

Tesis de Posgrado

Contribución al conocimiento de la morfología y biología del camarón *Macrobrachium borellii* (Crustacea, Palaemonidae)

Boschi, Enrique E.

1962

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Boschi, Enrique E.. (1962). Contribución al conocimiento de la morfología y biología del camarón *Macrobrachium borellii* (Crustacea, Palaemonidae). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1119_Boschi.pdf

Cita tipo Chicago:

Boschi, Enrique E.. "Contribución al conocimiento de la morfología y biología del camarón *Macrobrachium borellii* (Crustacea, Palaemonidae)". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1962.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1119_Boschi.pdf

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Contribución al conocimiento de la morfología
y Biología del Camarón Macrobrachium borellii
(Crustacea, Palaemonidae)

Enrique E. Boschi

Resumen presentado para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas, orientación Zoología.

1962

R. de Ferris: 1119

R E S U M E N
POYBIA

Contribución al conocimiento de la morfología
y biología del camarón Macrobrachium borellii
(Crustacea, Palaemonidae)

por

Enrique E. Bosehi

El trabajo se refiere a investigaciones realizadas sobre la biología y morfología externa e interna del camarón de agua dulce Macrobrachium borellii; de un modo particular se ha tratado lo concerniente a los apéndices, dimorfismo sexual, ecología y metamorfosis de las larvas. Con menor intensidad de estudio figuran el sistema nervioso, aparato excretor, aparato circulatorio y filogenia de la especie.

El material utilizado para el presente trabajo fue coleccionados en arroyos y estanques artificiales de Buenos Aires y alrededores. Parte de los individuos se los mantuvo vivos en acuarios y otro tanto fue fijado en formol al 4% para su posterior estudio anatómico. Los animales en cautividad viven perfectamente suministrándoles oligoquetos, larvas de Tenebrio y trechitos de carne vacueta. Las larvas de esta especie fueron alimentadas con nauplii de Artemia salina.

El capítulo primero trata de la morfología general del caparazón: cefalon, pereion y pleon; luego se refiere a la estructura de la cutícula o cáscara que cubre todo el animal, haciéndose relación a la composición química y funciones de la misma. Seguidamente el trabajo se refiere a la morfología de los ojos y pedúnculos oculares. Luego siguen los apéndices: anténula, antena, mandíbula

FOYBIA.

primera y segunda maxilas, primer al tercer maxilipedos, pereopodos del 1º al 5º y Pleópodos del 1º al 5º, urópodos. El telson o elemento post-segmental es descrito finalmente.

El desprendimiento y regeneración de apéndices se trata, dándose los distintos casos de autotomía, hallados en el camarón y se hace referencia sobre la velocidad de crecimiento de los miembros regenerados.

Las branquias se estudian y se describen. Esta especie posee branquias laminares y existen de cuatro tipos: pleurobranquias, artrobranquias, podobranquias y mastigobranquias. Se da finalmente la fórmula branquial para la especie.

El sistema nervioso se ajusta al del tipo clásico de los Decápodos. La glándula antenal se describe brevemente y se la ubica en la base de la antena. El aparato circulatorio corresponde también al tipo de los crustáceos superiores, con algunas variantes en cuanto a la irrigación del abdomen. La arteria abdominal ventral se extiende al parecer hasta el primer somito abdominal; el resto de los somitos son bañados por las ramas de la arteria abdominal (dorsal). El aparato digestivo es sencillo y recto; el estómago no posee estructuras calcificadas como en Penaeidae, el intestino desemboca en el ano que está en la base del telson. Este capítulo finaliza con el estudio del aparato reproductor femenino y masculino; esta especie es dioica y no existe hermafroditismo proterándrico.

El dimorfismo sexual constituye un capítulo aparte y se describe con detenimiento, se observa en esta especie dos tipos de dimorfismo sexual secundario: el de caracteres permanentes y el dimorfismo sexual periódico. Los caracteres sexuales permanentes más

importantes son:

-3-
FOYBIA.

- 1º) Appendix masculina. Existe solo en el macho, sobre el segundo par de pleópodos.
- 2º) Diferente estructura de los coxopoditos del 5º par de pereópodos y disposición de las placas de los somitos 12 y 13 (esternum).
- 3º) Diferente crecimiento del segundo par de pereópodos. Es mayor en los machos.
- 4º) Diferente tamaño de las placas latero-tergal de los somitos del pleon, 1 al 4. Son mayores en las hembras.

Los caracteres sexuales periódicos consisten fundamentalmente en la aparición en las hembras adultas maduras, en la época de reproducción, de las sedas ovígeras, ubicadas sobre los pleópodos 1º al 4º, destinadas a sujetar los huevos y además un mayor número de sedas plumosas comunes.

El capítulo referente a la biología trata sobre el crecimiento de esta especie en acuario, observándose que es muy veloz en los primeros meses, en los estadios juveniles, estimándose el período de vida en cerca de dos años. Las mudas se producen periódicamente, permitiendo el crecimiento del animal. Las mudas están también relacionadas con el ciclo sexual, es decir, antes y después de la incubación de los huevos las hembras cambian el tegumento.

El ciclo sexual es de tipo clásico en los decápodos; en la primavera comienzan a manifestarse los instintos de procreación, las hembras desarrollan los ovarios, maduran, mudan y se produce la fecundación, acto que es muy breve, luego se lleva a cabo la incubación de los huevos durante 49-50 días y nacen las larvas muy adelantadas, como una postlarva. La metamorfosis de las larvas es muy abreviada; éstas nacen con algunos caracteres rudimentarios, con ojos sésiles y telson y urópodos unidos. Poseen todos

los apéndices del cefalopereón y antenn. En sucesivas mudas (6 ó 7) llegan casi a la morfología del adulto. La mayor diferencia de significancia filogenética de las larvas está dada por la aparición tardía del palpo de la mandíbula y la ubicación de la espina hepática, ambos elementos aparecen después de transcurridos cerca de 25 días más. Tanto la espina como el palpo son caracteres de mucho valor para la diagnosis del género Macrobrachium.

En cuanto a la ecología de esta especie se puede decir que vive en ambientes lénticos con preferencia (lagos y Lagunas) o remantos de arroyos, con aguas bien oxigenadas, Son omnívoros y muestran una adaptación total al agua dulce.

Las relaciones filogenéticas de esta especie hay que buscarlas en primer lugar entre los Caridea, sección de los Natantia a que pertenece. Son en conjunto los crustáceos más evolucionados dentro de los Natantia, cuyos restos fósiles han sido hallados en el período Eurásico del Mesozoico. Macrobrachium borellii es una especie perfectamente adaptada al agua dulce, cuyos antecesores marinos se vinculan con Palaeomonetes

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Contribución al conocimiento de la morfología
y biología del camarón Macrobrachium borealli
(Crustacea, Palaemonidae)

enrique e. boschi

Tesis presentada para optar
al título de Doctor en
Ciencias Biológicas, especialización
zoología.

1962

TESIS: 1119

SUMARIO

Introducción

Material y técnica de investigación

I. Morfología General

1. Descripción del caparazón
2. Características y función de la cutícula
3. Pedúnculos oculares
4. Apéndices y telson
5. Desprendimiento y regeneración de apéndices
6. Branquias
7. Sistema nervioso
8. Glándula antenal
9. Aparato circulatorio
10. Aparato digestivo
11. Aparato reproductor

II. Dimorfismo sexual

1. Caracteres sexuales permanentes
2. Caracteres sexuales periódicos

III. Biología

1. Crecimiento
2. Mudas
3. Ciclo sexual
4. Estadios larvales
5. Ecología y comportamiento en cautividad

IV. Filogenia

1. Evolución
2. Relaciones filogenéticas

Bibliografía consultada

Láminas

Contribución al conocimiento de la morfología
y Biología del camarón Macrobrachium borealli
(Crustacea, Palaemonidae)

por

Enrique E. Boschi

INTRODUCCION

El estudio morfológico y biológico de los crustáceos Decápodos de la Supersección Natantia ha sido realizado en sudamérica en pocas especies y generalmente de un modo parcial; la mayoría de los trabajos se refieren a estudios taxonómicos de algunas especies marinas y de aguas dulces. Entre estos se destacan las contribuciones fundamentales de Holthuis (1951, 1952 y 1955) el cual llevó a cabo un estudio sistemático completo precisamente de los palaemónidos de todo el continente americano. Además se pueden mencionar los trabajos de Fesquet (1933, 1941 a y 1941b) y de Boschi y Angelescu (1962) que tratan la morfología de dos especies de camarotes de la familia Penaeidae, del litoral marítimo argentino.

Los trabajos de morfología complementados con observaciones biológicas proporcionan muchos elementos de inestimable valor y en ciertos casos ayudan de manera decisiva a resolver problemas de orden taxonómico, ecológico y filogenético, como también cuando se trata del caso de las especies que integran el grupo de "recursos biológicos acuáticos".

Con el criterio arriba expuesto se llevó a cabo el estudio del camarón de agua dulce Macrobrachium borealli dividiéndose a tal efecto el presente trabajo en una parte morfológica y otra biológica;

Los especímenes de Macrobrachium borelli utilizados para el presente trabajo han sido recogidos en arroyos, lagunas y estanques artificiales de la Ciudad de Buenos Aires y alrededores. Para la captura se empleó una red de tipo pala de malla fina, eligiendo las zonas litorales de los ambientes con abundante vegetación acuática, particularmente Elodea densa donde por lo general estos camarones se sujetan. Parte del material empleado se conservó para estudios en vivo y otro fué fijado en formol en el mismo lugar de captura, destinado a estudios anatómicos.

La mantención de esta especie en acuarios es sencilla, dado que las exigencias son mínimas. Consiste en alojar varios ejemplares en acuarios de 10 a 20 litros, con fondo de arena y abundante vegetación acuática; la alimentación puede consistir de pequeños oligoquetos, larvas de Tenebrio molitor, trocitos de carne vacuna cruda, etc.

En cuanto a las medidas tomadas a los ejemplares fijados, son las siguientes: Largo total, que corresponde desde la punta del rostro a la punta del telson, con el cuerpo del animal extendido; largo del cefalotórax, desde la punta del rostro a la parte posterior del caparazón cefalotorácico; largo del caparazón, desde el seno orbitario al margen posterior del cefalotórax, es decir excluyendo el rostro; largo del abdomen, que comprende a éste extendido y sin el telson. El sistema circulatorio fué puesto en evidencia inyectando a animales vivos en el corazón y arteria abdominal dorsal, una emulsión de tripan blue al 5% en agua destilada.

Las larvas fueron mantenidas en recipientes individuales de 40 cc y alimentadas con nauplii de Artemia salina.

I. MORFOLOGIA GENERAL

1. Descripción del caparazón

El cuerpo del camarón Macrobrachium boreali está constituido, como en todos los crustáceos Natantia, de tres partes: cefalon, pereion y pleon. Las primeras dos forman un tagma sin segmentación, denominándose en conjunto cefalopereion o también, pero algo menos correcto, cefalotórax. En un corte transversal del cefalopereion se observa una cavidad visceral, bordeada por la superficie muscular interna del esternito, tergo y pleuras y hacia afuera, sobre los flancos laterales, dos cavidades que corresponden a las cámaras branquiales una de cada lado de las pleuras y limitadas exteriormente por el branquiosteguito. El número de segmentos que corresponde al cefalopereion se cuenta a razón de uno por cada par de apéndices, siendo en total trece. De este número se excluyen los pedúnculos oculares que pueden considerarse como elementos pseudoapendicular (Vandel, 1949) Los apéndices se insertan en la región esternal del cuerpo, limitados lateralmente por la región pleural y unidos entre sí por la placa de los esternitos.

El cefalopereion se halla en su totalidad recubierto por una cutícula calcificada y rígida, comenzando por un rostro agudo y comprimido algo menos largo que el caparazón, particularmente en los ejemplares adultos, provisto de siete a diez dientes en su borde superior y de dos a cinco en su borde inferior. El caparazón es liso con un surco branquiostegal originado en la parte anterior del mismo, que se dirige hacia la espina hepática. Además existe, en algunos ejemplares en forma más evidente, una depresión que limita la región branquial del resto del caparazón. Se observa también dos espinas

bien características, una antena anterior y otra hepática situada algo más atrás. Los bordes anteroinferior y posterior del cefalopereion son redondeados.

