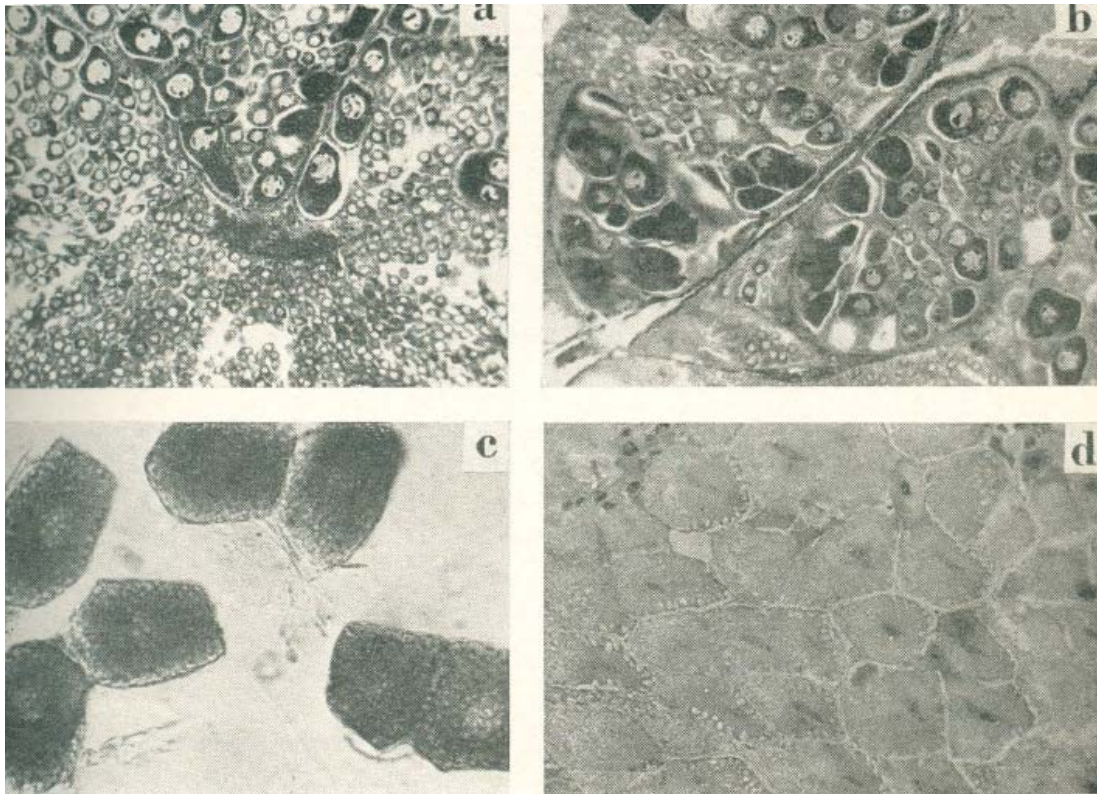


Fig. 3 – a- Fotomicrografía de un corte histológico del ovario en la zona de proliferación; b. Fotomicrografías de un corte histológico del ovario en el que se observan distintos estadios de desarrollo de los ovocitos; c. Fotomicrografías de ovas en el estadio VI de madurez sexual; d. Fotomicrografía de un corte histológico del ovario con ovas en el estadio VI observándose sobre el borde de las mismas la zona de los corpúsculos alargados.