En cambio el pleon o abdomen es la parte del cuerpo articulada y móvil, que le sirve de gran ayuda para la natación del animal y está formada por seis segmentos o metámeros. Cada segmento se compone del tergo de ubicación dorso-lateral, el esterno ventral, las pleuras ventro-laterales y las placas latero-tergal que sobrepasan el abdomen y recubren parcialmente los pleópodos. Los primeros cinco somitos llevan cada uno un par de apéndices de similar morfología, se hallan insertados en la región límite entre la pleura y el esternito. El último segmento lleva dos apéndices, pero de estructura distinta y de posición terminal que constituyen los denominados urépodos.

Finalmente, queda el telson o elemento postsegmental, homólogo al pigidio de los anélidos (Vandel, 1959).

2. Características y función de la cutícula

El tegumento, cáscara o cutícula que recubre el cuerpo del camarón y en general de todos los artrópodos consiste básicamente de una estructura compuesta de proteína y quitina, secretada por el epitelio y endurecida por la deposición de sales de calcio. Estudios de la cutícula de los crustáceos (Dennell, 1960) han demostrado que existen diferencias importantes entre la epicutícula y las capas que forman la endocutícula. Según ese mismo autor, es posible reconocer cuatro principales capas en el tegumento de los crustáceos, cuyas características se resumen en el cuadro siguiente:

Estructura	Composición química		Función y características
	Orgánica	Inorgánica	
Epicutícula	sin quitina contiene lípidos	calcificada	protección
Endocutícula capa pigmentada	con quitina	calcificada	presencia de granos de melanina; tiene vacuolas
capa calcificada	con quitina	calcificada	fuertemente calcificada, es la de mayor espesor, sin vacuolas, algunas veces difuso pigmento azul
capa no calcificada	con quitina	no calcificada	Es la capa más interna y más fina.

La cutícula mediante el proceso de calcificación queda suficientemente rígida, constituyendo el caparazón del animal, que es renovable en cada muda.

Sedas y Espinas. Las sedas, setas o cerdas son también elementos de la cutícula, originados por la secreción de las células epidérmicas; se hallan distribuidas sobre el cuerpo y los apéndices. En esta especie de palemonido se pueden reconocer cuatro tipos principales de sedas, a saber:

Sedas plumosas. Ubicadas especialmente en el borde de los pleópodos, borde de las placas latero-tergal de los dérmicos del pleon, en las antenas, anténulas y algunas en los pereópodos y maxilípedos. Estas sedas son delgadas, flexibles, poco calcificadas y cada una está rodeada por una fina vellocidad.

Sedas espinosas. Distribuidas en las maxilas, maxilípedos y pereiópodos. Son rígidas y fuertemente quitinizadas y calcificadas. En los primeros apéndices cumplen importante función en la filtración de alimentos.

Sedas sensoriales. Ubicadas en el flagelum de la anténulas, en la cara inferior. Existen dos por cada artículo del mismo y son más o menos cilíndricas, huecas y de terminación roma. En su interior llevan un filete nervioso sensible a estímulos químicos.

Sedas ovígeras. Características en los pleópodos de las hembras ovígeras, largas, lisas y sin superficie pubescente, encargadas de secretar el cemento para mantener los huevos sujetos a los pleópodos durante todo el período de incubación.

Espinas. En cuanto a las espinas se destacan en esta especie de dos tipos. El primero con las de mayor tamaño, se refiere a las espinas ubicadas de cada lado del caparazón (espinas antenal y hepática) a la espina del basipodito de la antena, a las dos espinas del coxopodito de la anténula y las otras cuatro que se encuentran en la superficie posterior del telson. El segundo tipo comprende las espinitas distribuidas sobre el carpopodito, meropodito y propodito de los pereiópodos.

3. Pedúnculos oculares

Cada pedúnculo ocular se compone de una parte basal y tres elementos calcificados de distintos tamaño que sostienen la córnea. La parte basal se une con el céfalon, es también calcificada y más estrecha que el resto del conjunto. Siguen luego, la serie de elementos que constituyen la articulación con la pieza distal del pedúnculo permitiendo cierto movimiento. Esta pieza de mayor tamaño que las otras denominada calathus es de forma cilíndrica, mucho más gruesa y soporta la córnea del ojo. (fig. 1,3)

4. Apéndices y telson

Los apéndices de los crustáceos son elementos pares y responden a un esquema general de constitución birramosa homóloga. Se inician con una región coxal denominada por Hansen(1925-1930) simpodito, y por otros autores más modernos protopodito, sobre este último se insertan dos ramas, el endopodito y el exopodito. El protopodito puede llevar un elemento auxiliar denominado epipodito o mastigobranquia, de función complementaria en la respiración y además, suelen existir otras prolongaciones denominadas enditos y exitos. El endopodito que está compuesto por un número variable de segmentos, cambia de forma y función según los distintos apéndices. El exopodito, de estructura más simple, puede ser reducido o faltar.

La constitución del protopodito se ha podido establecer mediante minuciosos estudios comparativos de los apéndices de los distintos grupos de artrópodos (Hansen, 1925), poniéndose de manifiesto que es difícil reconocer el precoxopodito en los miembros anteriores de los crustáceos decápodos. De acuerdo con el mencionado autor, este segmento está fusionado al somito correspondiente habiéndose perdido los límites y suturas entre ambos elementos.

Anténula. Consiste de un protopodito formado por tres elementos que van disminuyendo en ancho desde el basal hasta el distal. A este último se articulan dos flagelos. El primer segmento antenular o coxopodito es achatado y de forma rectangular y presenta un hueco adaptado para recibir el pedúnculo ocular. El borde lateral derecho del segmento está ensanchado y lleva en la mitad del margen inferior una espina. La placa lateral o estilorecito que lleva el coxopodito, está dividida en dos por un surco superficial. La parte inferior más pequeña termina en el ángulo superior izquierdo con una larga espina y

la parte mayor del estállorecito, también lleva en el ángulo superior izquierdo una espina. En la parte posterior basal se halla la cavidad del estatocisto, que por lo general posee en su interior granitos de arena.(fig. 1,1)

El basipodito consiste de dos elementos de forma subcilíndrica y el proximal es de mayor tamaño que el distal. A ambos márgenes de estos segmentos se halla una hilera de sedas flexibles.

Dos flagelos antenulares se conectan con el último segmento; uno de estos flagelos es bífido y corresponde al exopodito y tiene una parte más larga, cilíndrica y sin sedas y la otra rama más corta, es subcilíndrica, con sedas sensitivas en su lado inferior. El otro flagelo, algo menos largo que el primero, es cilíndrico, corresponde al endopodito y lleva una hilera de sedas finas y flexibles.

Antena. Compuesta de un protopodito que está dividido en dos segmentos, un basipodito de forma alargada, con una espina aguda en su borde superior derecho. De este basipodito se articula el exopodito, denominado también escama o escafocerito, bien desarrollado, aplanado, terminando en el margen derecho en una espina y orlado en la parte terminal y margen izquierdo por sedas finas. Esta disposición y las características mencionadas del escafocerito se observa en todos los palemónidos.

El endopodito, que constituye en sí el flagelo antenal, está formado por un isquiopodito, un meropodito pequeño y el carpopodito alargado y cilíndrico y finalmente el flagelo que es muy largo. El poro excretor de la "glándula verde" está ubicado en el margen del coxopodito muy cerca del basipodito. (fig.1,2).

Mandíbula. Es fuerte y quitinizada y está compuesta de dos procesos, uno molar y otro incisivo. La parte molar tiene forma subcuadrada y

y posición transversa en relación con el cuerpo del animal, con el margen basal algo más delgado que el distal. Los bordes del extremo distal son agudos, quitinizados y divididos, presentan unas prominencias que con los mismos bordes forman una pieza sólida y eficiente para triturar los alimentos. La parte incisiva es algo de mayor tamaño que la molar y tiene una posición horizontal con respecto al eje del cuerpo, y es más bien achatada y termina con tres dientes grandes y bastante agudos. Además existe un palpo mandibular/ubicado de pequeño tamaño en la base del proceso incisivo, que alcanza poco más que la mitad en largo de éste. Se compone de tres segmentos, uno basal, más pequeño, otro intermedio de mayor tamaño y bordeado por ocho o nueve sedas y un segmento terminal, algo más delgado y más pequeño que el intermedio, que lleva también siete a ocho sedas delgadas y largas. (fig. 1, 8)

Primera maxila. Está compuesta por tres elementos bien diferenciados a saber: coxopodito, basipodito y un endopodito. La primera maxila vista dorsalmente muestra el endopodito algo encurvado y en posición trnasversal en relación con el basiposito, con su borde anterior formando pequeños lóbulos. Entre el endopodito y el coxopodito se halla el basipodito de mayor tamaño que ambos elemntos, chato, algo curvo hacia el coxopodito. Los bordes del mismo llevan sedas, tres o cuatro en el extremo y muchas otras sedas finas y además, una doble hilera de cuatro a cinco espinitas quitinizadas y rígidas. El coxopodito, algo más pequeño, tiene los bordes y la cara dorsal con finas sedas. (fig. 1, 5).

Segunda maxila. Está constituida por un exopodito, un endopodito, un basipodito y un epipodito. El exopodito es achatado, tiene forma alargada con los bordes redondeados y orlados de sedas cortas y blan-

das. El basipodito presenta dos elementos casi iguales en tamaño, curvados en dirección contraria al exopodito. El borde terminal de ambos lleva sedas quitinosas. Entre el exopodito y el basipodito se halla el endopodito glabro y más pequeño que estos elementos mencionados. Un pequeño epipodito se ubica en forma de cuña en el ángulo inferior interno del exopodito. (fig. 1,6).

Primer maxilípodo. Está constituido por un endopodito de forma alargada y delgado, posee en su parte terminal sedas flexibles. El exopodito es de forma lobular, bien desarrollado y presenta sedas finas. El coxopodito es pequeño y subrectangular, el basipodito es más alargado, con su parte anterior redondeada y ambos llevan sedas en sus bordes y además, una serie submarginal; para otros autores estos elementos son simples enditos del maxilípodo. Asimismo, entre el exopodito y el basipodito se halla un endito alargado y sin sedas. En la base del exopodito se encuentra un epipodito de forma triangular. (fig. 1,4).

Segundo maxilípodo. Este apéndice muestra la estructura general de las piezas completamente desarrolladas y con casi todos los segmentos típicos. Del coxopodito surgen un exopodito largo y fino con sedas en la parte terminal. De ese mismo artículo se desprende un endopodito, dividido en basipodito, meropodito, carpopodito, propodito y un dactilopodito. Tanto el propodito y el dactilopodito poseen sedas quitinosas en sus bordes y este último también lleva una serie de sedas submarginales. Sobre el epipodito se observa una podobranquia. (fig. 1,10)

Tercer maxilípodo. Un coxopodito y un basipodito son los dos primeros elementos distinguibles de este apéndice. De un costado del basipodito parte el exopodito, algo delgado y con sedas en ambos bordes sobre

sobre la zona terminal. Continuando al basipodito, sigue el isquiopodite fusionados, el carpopodito y el propodactilopodite también fusionados. Un pequeño epipodite parte del coxopodite. Tanto el coxopodite como el basipodite poseen algunas sedas distribuidas sobre la superficie. El isquiomeropodite lleva varias series de sedas sobre su superficie. El carpopodite también tiene algunas series de mechones de sedas y finalmente, el propodactilopodite se presenta una serie de sedas quitinosas.(fig. 1,7).

Primer pereiópoda. El primer pereiópodo o pata locomotora está compuesto por siete segmentos, según la disposición siguiente: Un coxopodite de base ancha y de aspecto de cono truncado, con una protuberancia cubierta por abundante sedas flexibles. Le sigue el basipodito más pequeño y de aspecto triangular, también con sedas en su margen interno y en ambos costados. El isquiopodite que continúa, es mayor en largo que el basipodite, el borde interno es irregular, muestra una depresión casi en la unión con el basipodite y está provisto también de largas sedas flexibles y algunas también en ambas caras. El meropodite es largo y cilíndrico y de igual diámetro en toda su extensión; llevando algunas pocas sedas en su largo. Se articula con el carpopodite que es ^{el} segmento más largo de este apéndice delgado, cilíndrico ensanchándose levemente en su borde distal, tiene sedas cortas irregulares distribuidas en su extensión. En la parte terminal del mismo, sobre la cara inferior, casi en el borde se destaca una serie de sedas formando un ángulo, las primeras bien largas y desordenadas y las última pequeñas. Los dos últimos segmentos son el propodite fijo y el dactilopodite móvil, formando una quela bien desarrollada. Ambos artículos se hallan bordeados por mechones de

sedas regularmente dispuestas y además el propodite posee en su margen externo, cerca de la unión con el carpopodite una serie de pequeñas sedas curvas. El margen interno del propodite y dactilepodite que forman la quela no presentan dientes ni protuberancias especiales. (fig. 1, 12).

Segunda parapiópodia. Este parapiópodio es quelado y de mayor tamaño que los otros cuatro. Se inicia con un coxopodite que se articula con la membrana precoxal. Este artículo es pequeño, con el borde exterior formado por dos protuberancias o eminencias bien visibles, la primera de las cuales lleva un mechón de sedas. Sigue el basipodite, algo más largo que el anterior, de forma aproximadamente triangular y bordes irregulares. Su margen exterior lleva dos grupos de sedas largas y flexibles. El isquiopodite, de sección ovoide, tiene sus bordes rectos y los dos extremos algo más dilatados; el lado interno posee una serie de sedas pequeñas. El largo es menor que los tres segmentos siguientes. El meropodite que continúa, es también de sección oval, aumenta en ancho hacia el borde distal; en esa zona y externamente se encuentra con ubicación submarginal una serie de 16-20 pequeñas sedas. Este segmento tiene un número reducido de espinas curvas dirigidas hacia adelante y que se distribuyen en forma irregular sobre toda la superficie del mismo. El carpopodite que sigue es el segmento más largo de todo el apéndice, al cual aumenta de sección desde su comienzo hasta el fin; tiene algunas pocas sedas pequeñas y en toda su superficie se observan espinitas como en el meropodite, pero más numerosas. A este segmento se une el propodite, que conjuntamente con el dactilepodite, forman la quela. El propodite es el elemento de mayor sección del apéndice, con un largo apenas superior al del carpopodite. La palma está cubierta de un gran

número de espinas y algunas sedas finas. En cambio la zona que corresponde al dedo lleva mayor número de sedas y en su margen interno dos o tres dientes ubicados en la mitad posterior y termina en un diente agudo y curvo. El dactilopodite que constituye el dedo móvil del quelípodo, tiene sedas y finaliza también en un diente agudo. El margen interno lleva tres a cuatro dientes.(fig. 1,14).

Tercer, cuarto y quinto pereiópodos. Estos epéndices no llevan quela y están también formados por siete segmentos, que se enumeran a continuación: coxopodito, basiposito, isquiopodito, meroposito, carpopodito, propodito y dactilopodito. El coxopodito es corto y de sección circular y más grueso que los otros segmentos; el basiposito tiene forma triangular en vista lateral y su margen externo lleva 15 a 20 sedas flexibles. El isquiopodito es de sección oval, más largo que las otras dos y con algunas sedas en el borde externo. El meropodito es el segundo en largo, liso, con pocas sedas y de sección casi igual en toda su extensión. El carpopodito es menos largo que el anterior, liso, llevando solo unas pocas sedas distribuidas en su superficie. El propodito es más delgado que los segmentos anteriores pero de un largo algo menor que el meropodito y con una serie de seis a siete espinitas en su margen interno y pequeñas sedas en toda su superficie. Además, el propodito del quinto par de pereiópodos presenta en su margen interno una serie de cinco hileras de sedas quitinosas. El dactilopodito es delgado y agudo y lleva dos series de grupos de sedas externas, algunas distribuidas irregularmente (fig. 1, 9,11 y 13).

Pleópodos. Los pleópodos están constituidos todos de acuerdo con una organización de elementos que consiste en un protopodito, constituido por el precoxopodito, visible en algunos casos, coxopodito y basipodito. De este último, se desprenden dos ramas, el endopodito y el

exopodito. Se describen por lo tanto el primer y segundo pleopodos y se ilustran todos.(fig. 2, 1,2,3,4 y 5).

Primer pleópodo. Difiere de los otros cuatro restante por el mayor tamaño x , las modificaciones del endopodito y la distribución de las sedas. El coxopodito es pequeño, cilíndrico y sin espinas ni sedas. Se continúa con el basipodito, de sección aproximadamente triangular con el borde interno provisto de una hilera de sedas flexibles. El endopodito es pequeño, de forma espatulada y algo más estrecho en la zona central. Todo el borde está circundado por una serie de sedas flexibles y transparentes. El exopodito es normal, alargado y orlado de sedas. Este apéndice se presenta de igual estructura en ambos sexos.(fig. 2,1).

Segundo pleópodo. El coxopodito y el basipodito es similar al del primer pleópodo. La mayor diferencia se observa en el endopodito que es de igual tamaño que el exopodito, pero lleva en su margen medio interno un elemento accesorio denominado appendix interna, que existe de igual forma en todos los pleópodos restantes, menos en el primero, tanto en macho como en hembra. Además, el macho lleva en el endopodito del segundo par de pleópodos, junto al appendix interna otra pieza accesorio, de mayor tamaño que ésta, denominada appendix masculina (para la descripción de estos elementos ver el capítulo correspondiente al dimorfismo sexual).(fig. 2,2).

Urópodos. Los urópodos constituyen el último par de apéndices del pleon. Están transformados como elementos coadyuvantes en la natación formando en conjunto un tipo de órgano de propulsión. Si bien responden al mismo plan morfológico de los pleópodos, el endopodito y exopodito tienen forma aplanada, como verdaderas paletas. Se inician con un protopodito de forma triangular, en el cual el coxopodito no

se halla bien diferenciada y queda cubierta por el telson. El basi-
podite tiene forma triangular, con su margen lateral recto, finali-
zando en un agudo diente que se proyecta sobre el exopodite. Además,
el borde exterior de este diente posee un número de 10 a 15 sedas
finas. El exopodite es muy depauperado y tiene forma de espátula, con
su margen superior recto y rígido el cual termina en dos espinitas. Ta-
da esta parte como el margen anterior están bordeados de muchas se-
das finas y de igual tamaño. El endopodite, que cubre parcialmente
el exopodite, tiene también la forma aproximada de espátula, es o-
voidal, con un extremo más largo que el otro. Con excepción de la
parte inicial, todo el borde posee una hilera de sedas, flexibles
y de igual tamaño.

Telson. Se considera como un elemento post segmental. Su aspecto ge-
neral es de un triángulo con bordes rectos y sin sedas, finalizando
en una punta triangular, con bordes provistos de cinco dientes fuer-
tes y numerosas sedas finas y largas. Sobre su superficie dorsal
se observan cuatro espinitas gruesas; además, dos mechones de peque-
ñas sedas se hallan cerca del borde distal y proximal en su superfi-
cie dorsal. El telson lleva el orificio anal, situado en la parte
inferior y anterior del mismo.

5. Desprendimiento y regeneración de apéndices

En los crustáceos decápodos es bastante corriente el fenó-
meno de desprendimiento de las patas locomotoras, cuando alguna de
ellas está dañada o el animal la abandona al sentirse sujetado y tra-
ta de huir. La separación del apéndice se puede producir mediante es-
tímulos reflejos o por acción externa. Estos casos, de acuerdo con
Bliss (1960), se pueden clasificar del modo siguiente:

- 1º Autotomía: Se refiere al desprendimiento de un apéndice mediante un reflejo, por un plano preformado de rotura.
- 2º Autospasia: Es la separación de un apéndice, en el plano se rotura existente, cuando el mismo es sacado por un agente externo, contra la resistencia del paso del animal o el esfuerzo de huida.
- 3º Autotilia: Es el desprendimiento de un apéndice, en un plano preformado de rotura, con la ayuda de piezas bucales, patas y pinzas del mismo animal.

De todas maneras es usual denominar autotomía, en sentido amplio, a todos los casos de desprendimiento de apéndices. Este fenómeno de desprendimiento de miembros, en cualquiera de los casos enunciados, tiene lugar por una región definida del mismo, denominada "plano preformado de rotura", "unión de rompimiento", etc. (Hiatt, 1948; Wood y Wood, 1932), y es un proceso mecánico que ocurre como consecuencia de la tensión aplicada en la inserción del músculo autotomizador del miembro, que mueve la sutura del plano de unión y lo suelta (Wood and Wood, 1932). Esta región de desprendimiento se encuentra en casi todos los crustáceos superiores en el basiposito o en el basiisquiopodito.

En el camarón Macrobrachium borellii hemos observado numerosos casos de desprendimientos de miembros por autospasia y es muy posible que también tenga lugar la separación de apéndices por autotilia. En cambio, resulta menos frecuente la autotomía en el sentido restringido, tal cual quedó definido más arriba.

En varias oportunidades al manipular animales en cautividad o al capturarlos en sus ambientes, se desprenden los pereópodos con facilidad. Este fenómeno ocurre en la región de rotura entre el coxopodito e isquiopodito, es decir, muy cerca de la iniciación del apéndice. El animal que pierde, por ejemplo un pereió-

podo, se comporta con la misma normalidad, come y dedica largo tiempo en limpiar su caparazón. Es bastante común ver los grandes machos que les falta alguno de los segundos pereiópodos que por ser de mayor tamaño, están expuestos a romperse con más facilidad.

Según experiencias realizadas con Palaeomon serratus (Hou-vel-van Rysselberge, 1937), cuando el segundo pereiópodo es amputado en el plano de rotura, este comienza a regenerarse inmediatamente a través de las sucesivas mudas y llega al tamaño normal en poco tiempo.

En nuestro samarón, hemos observado igual fenómeno de reposición inmediata de patas desprendidas. Después de cuatro o cinco mudas, en el verano, el animal vuelve a tener el miembro de casi igual tamaño que el perdido. Es común, por otra parte, hallar ejemplares con apéndices más cortos, que aún no han alcanzado el tamaño normal. La regeneración de apéndices parece ocurrir con mucha más efectividad en animales jóvenes y en pleno estado vital; en cambio, es difícil hallar animales adultos de cerca de dos años, especialmente machos viejos, que regeneren los miembros perdidos.

6. Branquias

Las branquias son elementos empleados en el intercambio gaseoso para la respiración. Están ubicadas a ambos lados del cefalopereion, en la estrecha abertura constituida por el branquiesteguito y la pleura, formando la denominada "cámara branquial". Según su morfología y posición en el cuerpo, las branquias reciben un nombre distintivo.

Las branquias propiamente dichas, es decir, las que cumplen una verdadera función respiratoria, son, en este crustáceo, de tipo laminar (pleurobranquias, astrobrenquias y podobrenquias). Consig

ten cada una de un eje principal del cual se desprenden estructuras secundarias laminares (fig. 3,11). Además, están las denominadas mastigobranquias o epipoditos, en forma de paleta, destinadas a activar la circulación del agua que baña las branquias y mantener la limpieza de las mismas.

Según la ubicación y estructura, las branquias en el camarón Macrobrachium borealli se pueden clasificar, como se detalla a continuación:

- 1º Pleurobranquias: Ubicadas en la región pleural del somito. Existen seis de cada lado del cefalopereion, comenzando desde el tercer maxilípodo.
- 2º Artrobranquias ; Ubicadas sobre la membrana precoxal de la articulación entre el apéndice y el somito. Una sola en el tercer maxilípodo.
- 3º Podobranquias Una sola a ambos lados del cefalopereion e insertada en el epápodito del segundo maxilípodo.
- 4º Mastigobranquias (epipodito): Existen tres en ambos costados del cuerpo, articuladas en el coxopodito correspondiente a cada uno de los maxilípedos

En el cuadro siguiente se da la fórmula branquial para esta especie:

Tipo de branquia	Maxilípedos			Pereiópodos				
	1	2	3	1	2	3	4	5
Pleurob.	-	-	1	1	1	1	1	1
Artrob.	-	-	1	-	-	-	-	-
Podobranq.	-	1	-	-	-	-	-	-
Mastigob.	1	1	1	-	-	-	-	-

Las branquias representan un importante elemento de la clasificación de los crustáceos decápodos, cuya variación numérica y posición en el cuerpo cambia entre los grandes grupos de este orden.

Por ejemplo, todas las especies de la subfamilia Palaemoninae, a la cual pertenece este camarón, poseen igual fórmula branquial, mientras que los Penaeidae el número de branquias cambia casi en todas las especies (Kubo, 1959; Boschi y Angelescu, 1962). Lamentablemente en el reconocimiento de la fórmula branquial se han cometido numerosos errores, principalmente por los primeros carcinólogos, debido muchas veces a que el pequeño tamaño de las branquias hacen difícil su localización y en algunos casos puede surgir inconvenientes para distinguir la posición entre pleurobranquia y arteobranquia, dado que es difícil comprobar exactamente si están insertadas en el somito o en la membrana precoxal.

7. Sistema nervioso

El sistema nervioso de Macrobrachium boreali responde a la disposición clásica de los decápodos. Con el gánglio subesofágico o cerebro se inicia la cadena nerviosa, de donde parten nervios hacia los ojos, sténulas, estatocistos, y antenas y algunas ramificaciones menores. Luego continúan los conectivos circunesofágico que se unen en el gánglio subesofágico. Una comisura une los conectivos a la altura del estómago. Le siguen a este una serie de ganglios apareados, de donde salen los nervios hacia las mandíbulas, maxilas, maxilulas, maxilípedos, pereiópodos y somitos respectivos. Finalmente, la cuerda de posición ventral, en el abdomen se hace más delgada, con pequeños abultamientos correspondientes a los seis gánglios de cada somito.

8. Glándula antenal

Está ubicada en el interior del coxopodite de la antena y su orificio de salida desemboca en el lado interno del mismo. En esa zona se observa una protuberancia característica donde está el

pore excretor (fig. 1,2). Interiormente ocupa todo el coxopodito que es de 1 a 1,5 mm de diámetro, de forma irregular y con un conducto que penetra en la protuberancia que lleva el pore de salida.

9. Aparato circulatorio

El aparato circulatorio de Macrobrachium borealli como en todos los Decápodos, es abierto y se compone de un corazón, pectén, arterias, venas y capilares. La circulación de la hemolinfa se produce por acción de movimientos del corazón, de los corazones accesorios y por el propio movimiento de los apéndices y del cuerpo. El corazón tiene dos pares de válvulas dorsales y un par ubicadas lateralmente; las pulsaciones del mismo son rapidísimas y mantienen la circulación continua de la hemolinfa.

De la parte posterior del corazón parten dos conductos principales, uno es la arteria abdominal dorsal que irriga los agmitos del pleon, los pleópodos 2º - 5º, urópodos y telson; la otra es la arteria esternal que se dirige hacia la parte ventral del pereion, pasando entre el 3º y 4º par de pereiópodos.

De la región anterior del corazón surgen tres arterias. La aorta o arteria central que se dirige hacia los ojos, anténulas y cerebro y las dos arterias laterales que se ramifican en conductos menores y llevan la hemolinfa a las antenas, glándulas digestivas, estómago, etc. Por último de las dos partes laterales del corazón parten las arterias hepáticas.

La arteria esternal anteriormente mencionada se divide en la parte ventral del cefalotorax en dos ramas. Una va hacia la región anterior irrigando las mandíbulas, maxilas y maxilípedos y pereiópodos, notándose claramente un par de arterias menores que se dirigen al resto de los apéndices del cefaloperion. La otra rama, que está dirigida hacia atrás, irriga la parte terminal del pereion y

aparentemente solo al primer somito abdominal.

10. Aparato digestivo

El conducto digestivo del camarón Macrobrachium borellii se inicia con la cavidad bucal que tiene ubicación ventral, constituida por las mandíbulas, maxilas, paragnata y el labrum; inmediatamente le sigue un corto esófago de posición casi ventral, desembocando en el estómago.

El estómago es de estructura sencilla, compuesto por la cámara cardíaca y la cámara pilórica; esta última tiene aspecto de bolsa, con las paredes blandas y provista de numerosas repliegues. No se observa en su interior ninguna estructura calcárea o quitinosa, consistente en placas, huesecillos y dientes, que constituyen el denominado dispositivo estomacal en los crustáceos Penaeidae (para más detalles sobre este tópico consultar a Kube, 1959n y Bogchi y Angelescu, 1962). La cámara cardíaca, en su pared anterior lleva algunos elementos de sostén levemente esclerosados y en la superficie ventral de la cámara pilórica existe un dispositivo en forma de triángulo, con los bordes también endurecidos, cubierta la superficie de sedas finas. La mencionada estructura está a su vez, rodeada por un pliegue que lleva un borde provisto de largas sedas (fig. 3, 10). Presumiblemente toda esta superficie vellosa debe tomar parte activa en el transporte al intestino de los alimentos desmenuzados.

A continuación del estómago, sigue el intestino que es de sección transversal pequeña y sin describir ninguna vuelta, recorre todo el cuerpo longitudinalmente. Poco antes de su finalización, en el somito sexto, existe un ensanchamiento que disminuye luego gradualmente. Esta última parte del intestino corresponde al rectum.

Por último, se puede mencionar como mayor glándula del aparato digestivo al divertículo digestivo, que ocupa una amplia región del pereion, es de forma triangular y se halla ubicado sobre el estómago pilórico a quien envuelve. Esta glándula comunica con el estómago en esa misma región.

11. Aparato reproductor.

El aparato reproductor en el camarón Macrobrachium borellii es sencillo. Consiste fundamentalmente en dos testículos en el macho y dos ovarios en la hembra, con los conductos de salida respectivos. En los representantes de la familia Palaemonidae a la que pertenece esta especie, no existe una transformación especial del endopodito del primer par de pleópodos del macho denominado petasma, como se encuentra en los penéidos, ni un verdadero thelycum con placas esternas modificadas (Young, 1959; Boschi y Angelescu, 1961). Tampoco se ha comprobado inversión del sexo como en otras especies de Caridea (Carlisle, 1959; Dohr, 1950).

Macho. Los testículos están ubicados en la región dorsal del pereion, formando un pequeño ovillo cada uno separadamente, que continúan con el conducto deferente hasta la parte final algo más ensanchado, que desemboca en las ampollas del coxopodito del quinto par de pereópodos, portadores del espermátforo (.fig. 3.9).

Anexo al testículo, conducto y ampolla terminal, existen algunas modificaciones del coxopodito del quinto par de pereópodos, que han sido descritas en el dimorfismo sexual y complementan en realidad el aparato reproductor. fig. 2.10-11)

Hembra. Los ovarios también ubicados en el dorso del pereion son perfectamente visibles en la época de madurez sexual, a través del capa-

razón en los ejemplares adultos. Durante el pleno estado de madurez los ovarios ocupan un gran sector del pereion que en algunos casos se extiende desde casi la base del rostro, sobre el estómago, apoyándose en el divertículo digestivo hasta la terminación del pereion, tocando el primer somito del pleon (fig.). En el ovario maduro se observa perfectamente ~~los~~ ~~óvulos~~ grandes, de color verde oscuro y en un número relativamente reducido en comparación con otras especies de Caridea. Cuando no existe actividad sexual, en los meses de invierno es decir, en el período de descanso, el ovario se reduce en tamaño y no es posible distinguirlo en ejemplares vivos a través del caparazón por transparencia. El oviducto que conduce los óvulos al exterior, es cilíndrico, con poro de salida situado en el coxopodito del tercer par de pereiópodos.

El aparato sexual de la hembra no posee ninguna estructura especial, si bien existen algunas modificaciones secundarias en otras partes del cuerpo, pertenecientes al aparato genital, pero que cumplen una importante función en la reproducción y han sido descritas como caracteres sexuales secundarios.

II. DIMORFISMO SEXUAL

En el camarón Macrobrachium borelli la mayor diferencia sexual se encuentra como en todos los animales dioicos en las gonadas. Tanto los testículos como los ovarios se distinguen perfectamente en los individuos adultos por su tamaño y forma. Las glándulas sexuales están ubicadas en la parte terminal y dorsal del pereion (fig. 3, 8-9). Especialmente los ovarios cuando se hallan en plena madurez son visibles por transparencia del caparazón, notándose una masa semicircular de color verde oscuro. Es interesante destacar que en esta especie no se han observado vasos de inversión de sexo o hermafroditismo proterándrico, como ocurre, por ejemplo, en algunas especies de Natantia, particularmente las de Pansaloidea, tales como Lymata seticulata (Dohr, 1950), Pandalus borealis, P. montagui y P. bonneri (Carlisle, 1959).

Los caracteres sexuales secundarios que externamente facilitan la distinción entre los sexos del camarón de agua dulce son los siguientes; algunos de carácter permanente y otros de aparición periódica, en relación con el ciclo sexual. Además debe tenerse en cuenta en este caso la diferenciación en el aumento del tamaño del cuerpo, en razón de que el macho alcanza en estado adulto, mayor longitud que la hembra.

1º Caracteres sexuales permanentes

1. Pieza suplementaria o appendix masculina en el endopodito del segundo par de pleópodos del macho.
2. Estructura de los coxopoditos del quinto par de pereópodos y disposición y tamaño de las placas esternales de los somitos 12 y 13.
3. Crecimiento diferencial del segundo par de pereópodos.
4. Diferencia en la forma y tamaño de las placas latero-tergal y desigualdad en el crecimiento de los precoxopoditos de los pleópodos 1 al 4.

Pieza suplementaria o appendix masculina en el endopodito del segundo par de pleópodos. Los endopoditos del segundo par de pleópodos en los machos llevan, además del appendix interna, una pieza de mayor tamaño denominada appendix masculina. Esta consiste de un segmento recto, ubicado en el margen externo del endopodito, al lado del appendix interna y tiene el doble de largo que este último; la mitad de su superficie sobre la parte externa se halla cubierta de sedas rígidas (fig. 2, 214).

Estructura de los coxopoditos del quinto par de pereópodos y tamaño de las placas esternalas de los somitos 12 - 13. En el lado interno del coxopodito del 5º par de pereópodos del macho se encuentra ubicado el orificio de desembocadura del aparato sexual y exteriormente se distinguen unas protuberancias que corresponden a las ampollas que alojan en su interior los espermátóforos. Las protuberancias son blandas y llevan una hendidura mediana de la cual se proyecta una prolongación en forma de lengua. Por otra parte se observa una mayor separación entre el quinto par de pereópodos de la hembra en comparación con los del macho, dejando la superficie de la placa esternal libre, precisamente para recibir el espermátóforo que la transfiere el macho durante la cópula. (fig. 2, 10-11)

Crecimiento diferencial del segundo par de pereópodos. Los ejemplares adultos presentan una gran diferencia en el tamaño y robustez del segundo par de pereópodos. En los machos estos apéndices alcanzan mayor desarrollo en comparación con los de las hembras y constituyen un elemento para distinguir los sexos mediante un simple examen externo. Las diferencias entre los siguientes valores dan una idea de la relación del largo del segundo pereópodo derecho y varias partes del cuerpo en algunos ejemplares adultos de ambos sexos.

Sexo	Largo total mm	Largo ce- falot. mm	Largo caparazón	Largo 2º pereiop.	Relación larg. cap./larg.pereip.
o	65,0	30,0	16,0	48,0	3,1
o	63,2	24,5	16,0	52,0	3,3
o	62,0	28,0	15,5	53,2	3,5
o	57,3	26,0	13,3	40,5	3,0

o ov.	55,5	23,0	12,2	28,0	2,3
o ov.	44,0	19,0	11,3	25,0	2,2
o ov.	41,0	16,7	10,0	22,0	2,2
o ov.	40,4	17,5	11,2	23,3	2,1

Como ejemplo ilustrativo se puede destacar que en animales de casi igual tamaño, un macho de 57,3 mm de largo y una hembra de 55,5 mm de largo, les corresponde un pereiópodo de 40,5 y 28,0 de largo respectivamente, diferencia marcadamente mayor que la existente entre el largo de los cuerpos. Además, el espesor de cada uno de los segmentos de la pata es casi tres veces superior en el macho que en la hembra. Estas diferencias en las dimensiones del apéndice se hacen más evidentes en los ejemplares de mayor edad (fig. 1, 14; 2, 12).

La desigualdad en el desarrollo de distintas partes del cuerpo entre machos y hembras es común en los crustáceos decápodos, manifestándose especialmente en el camarón, en el crecimiento alométrico del tamaño de los quelípedos.

Diferencia en la forma y tamaño de las placas latero-tergal y desigualdad en el crecimiento del precoxopodito de los pleópodos. Los somitos de los cuatro primeros segmentos del abdomen en la hembra tienen forma más cilíndrica, mientras que en el macho estos son de sección ovoidal. El menor espesor del abdomen va acompañado con un gran desarrollo de las placas latero-tergal que llegan a sobrepasar ampliamente el somito, siendo casi del mismo ancho que este. La superficie esternal del somito y las placas latero-tergal de gran tamaño y a-

biertas, constituyen la cámara destinada a alojar a los huevos durante el proceso de incubación (fig. 3,3). Simultáneamente con el desarrollo de las placas se observa también una diferenciación y aumento mayor de los precoxopoditos de los pleópodos

1 al 4, distinguiéndose en estos perfectamente los tres segmentos del protopodito (precoxopodito, coxopodito y basipodito). Considerado en su totalidad el apéndice es mucho más largo en la hembra que en el macho.

Las placas latero-tergal y el coxopodito del macho son siempre de tamaño menor; además los pleópodos se hallan ubicados más ventralmente y más juntos, no existiendo por lo tanto la "cámara incubadora" propia de las hembras.

2. Caracteres sexuales periódicos

Sollaud (1922) denomina "dimorfismo sexual periódico" a ciertos caracteres que aparecen durante la época de actividad sexual, es decir, de aparición periódica. Estos consisten en la presencia temporal de series de sedas ubicadas en los pleópodos de las hembras adultas destinadas a la fijación y mantenimiento de los huevos mientras se desarrolla la incubación. Todo este desarrollo produce en conjunto una delimitación más perfecta de la cámara incubadora constituida por las láminas latero-tergal de los primeros somitos del pleon.

En el camarón Macrobrachium borellii se observa perfectamente estos caracteres periódicos, en directa relación con el ciclo sexual. La hembra ovígera, o en la que se ha completado la muda del tegumento, previa al pasaje de los huevos a la cámara incubadora, tiene los pleópodos con una serie de sedas suplementarias que se enuen-

tran dispuestas en varias hileras en el basipodito y endopodito (fig. 2,8-9). Las mencionadas sedas se pueden agrupar de la forma siguiente:

- 1ª Una serie de sedas ovígeras, no pectinadas, de disposición más o menos rectilínea, denominadas "sedas basales anteriores internas" ubicadas sobre el borde interno del basipodito que se extiende hasta el margen externo del ~~appendix~~ ~~an-~~ ~~terna~~, especialmente en el 2º y 4º pleópodos (fig. 2,9B). Estas sedas, largas y sin velocidad, son las que sujetan a los huevos durante la incubación.
- 2ª Una hilera de sedas "basales anteriores externas", no ovígeras y pectinadas, que ocupan el margen externo del basipodito de los pleópodos 1º al 4º.
- 3ª Una serie de sedas "basales posteriores externas", entre las que hay pectinadas y lisas, ubicadas en la arista posterior externa del basipodito de los pleópodos 1º al 4º (fig. 2,8)
- 4ª Conjunto de sedas ovígeras de mayor tamaño, ubicadas en el endopodito reducido del primer pleópodo (fig. 2,8-9)

Como quedó expresado, las sedas que aparecen transitoriamente son de dos tipos: sedas plumosas, blandas y pectinadas, del mismo tipo de las que existen de un modo permanente en otras regiones del cuerpo y otras de mayor longitud, sin velocidad, que son las verdaderas sedas ovígeras y aparecen solo en la época de reproducción y tienen como función producir el cemento que sujeta los huevos. Según la opinión de Höglund (1943), las sedas no ovígeras mencionadas en primer término y que aparecen en los pleópodos en la época de reproducción, desempeñarían, de todos modos, una importante función en mantener la cámara incubadora protegida y cerrada y en la conducción de los huevos que emergen del oviducto y son dirigidos hacia los pleópodos.

Por el contrario, en el basipodito de los pleópodos del macho durante todo el año y de la hembra en la época sin actividad sexual, se observan sólo unas pocas sedas cortas y pectinadas, distribuidas en cada uno de los márgenes de ese segmento, como asimismo un número reducido sobre el endopodito.

El dimorfismo sexual periódico se produce en todos los crustáceos Natantia que transportan los huevos durante la incubación hasta la eclosión de las larvas. Se trata de los representantes de las secciones Caridea y Stenopodidea; en cambio, las especies de la sección Penaeidea que dejan los huevos libres, no presentan este tipo de dimorfismo secundario periódico.

III. BIOLOGIA

1. Crecimiento

El estudio del aumento del largo y peso de los crustáceos se enfrenta con la dificultad de que estos animales no tienen piezas calcificadas o endurecidas donde se produzcan marcas o anillos que permitan la determinación de períodos de crecimiento y establecer de esta manera la edad correspondiente.

Por tales circunstancias se debe recurrir a métodos directos, mediante la observación periódica del animal marcado y recapturado (Lindner y Anderson, 1956), o lo que es más frecuente, el estudio de animales mantenidos en cautividad (Burkenroad, 1951). En ambos casos debe tenerse en cuenta las perturbaciones en el crecimiento normal ocasionadas por tales procedimientos, es decir la presencia de marcas o la influencias de un ambiente artificial. También el estudio estadístico de las variaciones del largo de los individuos de una determinada población, a través de un amplio muestreo durante varios años, puede indicar acerca del ritmo de crecimiento, siempre y cuando no se produzcan cambios fundamentales en dicha población, cosa difícil de comprobar (Mistakidis, 1957). Este es el denominado método de Petersen (Parrish, 1956).

Por otra parte, el modo particular de crecimiento de los crustáceos que no es continuado y tiene lugar después de cada muda, brinda características especiales. Como hemos dicho, el cambio de tegumento se produce para permitir el aumento del tamaño del cuerpo o en cumplimiento del ciclo de reproducción. De todas maneras puede existir muda sin aumento de talla. Continuando una muda de crecimiento, el animal absorbe agua y adquiere mayor tamaño, inmediatamente después el nuevo tegumento se endurece. El aumento de tamaño

en la muda es meramente un incremento en agua, pero luego en el período de intermuda, es decir, en el período de nutrición intensa, el agua es reemplazada por tejidos. La cantidad de proteínas en el cuerpo aumenta en relación igual a la disminución de agua (Carlisle y Kwoles, 1959). Todo este proceso de muda que permite el crecimiento, está regido por un sistema endocrino.

En Macrobrachium borellii se observa la misma modalidad de crecimiento de otros decápodos de la familia *Palaemonidae*. El crecimiento está ligado fundamentalmente al ciclo sexual y a la longevidad de la especie, es decir, que cada individuo después de nacer en primavera o principios de verano, crece velozmente durante los meses cálidos de manera tal que alcanza la madurez sexual en la primavera siguiente.

En las especies que viven cerca de dos años como los *Penaeidae* de las regiones tropicales, el crecimiento es intensísimo, hecho comprobado por ejemplo en Panaeus setiferus, en el cual los estadios juveniles pueden aumentar en tamaño uno tres centímetros por mes o más. Es interesante observar que el aumento de peso se produce en algunas especies (Hymenopenaeus mülleri) con un ritmo mayor que el incremento en el largo, lo cual da a los individuos adultos mayor robustez (Angelescu y Boschi, 1959).

Individuos juveniles de Macrobrachium borellii de unos dos cm de largo total, mantenidos en acuarios durante los meses de la estación cálida, llegaron a más de cuatro centímetro de largo en unos 25 días, es decir, en ese período duplicaron la longitud. Después de este crecimiento intenso en los estadios juveniles, a medida que se acercan a adultos, el ritmo de crecimiento se hace más moderado, manifestándose mientras tanto los caracteres sexuales secundarios (ver dimorfismo sexual).

En relación con el crecimiento relativo de diferentes partes del cuerpo, se han realizado comparaciones entre el largo del caparazón torácico y el largo total del cefalopereion y del abdomen, empleando ejemplares de todas las clases disponibles. Las correlaciones obtenidas entre ambas variables son altas como se observa al examinar las curvas respectivas. Fig. 4.

El ritmo de crecimiento de los crustáceos cambia ampliamente en distintos períodos de la vida. Las mayores transformaciones ocurren durante la metamorfosis. En algunas especies como en los de Penaeidae, las larvas nacen en un estadio rudimentario denominado nauplius y ocurren luego cinco grandes cambios estructurales y muchos otros intermedios, los que suman en total de 15 a 20 mudas, para llegar a tener las características morfológicas específicas. En cambio, entre los Palaemonidae existe un acortamiento de la metamorfosis. Por lo general nacen como una zoea (Boschi, 1961) aunque en algunos casos puede presentarse el ciclo larval más abreviado. Así es el caso de M. borellii que nace en el estadio de postlarva (Boschi, op cit). Una vez adquirida la forma definitiva, el crecimiento se produce con mayor intensidad incluyendo todo el período juvenil. Cuando el animal llega a adulto el crecimiento es más lento. Además, tanto el período invernal, como el de incubación de los huevos, retardan o paralizan el crecimiento. Durante los meses invernales permanece casi inactivo, de manera tal que pueden pasar varios meses que no se produce ninguna muda y la nutrición también es muy reducida.

Por otra parte, en muchos crustáceos decápodos el crecimiento no tiene igual ritmo entre todas las partes del cuerpo y en consecuencia se producen casos de crecimiento alométrico. De acuerdo con los conceptos de Tessier (1960) se trata de un crecimiento

Cuadro Nº 1

Distribución de las frecuencias absolutas (f) y porcentuales (f%) según clases del largo del caparazón cefalotorácico, correspondiente a un lote de 319 camarones, obtenidos en Buenos Aires el 25 de mayo de 1957.

Límite de clase en mm	♂♂'		♀♀		♂♂		♀♀	
	f	f%	f	f%	f	f%	f	f%
3,5-4,4	3	2,0	4	2,3	7	2,2		
4,5-5,4	16	10,8	13	7,5	29	9,1		
5,5-6,4	27	18,4	22	12,8	49	15,7		
6,5-7,4	26	17,7	28	16,3	54	17,0		
7,5-8,4	29	19,7	40	23,3	69	21,6		
8,5-9,4	21	14,3	33	19,2	54	17,0		
9,5-10,4	10	6,9	10	5,8	20	6,3		
10,5-11,4	3	2,1	12	7,0	15	4,7		
11,5-11,4	6	4,0	6	3,5	12	3,8		
12,5-13,4	4	2,7	3	1,7	7	2,2		
13,5-14,7	2	1,4	1	0,6	3	0,9		
Totales	147	100,0	172	100,0	319	100,0		

mayor o menor de un órgano en relación con el resto del cuerpo. Ejemplos clásicos son la desigualdad en el tamaño de los quelípedos de los cangrejos del género Uca y también es frecuente observar lo mismo en el cangrejo de las piedras, Platyzanthus cremlatus, del litoral marítimo argentino, en el cual los miembros regenerados tienen menos tamaño.

El análisis del largo del caparazón torácico de un lote de 319 ejemplares (cuadro Nº 1) demuestra a los machos con valor medio de 7,4 mm que es mayor al de las hembras, a las cuales les correspondió un promedio de 6,4 mm; la diferencia de largo del cuerpo se manifiesta con más evidencia en los individuos adultos. Los ejemplares de mayor tamaño, que se destacan por el gran desarrollo del segundo par de pereopodos, corresponden a machos. En el cuadro pag. 27 se dan algunas medidas entre distintas partes del cuerpo de ejemplares adultos de ambos sexos, con la finalidad de realizar las comparaciones respectivas.

2. Mudas.

La muda en los crustáceos decápodos está relacionada fundamentalmente con el crecimiento y el ciclo sexual. Es conveniente consignar que el término "muda" puede ser utilizado con diferentes sentidos y extensión, según el criterio de los investigadores. De acuerdo con Carlisle (1957) y Carlisle y Knowles (1959) se da a continuación la nomenclatura para las diferentes etapas del cambio de tegumento en los crustáceos decápodos.

Procedisis o pre muda: Período de preparación para la muda; el calcio es eliminado del tegumento y acompañado, por lo general, de un aumento del nivel del mismo en la sangre.

Mesis, MUDA o exuviación: es un período muy corto y preciso, el cual el animal abandona el caparazón viejo.

Metecidisis o post muda: Es el lapso en el cual el tegumento todavía está parcialmente blando, pero rápidamente se endurece y el animal vuelve a las condiciones fisiológicas normales; aun se mantiene sin comer.

Intermuda: Es el estado de normalidad, donde las condiciones fisiológicas vuelven a su ritmo habitual. El caparazón está endurecido, el animal come, el nivel de calcio en la sangre es bajo y la calcificación del tegumento es máxima. Este período puede ser de dos tipos:

Anageia: Un lapso largo, entre la finalización de la metecdésis y el comienzo de la siguiente proecdésis (Esto ocurre en crustáceos que mudan solo en cada estación).

Dicageia: Es un período corto entre el fin de una metecdésis y el comienzo de la proecdésis (Esto ocurre en crustáceos que mudan todo el año).

En los ejemplares hembras del camarón Macrobrachium borelli se observa, vinculado con la reproducción, dos cambios de tegumento. Uno antes de la incubación de los huevos y otro después del nacimiento de las larvas. Todo este proceso está controlado por las hormonas del complejo de la glándula del seno y órgano X que se halla ubicado en el pedúnculo ocular de los ojos.

La muda antes de la incubación de los huevos. Cuando el ovario se halla en plena madurez, la hembra renueva su tegumento (ecdésis). El cambio se lleva a cabo, en pocos instantes, por una escisión dorsal entre el pleon y el pereon y mediante movimientos violentos, contorciones y vuelcos, se desprende del caparazón viejo. El animal algo endeble y con dificultades para mantenerse en sus patas debido a la falta de endurecimiento del tegumento, que se calcifica rápidamente. Esta última parte del proceso corresponde a la metecdésis. Después de esta muda aparecen los caracteres sexuales periódicos que están regidos por las secreciones del ovario. Los pleópodos de uno al cuarto par llevan sedas más grandes y en mayor número que lo normal, para sujetar a los huevos durante la incubación.

La muda después de la incubación. Transcurrido unos cincuenta días después de la incubación de los huevos y nacimiento de las larvas

la hembra adulta muda nuevamente, por lo general, dentro de los cuatro o cinco días siguientes. Si esta muda corresponde a la primera reproducción del ciclo sexual, continuará una segunda puesta. En este caso el ovario estará desarrollado y listo para proveer otra camada de huevos. También las sedas ovígeras se mantendrán en los pleópodos. Si en cambio pertenece a la segunda y última puesta del año, la hembra no tendrá el ovario maduro y al cambiar el tegumento se perderán las sedas ovígeras de los pleópodos.

Mudas de crecimiento. Estas se producen normalmente a todo el año, tanto en hembras como en machos, particularmente en juveniles cuyo crecimiento es más rápido que el de los adultos y por lo tanto necesitan cambiar el tegumento más frecuentemente. Estas exuviaciones son más comunes durante los meses cálidos.

Tanto el período entre las mudas de reproducción, como los intervalos que existen entre otras mudas normales de crecimiento durante el transcurso de la vida del animal, corresponde al denominado período de intermuda. Cabe decir finalmente que existen mudas sin crecimiento.

3. Ciclo sexual

Época de Reproducción. A mediados del mes de septiembre en las lagunas, estanques y depósitos de aguas artificiales, existentes en Buenos Aires, pobladas por este camarón, se observan los primeros síntomas de la actividad sexual por el comienzo del desarrollo del ovario en las hembras adultas. Desde este momento la glándula aumenta de volumen, tomando un color oscuro, perfectamente visible gracias a la transparencia del caparazón del pereión. Asimismo de acuerdo con las observaciones realizadas en individuos mantenidos en acuarios, se puede notar una mayor agresividad de los machos que andan en busca de las hembras, produciéndose leves combates entre ellos. En algunas oportunidades, los machos más viejos mantienen y tratan de proteger a las hembras con sus grandes pereópodos, como bien lo ha destacado Bachmann (1953).

Después del período de desarrollo del ovario y previa copulación, las hembras pasan los huevos a la cámara incubadora constituida por los pleópodos y las pleuras de los primeros somitos abdominales, manteniéndose hasta la eclosión de las larvas. Este hecho se produce casi simultáneamente en todas las hembras adultas de un mismo ambiente, repitiéndose dos veces la puesta de huevos en cada año, que corresponde en Buenos Aires a los meses de primavera y comienzo del verano (setiembre hasta mediados de enero). De tal manera que el ciclo sexual del camarón Macrobrachium borellii se puede esquematizar del modo siguiente:

Maduración de las gonadas---- Muda---- Cópula---- Transporte
de los huevos a los pleópodos---- Incubación---- Nacimiento
de las larvas---- Muda----

Maduración de las gonadas y apareamiento. Cuando el ovario llega a su plena madurez, que se observa, como quedó dicho, por su mayor volumen y su color verde oscuro, la hembra muda. En los machos adultos no se observan diferencias fundamentales en la morfología de los testículos a través del año. En ningún caso se ha observado que tenga lugar la fecundación sin antes haber mudado la hembra. La transferencia de un espermátóforo por parte del macho a la hembra, portador de los espermatozoides que fecundarán los óvulos, determina que la muda se lleva a cabo anteriormente a la cópula. Esta condición hace presumir que la hembra estimule al macho de alguna forma a que este pueda reconocer cuando la hembra mudó. El reconocimiento sexual se realiza mediante el tácto (Childster, 1911) o mediante el olfato (Nedler, 1931); es muy posible que la hembra, después de la muda, exude alguna sustancia atractiva para el macho, que precipite el apareamiento. De acuerdo con Carlisle y Knowles (1959) y los hechos observados personalmente se comprueba una excitación particular del macho cerca

de una hembra que ha mudado. Según estos autores nada se conoce acerca de la producción de la sustancia atractiva producida por la hembra, que denominan feromona, aunque es presumible que esté vinculado con todo el proceso endocrino que rige la madurez sexual y la muda.

La hembra de Macrobrachium borellii después de la muda o metecdisis llevaba cabo la cópula, este período corresponde al de endurecimiento del caparazón. Según varias observaciones realizadas en acuario, la cópula ocurre entre treinta y sesenta minutos después del cambio de tegumento. La hembra se dirige a un macho o es esperada por ésta. En un caso de mantenimiento de una pareja en un mismo acuario dividido por una reja se observó que la hembra que había mudado, trataba de aproximarse al macho acercándose a la reja divisoria. El macho tenso, se mostraba excitadísimo, manteniéndose en el mismo lugar, agitando las anténulas, extendiendo el abdomen y dando un ritmo suave de movimiento a los pleópodos. Al sacar la división, la hembra se aproximó al macho agachada y cuando estuvo cerca del macho se dió vuelta, quedando el dorso hacia abajo, abrazándose al macho, instante que se realizó la cópula dos veces, demorando cinco segundos cada vez, hasta que la hembra con un movimiento fuerte del abdomen se retiró del lugar. En otros casos, el macho se acercó a la hembra y la copulación se realizó también muy rápidamente, con los cuerpos estrechamente cruzados. La existencia de alguna sustancia estimulante o atractiva, por parte de la hembra, en el momento antes del acoplamiento parece evidente. En una oportunidad se halló una hembra mantenida sola en un acuario que había mudado pocas horas antes. Inmediatamente fue colocado un macho en el mismo recipiente, el cual enseguida se apareó a la hembra, a pesar de las perturbaciones que lógicamente se le ocasionó al ser transferido de un recipiente a otro.

Lo mismo se ha podido observar en individuos que copulaban en el recipiente que eran transportados desde el lugar de captura, a pesar de las condiciones anormales en que se hallaban.

Incubación de los huevos. Transportados los huevos a la cámara incubadora, quedan fijados mediante una sustancia adhesiva a las sedas ovígeras de los pleópodos, unidos entre sí, formando de esta manera un ramillete. El procedimiento de conducción de los huevos a los pleópodos es aun un poco oscuro, pero posiblemente la hembra se auxilie con el primer par de pleópodos, el primer par de pereópodos quelados y el tercer par de maxilípedos. Las sedas que sujetan los huevos son solamente las denominadas sedas ovígeras. La incubación de los huevos demanda en ambientes con agua a una temperatura de 20-25° C unos 49-50 días. Los huevos apenas salidos del ovario son opacos, de tonalidad pardo oscuro, con un tamaño medio de 1,5 mm, luego a medida que se produce el desarrollo del embrión se hacen más transparentes, pudiéndose distinguir las estructuras internas.

La acomodación de los huevos, como la limpieza de los mismos, se lleva a cabo por la hembra utilizando el tercer par de maxilípedos y el primer par de pereópodos. Durante todo el tiempo de incubación, la hembra ovígera agita constantemente los pleópodos para mantener una continua renovación del agua que baña los huevos.

En los casos normales que se produce el apareamiento y luego la conducción de los huevos a la cámara incubadora, se observa que los huevos se hallan fuertemente sujetos a los pleópodos y que se producen cambios internos propios de desarrollo de los mismos. Por el contrario si se mantiene una hembra sexualmente madura aislada y evitando la fecundación, transporta igualmente los huevos a la cámara incubadora, pero en este caso los huevos no quedan sujetos a los pleópodos o se desprenden fácilmente en los días sucesivos, he-

cho comprobado por Vernet-Cornubert (1958) en la especie Pisa tetradon del Mediterraneo. Al no desarrollarse los huevos estos toman un color amarillo y en muchos casos son comidos por la misma hembra.

Es muy probable que el mecanismo de sujeción de los huevos mediante una sustancia adherente, producida por las glándulas cementarias de los pleópodos, está relacionado también con el proceso endócrino de la maduración del ovario e incubación de los huevos. Se ha observado un caso interesante en el que una hembra puso los huevos a la cámara incubadora, pero como no estaban adheridos a la sedas ovígeras, al mover el animal los pleópodos, estos se desprendieron instantáneamente, cayendo todos de la cámara incubadora. El ejemplar fue inmediatamente examinado y se halló en el thelycum el espermátforo con los espermatozoides; por lo tanto pareciera que la falta de secreción de las glándulas cementaria no permitió la sujeción de los huevos a los pleópodos.

Nacimiento de las larvas. Transcurrido el período de incubación de los huevos (de 49-50 días), comienza la eclosión de las larvas, demandando por lo general unas 20 - 24 horas de tiempo en su totalidad en ambientes de temperaturas entre 20 - 25° C. Las larvas nacen en un estadio de la metamorfosis muy adelantado, correspondiendo al denominado de postlarva (Boschi, 1961), aunque mantiene algunos caracteres más primitivos, como el telson y los urópodos unidos, y los ojos sésiles (ver estadios larvales). Una vez producida la eclosión de las larvas, en los pleópodos de la hembra queda sujeta la película de cubierta del huevo, partida por la salida de la larva.

Las larvas inmediatamente después del nacimiento se mantienen nadando con el cuerpo en posición oblicua y con la cabeza hacia abajo. Luego de las primeras horas, quedan casi permanentemente sujetas a plantas y objetos sumergidos en el agua. Se puede

afirmar que las larvas de esta especie de camarón, en las condiciones ambientales mencionadas, no son plantónicas, aunque pueden flotar en el agua libre por algunos minutos.

4. Estadios larvales.

Para realizar el estudio de las larvas de Macrobrachium borelli se mantuvieron en cautividad hembras ovígeras capturadas en los ambientes naturales hasta la eclosión de las larvas.

Las larvas fueron mantenidas en tubos individuales de 40 cc de capacidad, alimentándolas con nauplii de Artemia salina. Diariamente se observaron los tubos para verificar las mudas. Cada estadio fué estudiado y dibujado, en vivo y con material fijado con formalina al 4%.

De las larvas así estudiadas se han descrito seis estadios. Las variaciones morfológicas principales se han producido en los ojos, apéndices, telson y la pigmentación.

De acuerdo con las observaciones realizadas, parece existir algunos cambios en el desarrollo, velocidad de crecimiento y morfología de los estadios larvales entre los animales mantenidos en cautividad y los de los ambientes naturales. Debido a este hecho es posible que no exista una concordancia morfológica total para un mismo estadio si se tiene en cuenta las características del ambiente, natural o artificial, en el cual se ha producido el desarrollo de la larva.

Las muda de las larvas en cautividad ocurre cada dos o tres días y con ello surgen los cambios morfológicos que distinguen los estadios entre sí. Las principales características de cada uno se describen a continuación.

Primera postlarva. Los individuos de esta especie de camarón nacen, en las condiciones detacadas anteriormente, como una postlarva. Este

~~características de esta postlarva.~~

estadio fue descrito por Sallaud (1923) y Boschi (1960). Los elementos más importantes en la caracterización morfológica de la larva son los siguientes: Caparazón con rostro inerme; ojos sésiles; una espina antenal y una espina branquiostegal bien desarrolladas en el borde anterior del caparazón; los apéndices del cefalopereion formados, aunque no con estructura bien definida; mandíbula sin palpo; pereópodos sin exopodito, quela del primero y segundo pereópodo rudimentarias; cinco pleurebranquias a cada lado del pereion; pleópodos formados, con appendix interna en los endopoditos del 2 al 5º; urópodos y telson fusionados, constituyendo un apéndice ancho y aplanado, con catorce sedas largas y plumosas. Tanto el cefalopereion, pleon y apéndices llevan numerosas cromatóforos rojos y amarillos. Largo de la larva 4 mm.

Segunda postlarva. Los ojos después de la primera muda son móviles, con pedúnculos. Rostro sin dientes; caparazón cefalotorácico con una pequeña espina supraorbital de cada lado del rostro. Una espina antenal y otra branquiostegal. Apéndices más perfectamente formados; mandíbulas sin palpo; quelas grandes y definidas; polópodos bien definidos. Urópodos todavía unidos al telson. Dos días de vida. Largo 4,5 mm.

Tercera postlarva. Rostro con dos espinas en el borde superior. Urópodos birramosos, los exopoditos mejor desarrollados con sedas en sus bordes internos; endopodito aun no bien formado. Telson estrechándose, con catorce sedas en su borde posterior. Cuatro días de vida; largo 4,7 mm.

Cuarta postlarva. Rostro con dientes en su borde superior y uno pequeño en el margen inferior. Espinas antenal y branquiostegal grandes; mandíbula sin palpo. Exopoditos de los urópodos son la misma

forma de los adultos, con sedas en los bordes posterior e interno. Endopodite no totalmente desarrollado y con algunas sedas. Telson con 10 sedas finales y dos espinas en cada costado. Seis días de vida. Largo 5,2 mm.

Quinta postlarva. Rostro con cinco a seis dientes en el margen superior. Apéndices totalmente desarrollados; exopoditos y endopoditos de los urópodos bien desarrollados con sedas sobre sus bordes. Telson todavía más ancho que en los adultos, con ocho sedas en su borde posterior y dos pares de espinas laterales. Nueve días de vida. Largo 5,7 mm.

Sexta postlarva. Rostro con cinco dientes en el borde superior, uno o dos dientes en el inferior. Apéndices de forma definitiva. Anténulas con los tres filamentos definidos. Mandíbula sin palpo; espina antenal presente; espina branquiostegal separándose del borde para tomar posición de espina hepática como en los adultos. Exopoditos y endopoditos de los urópodos con forma definitiva. Telson angostándose con cuatro espinas todavía en posición lateral y en su borde posterior con dos sedas mayores y ocho menores. Múltiples cromatóforos sobre el cuerpo y apéndices. Doce días de vida. Largo 6,0 mm.

Hasta el sexto estadio descrito no aparece el palpo mandibular que recién se esboza en individuos de 26 a 28 días de vida. En el mismo plazo, la espina branquiostegal toma posición de espina hepática.

En toda la metamorfosis los cambios fundamentales que permiten diferenciar los distintos estadios entre sí, son los siguientes:

Primer estadio: Ojos sésiles; telson y urópodos unidos,

Segundo estadio: Ojos pedunculados.

Tercer estadio: Telson diferenciado y urópodos birramosos

Luego siguen otros estadios con modificaciones menores, salvo las que ocurren en las mandíbulas (aparición del palpo) y las variaciones en la ubicación de una de las espinas del caparazón (espinas hepáticas).

El cambio de ubicación de la espina branquiostegal por espina de posición hepática y la aparición del ^{palpo}mandibular recién después de casi un mes de vida son hechos interesantes, dado que ponen en evidencia en las larvas cambios morfológicos de valor genérico. Tanto la espina branquiostegal como la ausencia del palpo de la mandíbula son características del género Palaemonetes de la misma subfamilia Palaemoninae.

Estos cambios permiten hacer algunas disquisiciones de orden filogenético y evolutivo de la especie considerada. Evidentemente no es muy atinado sacar conclusiones definitivas de hechos de interpretación dual, de todos modos este es un elemento más que respalda el criterio de que Macrobrachium es un género nuevo en sentido geológico, con mayor adaptación, penetración y distribución en las aguas dulces, cuya descendencia surgiría de especies de menor raigambre a los ambientes dulceacuicolas.

5. Ecología y comportamiento en cautividad.

El camarón Macrobrachium borellii es un palomudo de agua dulce, que habita ambientes lóticos y lénticos, especialmente estos últimos o remansos y zonas de aguas con poca circulación, pero siempre muy aireadas y con abundante vegetación acuática.

En algunos ambientes llega a ser abundante, aunque no en

la proporción de otro camarón muy frecuente en las lagunas y remansos de la Provincia de Buenos Aires Palaeomonetes argentinus. En algunos casos convive con esta última especie, aunque frecuentemente se sustituyen.

Las áreas de distribución del camarón de agua dulce se halla circunscripta en la República Argentina al sistema hidrográfico del Río de la Plata, por lo tanto las aguas son típicamente arcillosas y turbias.

En los alrededores de Buenos Aires es muy abundante, aun en lagos y tanques artificiales de parques y jardines públicos. Los ambientes son comunmente de fondo de fango, aguas poco transparentes, con plantas acuáticas, como Elodea densa, Nixionhyllum spp., Sagittariophyllum demersum, etc.

En general suelen permanecer sujetos a las plantas acuáticas largo tiempo, limpiándose cuidadosamente el cuerpo con los miembros quelados y el último par de pereópodos que lleva un mechoncito de sedas en el dactilopodito.

Este camarón se desplaza caminando sobre el fondo o trepando a la vegetación acuática. Nada poco, lentamente y con dificultad, propulsándose con los pleópodos; no le es posible mantenerse flotando en el agua muchos minutos y sus hábitos son francamente bentónicos. Al nadar los machos extienden todos los pereópodos hacia adelante, inclusive el segundo par de gran tamaño. Esta forma de nadar no es precisamente la característica de los crustáceos típicamente nadadores como los peces, que mantienen los pleópodos replegados debajo del pereion. Tampoco posee costumbre de enterrarse en el sustrato blando (fango -arenoso) en las horas de luz solar.

La alimentación consiste de pequeños animalitos, como veg

mes, larvas acuáticas de insectos y en general todo el detrito animal y vegetal (régimen de alimentación omnívoro). Buscan continuamente restos de organismos muertos, ayudándose con los pereopodos quelados, entre el detrito del fondo, llevando continuamente las partículas a la cavidad bucal. En cautividad se lo puede mantener perfectamente con carne vacuna, oligoquetos, etc. Durante los meses fríos, con temperaturas de 5 a 10 °C o menos, se alimentan poco y permanece inactivo. Cuando la temperatura se eleva de 15° C hasta 25°C, desarrolla mayor actividad.

Los ambientes habitados por esta especie son típicamente de agua dulce y como bien lo ha expresado Ringuelet (1949), no existe ningún dato que haga presumir que esta especie se extienda a ambientes de agua salobres y menos marinas. En general, las especies de este género habitan aguas dulces, pero existen algunas que llegan por los ríos a los estuarios y litoral marino, especialmente en la época de eclosión de las larvas. La falta de eurihalinidad de M. borelli lo limita a poblar toda la extensión del río de la Plata, en las regiones donde no se percibe la influencia del mar. Asimismo la fauna de varias lagunas de la Provincia de Buenos Aires de aguas salobres, como laguna del Monte, El Haseomus, Mar Chiquita, etc, no poseen esta especie.

La fauna acompañante principal del camarón en los ambientes mencionados está constituida por especies de peces, particularmente de los géneros Cheirodon, Astyanax, Plecostomus, Loricaria, Corydoras, Geophagus, Ciclasoma. Las especies más frecuentes son Jenynsia lineata, Cnesterodon decemmaculatus, crustáceos del género Aegla y Trichodactylus, caracoles Ampullaria, Tropicorbis y Littoridina, etc

IV. FILOGENIA

1. Etología.

La supersección Natantia está formada por tres secciones: Penaeidea, Stenopodidea y Caridea. Entre estos tres grandes grupos es posible realizar una serie de comparaciones morfológicas que suministran valiosos elementos para delinear el grado de evolución filogenética de las especies de cada uno.

Las relaciones en este sentido son susceptibles de ser realizadas desde varios puntos de vista y auxiliándose para ello con los caracteres anatómicos, modalidad de reproducción y estadios larvales.

Es evidente que el grado de desarrollo de las larvas, la metamorfosis de las mismas y características en la incubación de los huevos son datos de mucha utilidad. Los Caridea nacen por lo general como una gona típica, es decir, que no existen los estadios más primitivos de nauplius y protozooa como en los Penaeidae. En muchos Caridea la abreviación de la metamorfosis es aun mayor, naciendo en estadios más evolucionados como postlarva, tal es el caso de Macrobrachium borealli. Además, como atributo de toda la sección los huevos son mantenidos entre los pleópodos, en la cámara incubadora del abdomen de la hembra y nunca quedan liberados en el agua inmediatamente de ser expulsados del ovario. Esto es sin duda un carácter de especialización, que deja notar un grado de mayor evolución. El transporte de los huevos por la hembra es también constante en todos los Brachyura (cangrejos) que inquestionablemente se presentan en un estado más adelantado que los Natantia en su posición filogenética.

Todos los caracteres de la Caridea los muestra como un

grupo más reciente y especializado de los Natantia, cuyos restos fósiles fueron hallados en el período Jurásico del Mesozoico. Glaesner (1960) en su nueva clasificación separa netamente a este grupo de los Penaeidea y Stenopodidea, colocándo a los Caridea en un suborden distinto (Heterochelida) y a aquellos en el suborden Triche-
lida.

2. Relaciones filogenéticas.

Otro aspecto interesante es estudiar la posición del género Macrobrachium dentro de los Caridea y la distribución de las especies de este género. En primer lugar se puede destacar que Macrobrachium es típicamente de agua dulce, con algun grado de eurihalinidad en ciertas especies, como por ejemplo en las de las costas del sur de Estados Unidos de América (Macrobrachium ohione, M. olfersi, M. carcinus, M. acanthurus) y Brasil (Macrobrachium
La especie Macrobrachium borellii de nuestro país no presenta ninguna afinidad por el medio marino y muestra un grado de adaptación total al agua dulce. Todo el ciclo vital, tanto la eclosión de las larvas y crecimiento de los juveniles se producen en medios de lecaucofólicas. Este hace suponer una mayor adaptación a ese ambiente en comparación con las especies anteriormente mencionadas, lo cual se manifiesta también por la abreviación de los estadios larvales.

En cuanto a su posición filogenética y las líneas evolutivas de este género, parece probable que sea este camarón una especie relativamente nueva dentro de la subfamilia Palaemoninae, cuyos antecesores estarían representados en géneros afines como Palaemonetes. La aparición tardía del palpo mandibular, que ocurre al final de la metamorfosis y el cambio de ubicación de las espinas del caparazón, características del género Palaemonetes, nos muestra rasgos ancestrales en los estadios larvales y nos puede aclarar vías de evolución de los palemoníidos cuando se comparan los géneros y especies entre sí.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

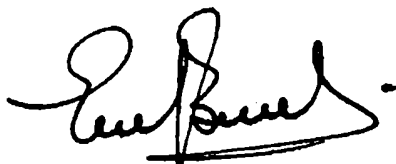
- Allen, J.A. 1960
On the biology of Cranzon almani kinahan in northumberland waters. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 39:481-508.
- Angelescu V. y Boschi E.E. 1959
Estudio biológico pesquero del langostino del Mar del Plata en conexión con la operación nivel medio. Serv. Hidrog. Naval, publ. H. 1013, 135 pp.
- Bliss, D.E. 1960
Autotomy and regeneration en: The Physiology of Crustacea, I:561-589. Academic Press, New York.
- Boschi, E.E. 1961
Sobre el primer estadio larval de dos especies de camarones de agua dulce. Actas y trabajos del primer Congr. Sud. de Zoolog., La Plata. pp 69-77.
- Boschi, E.E. y Angelescu, V. 1962
Descripción de la Morfología externa e interna del langostín con algunas aplicaciones de óndole taxonómica y biológica. Inst. de Biol. Marina, Mar del Plata, 1:1-73.
- Broad, A.C. 1957
The relationship between diet and larvae development of Palaemonetes, Bio. Bull. 112(2):162-170.
- - 1957
Larval development of Palaemonetes pugio Holthuis. Biol. Bull. 112(2):144-161.
- Burkenroad, M.D. 1947
Reproductive activities of decapod crustacea. Am. Nat. 81: 392-398.
- - 1951
Measurement of the natural growth rates of decapod crustaceans. Proc. Gulf. & Caribb. Fisf. Inst. 3rd. ann. sess. Univer. of Miami. Marine Lab. 25-26.
- Carlisle, D.B. 1957
On the hormonal inhibition of moulting in decapod crustacea, II. the terminal anecdyasis in crabs. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 36:291-307.
- - 1959
On the sexual biology of Pandalus borealis (Crustacea, Decapoda), II. The termination of the male phase. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 38:481-491.
- - 1959
On the sexual biology of Pandalus borealis (Crustacea, Decapoda) III. The initiation of the female phase. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 38:493-506

- Cole, H.A. 1958
Notes on the biology of the common prawn Palaeomon serratus (Fennant) Fish, Invest. II, 22(5):1-22.
- Danell, R.M. 1956
Analysis of a population of the tropical freshwater shrimp, Atya scabra (leach). Am. Midland Nat. 55(1):131-138.
- Dennel, R. 1960
Integument and exoskeleton en: The Physiology of Crustacea, Academic Press, 1:449-472.
- Dobkin, Sheldon, 1961
Early developmental stages of pink shrimp, Penaeus duorarum, from Florida waters. U.S. Depart. Int. Fish. Bull. 190(61): 321-340.
- Dehrn, P.F.R. 1950
Studi sulla Lyasmata reticulata Risse (Hypolitidae), Publ. Staz. Zoolg. Napoli, 22(3):257-272.
- Fesquet, A.E.J. 1933
Anotaciones para una monografia sobre el langostino (Pleoticus milleri Bate) Buenos Aires, Ed. Kapelus Pp.1-36.
- - 1941a
Descripción del mecanismo articular de los pedúnculos oculares de Artemesia longinaris Bate y de Hymenopaeus milleri Bate) Rev. Holmbergia 3(6):64-67
- - 1941b
Estudio de la morfología externa del camarón de rostro largo (Artemesia longinaris) An. Soc. Cient. Argent. Bs. Aires, 131:60-95.
- Green, J. 1961
A biology of crustacea, Witterby ltd. London, 180 pp.
- Gurney, R. 1942
Larvae of Decapod Crustacea. The Ray Society 8:1-306.
- Hansen, H.J. 1925
Studies on Arthropoda II. on the comparative morphology of the appendages in the arthropoda. A. Crustacea, Copenhagen 176 pp.
- - 1930
Studies on Arthropoda. II on the comparative morphology of the appendages in the arthropoda. B. Crustacea (suplement). Insect, Myriapoda and arachnida, 376 pp. Copenhagen.
- Hedpeth, J.W. 1949
The north american species of Macrobrachium. The Texas Jour. of Sc. 1(3):28-38.
- Hiatt, R.W. 1948
The biology of the lined shore crab Pachygrapsus grassipes


- Höglund, H. 1943
On the biology and larval development of the Leander squilla (L.) forma typica de Man. Sven. Hydro. Biol. Komm. Skr. Ser. Biol. 2(6).
- Holthuis, L.B. 1952
A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae. Allan Hancock Found. Publ. Los Angeles, 12:1-396.
- - 1955
The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (class Crustacea, order Decapoda, supersection Natantia) with keys for their determination. Zool. Verh. 26:1-157.
- - 1959
The crustacea Decapoda of Suriname (Dutch Guiana) Zool. Verh. 44:1-296.
- Lloyd, A.J. and Yonge, C.M. 1940
Correlation between egg-carrying setae and cement glands in decapod crustacea. Nature 146:334.
- - 1947
The biology of Crangon vulgaris L. in the Bristol channel and estuary. Jour. Mar. Biol. Ass. 24:629.
- Mistakidis, M.N. 1957
The biology of Pandalus montagui. Fish. Invest. II. 21(4): 1-52.
- Nouvel-van Bysselberge, L. 1937
Contribution a l'étude de la mue de la croissance et la régénération chez les crustacés natantia. Rec. inst. zool. tortey-Rousseau Bruxelles, 6:5-161.
- Passano, L.M. 1960
Moulting and its control en: Physiology of Crustacea, Academic Press, 1: 473-536.
- Parrish, B.B. 1956
The cod, haddock and hake en: Sea Fisheries, 251-331 pp. London.
- Paulucci Maccagno, T y Cucchiari B, 1955-56
Revisiõne delle Palaemoninae del Museo di Torino. Boll. Int. Museo Zoolg. Univ. Torino, 5(11):1-175.
- Pinto Paiva, M. y Araujo Barrelo V. 1960
Notas sobre a Biologia do camarão "sossogo" Macrobrachium jelskii (Miers, 1877) Chace y Holthuis, 1948, numa pequena baía potomografica do nordeste brasileiro. Rev. Bras. Biol. 20(2):121-129.
- Rajyalakshmi, K. 1960 and
Observations on the embryonic/larvae development of some estuarine palaemonid prawns. Proc. Nat. Inst. of Sc. India 26(6):395-408.

- Ringuelet, R. 1949
Camarones y Cangrejos de la zona de Goya. Univers. Nac. de la Plata, Notas, 14(119):79-109.
- Siewing, R. 1956
Untersuchungen sur morphologie des Malacostraca (Crustacea) Zool.Jb.Anat.Ontog.der Tiere. Jena, 75(1):39-176.
- Snodgrass, R.E. 1938
Evolution of the annelida, onychophora, and arthropoda. Smithsonian Misc.Coll. Wash. 97(6):1-159.
- - 1952
A textbook of arthropod anatomy, Comstock Publ. Ass. Ithaca, New York, 1-363 pp.
- - 1956
Crustacean metamorphoses. Smithsonian Misc. Collec. 131(10):1-77.
- - 1958 op
Evolution of arthropod mechanisms. Smithsonian Misc.Coll. 138(2):1-77
- Sollaud, E. 1922
Recherches sur l'embryogenie des crustacés decapodes de la sous-famille des "Palemoninae". Bull.Biolg. de France et Belg. 5:1-234.
- Stephens, G.C. 1952
The control of cement gland development in the crayfish cambarus. Biol.Bull Woods Hole, 103(2):242-258.
- Stopford Meredith, S. 1952
The appendages of Langron vulgaris the Brown shrimp. Proc. Leeds Phil.Soc, Leeds, 6(4):228-242.
- Tessier, G. 1960
Relative growth en The Physiology of Crustacea, Academic Press 1:537-560.
- Vandel, A. 1949
Embranchement des arthropodes. Généralités, composition de l'embranchement en: Traité de Zoologie, Ed, Masson et Cie. Paris, 6:79-158.
- Vernet-Cornubert, G. 1958
Biologie générale de Pisa tetradon (Pennant) Bull. Inst. Océanographique 1113:1-51.
- - 1960
Influence de l'ablation des peduncules oculaires sur le mue, la ponte et les caracteres sexuels externes de Pisa tetradon penest. Bull.Inst.Océanog.Monaco, 1186:1-24.
- - 1961
Connaissances actuelles sur le determinisme hormonal de la mue chez les décapodes et etude de quelques phénomènes que lui sont liés. Arch.Zool.Exp.et generale, Paris, 99(2): 57-76

- Waterman, T. 1960-1961 (editor)
The Physiology of Crustacea Vol. I y Vol. II. Academic
Press. New York.
- Wood, F.D. y Wood, H.R. 1932
Autotomy in decapod crustacea. J.Expt.Zoolog. 62:1-55.
- Yaldwyn, J.C. 1954
Studies on Palaemon affinis M. Edw. 1937 (Crustacea,
Decapoda, Natantia). Part. I Synonymy and external
morphology. Trans.Roy.Soc.New Zealand, 82(1):169-187.
- Yonge, C.M. 1937
The nature and significance of the membranes surrounding
the developing eggs of Homarus vulgaris and others decapod
Pore. Zool.Soc. London 107:499-517.
- - 1955
Egg attachment in "Cragon vulgaris" and other Caridea.
Proc. R. Soc. Edinburgh, 65(24):369-400.
- Young, J.H. 1959
Morphology of the white shrimp Penaeus setiferus (Linnaeus
1758). U.S.Dept.Inte. Fish. Bull. 145(59):1-168, Washing.
- Zariquiey Alvarez, R. 1946
Crustáceos decapodos mediterráneos. Inst. Español Estudios
Mediterr. Barcelona, 181 pp.
- Bachmann, A. 1953
Camarones de río (Palaemonidae), Ichthys, 1(2):71-74.
- Sallaud, E. 1923
Le developpement larvaire des "Palaemoninae", Bull.Biob.
Fr.Belg. 57:509-603.



Lic.Enrique E.Boschi



Dr.Victor Angelescu
Profesor
Padrino Tesis

Explicaciones de las figuras

Fig. Nº 1. Apéndices de un ejemplar macho de Macrobrachium borealli. 1: anténula; 2: antena; 3: ojo y pedúnculo ocular; 4: primer maxilípodo izquierdo; 5: primer maxila izquierda; 6: segunda maxila izquierda; 7: tercer maxilípodo izquierdo; 8: mandíbula derecha; 9: tercer pereiópodo izquierdo; 10: segundo maxilípodo derecho; 11: cuarto pereiópodo; 12: primer pereiópodo izquierdo; 13: quinto pereiópodo izquierdo; 14: segundo pereiópodo izquierdo.

Fig. Nº 2. Apéndices y partes de la anatomía de Macrobrachium borealli. 1, 2, 3, 4 y 5: pleópodos de un macho; 6: urópodos; 7: telson; 8: primer pleópodo de una hembra con sedas ovígeras, vista anterior y posterior; 9: pleópodo de una hembra adulta indicando la posición de las sedas ovígeras; 10: esternito del quinto somito y quinto par de pereiópodos de una hembra adulta; 11: esternito del quinto somito y quinto par de pereiópodos de un macho adulto; 12: pereiópodo segundo de una hembra; 13: tólico de una hembra con el espermatóforo adherido; 14: appendix masculina y appendix interna de un macho; 15: pleópodos con huevos sujetos a las sedas ovígeras.

Fig. Nº 3. Partes de la anatomía de Macrobrachium borealli. 1: corte transversal del pereion a la altura del cuarto par de pereiópodos; 2: corte transversal del pereion de un macho a la altura del segundo par de pleópodos; 3: corte transversal del pleon de una hembra a la altura del segundo par de pleópodos, mostrando los huevos en la cámara incubadora; 4: cefalopereion sin el branquiosteguito mostrando la disposición de las branquias; 5: antena mostrando el orificio de salida de la glándula antenal; 6: vista superior del cefalopereion donde se destaca la ubicación del ovario maduro; 7: corte transversal de la cámara cardíaca del estómago; 8: ubicación de los testículos en el pereion; 9: testículo, conducto deferente y ampolla terminal; 10: parte inferior vellosa de la cámara pilórica del estómago; 11: branquia.

Fig. Nº 4. Gráfico indicando la relación de crecimiento entre el largo total/largo caparazón; largo caparazón/largo abdomen y largo caparazón/largo cefalotorax.

Fig. Nº 5. Desarrollo larval de Macrobrachium borealli. 1: primera postlarva, vista dorsal, largo 3,2 mm; 2: primera postlarva, vista lateral; 3: segunda postlarva, vista dorsal, largo 4,5 mm; 4: segunda postlarva vista dorsal; 5: caparazón del cefalopereion y apéndices de cuarta postlarva; 6: telson y urópodos del tercera postlarva; 7: cefalopereion y apéndices de cuarta postlarva; 8: telson y urópodos de cuarta postlarva; 9: mandíbula de cuarta postlarva; 10: sexta postlarva vista dorsal, largo 6,0 mm; 11: rostro, parte anterior del caparazón y mandíbula de un ejemplar de 16 días de vida; 12: rostro, parte anterior del caparazón y mandíbula de un ejemplar de 28 días de vida; 13: rostro, parte anterior del caparazón y mandíbula de un ejemplar de 4,8 mm de largo de caparazón.

