

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO
REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA
(NUEVA SERIE)

TOMO XIV

1987

Zoología, Nº 154

LA INFESTACION DE *PALAEEMONETES*
(*PALAEEMONETES*) *ARGENTINUS* (CRUSTACEA,
PALAEEMONIDAE) CON *PROBOPYRUS* CF.
OVIFORMIS (CRUSTACEA, BOPYRIDAE). I.
OBSERVACIONES SOBRE LA HISTOPATOLOGIA
Y FISILOGIA BRANQUIAL DE LOS CAMARONES¹

MIGUEL SCHULDT² y ALBERTO RODRIGUES CAPITULO²

RESUMEN

En esta contribución se evalúa la incidencia del bopírido branquial *Probopyrus* cf. *oviformis* sobre la función respiratoria de *Palaemonetes argentinus*, procediéndose a un análisis microanatómico cuali-cuantitativo de cámaras branquiales infestadas y testigos. A tal fin se establece una zonación tipo para el branquiosteguito del hospedador, distinguiéndose en él, del dorso al ventro, 4 regiones. En la región I (la más dorsal) existen evidencias de una injuria directa atribuida a las piezas bucales de *P. cf. oviformis*. La coacción parasitaria es acentuada en las regiones I y II, observándose un adelgazamiento en el espesor de los epitelios externo e interno (reducidos respectivamente a un 42 y 28% de sus volúmenes normales) del branquiosteguito, así como la reducción del volumen hemolinfático (hasta un 27 % del valor normal). El volumen de ambos epitelios y de la hemolinfa tiende a los valores normales en las regiones III y IV (especialmente en la región IV). La cámara branquial toda se ve afectada por la presencia del parásito, el cual impide el normal despliegue de las laminillas branquiales, lo que incide negativamente sobre el intercambio gaseoso. El consumo de oxígeno es inferior a los valores normales (en aproximadamente un 20 %) aún en aquellos animales a los cuales se les extirpó el parásito, relacionándose esto con la alteración del hidrodinamismo original de la cámara branquial.

Palaemonidae, Bopyridae, Histo-fisiopatología branquial.

¹ Contribución Científica Nº 215 del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILLPLA). El procesamiento y la evaluación microtécnica del presente trabajo tuvo lugar en el Servicio de Patología del Hospital "R. Gutiérrez (La Plata, Prov. Buenos Aires).

² Investigadores del CONICET. Estafeta Postal Nº 1 1894 Villa Elisa, Argentina.

ABSTRACT

INFESTATION OF *Palaemonetes (Palaemonetes) argentinus* (CRUSTACEA, CARIDEA, PALAEMONIDAE) WITH *Probopyrus cf. oviformis* (CRUSTACEA, EPICARIDEA, BOPYRIDAE). I. OBSERVATIONS ON BRANCHIAL HISTOPATHOLOGY AND PHYSIOLOGY OF SHRIMP. — This paper evaluates the incidence of a branchial bopyrid *Probopyrus cf. oviformis* on the respiratory function of *Palaemonetes argentinus*. Qualitative and quantitative microanatomic evaluation of the infested branchial chambers and of the control chambers is performed. For this purpose, a zonation is established for the host branchiostegite, four sections being distinguished from the dorsum to the ventrum. In area I —the dorsalmost— there is evidence of direct injury attributed to the buccal pieces of *P. cf. oviformis*. Parasitary coaction is marked in areas I and II and there is reduction of thickness in internal and external epithelia (42% and 28% of their normal values respectively) of the branchiostegite as well as reduction in hemolymphatic volume (27% of its normal value). The volume of both epithelia and of the hemolymph tends to reach normal values in areas III and IV (particularly in IV). The whole of the branchial chamber is affected by the presence of the parasite which prevents normal spreading of the branchial filaments. This has a negative effect on gaseous exchange. Oxygen consumption is 20% below normal values even in those specimens which have had the parasite removed. This is related to alteration of the original hydrodynamics of the branchial chamber.

Palaemonidae, Bopyridae, Branchial histopathology.

INTRODUCCION

Desde el año 1974 se efectuaron relevamientos de *Palaemonetes argentinus* Nobili en diversos ámbitos lagunares de la provincia de Buenos Aires con el objeto de obtener información acerca de la dinámica poblacional, ciclo reproductor y metabolismo de este camarón de agua dulce. Asimismo se llevaron a cabo observaciones acerca de algunos de los consorcios que integra, haciéndose referencia a aspectos biopatológicos inherentes a la infestación de *P. argentinus* con larvas de los trematodos digeneos *Levinseniella* sp. Stiles y Hasell y *Phyllostomum* sp. Braum (Schuldt et al., 1981; Schuldt, 1982, 1984), y al parasitismo de un crustáceo epicárido: *Probopyrus cf. oviformis* Nierstrasz y Brender-a-Brandis (Schuldt y Rodrigues Capítulo, 1985). Este bopirido altera la conformación de la cámara branquial de los camarones que lo alojan, a cuyas hembras esteriliza. Se ignora la vía metabólica que conduce a la castración, invocándose como causa tanto al estrés nutricional como a trastornos endocrinos, o bien a una combinación de ambos (una amplia discusión al respecto proporcionan Beck, 1980 y Abu-Hakima, 1984).

Los bopiridos succionan cantidades importantes de la hemolinfa de sus hospedadores (Walker, 1977) por lo que generalmente se suele restringir el impacto nutricional a la privación sanguínea. Creemos que, al menos en los bopiridos branquiales, el estrés nutricional posee además una componente respiratoria, vinculada con la adecuación especial al parásito que experimenta la cámara branquial infestada, comprometiendo su eficiencia en lo que respecta al intercambio gaseoso.

El cometido del presente trabajo es, precisamente, evaluar este aspecto complementario del estrés nutricional, para lo cual son analizadas las cámaras branquiales, infestadas y testigos, de camarones mediante un enfoque microestructural clásico (cualitativo) y estereológico original (cuantitativo); se procedió asimismo a determinar los respectivos coeficientes respiratorios de *P. argentinus* y *P. cf. oviformis*.

El estudio de aspectos de la patobiología de esta dupla parásito-hospedador (según Kuris, 1974, este tipo de asociación constituye un caso especializado de predación) reviste particular interés dado que, por su número y biomasa, *P. argentinus* constituye un eslabón importante en las cadenas tróficas que integra, a lo cual se suma el que *P. cf. oviformis* (Szidat, 1977, Genofre, 1982) parasita también a *Macrobrachium borellii* Nobili (otro palaemónido). Entre las especies del género *Macrobrachium* Bate se hallan algunas que, al presente para el continente sudamericano, constituyen una realidad promisoría en lo que a acuicultura se refiere.

MATERIAL Y METODOS

a) PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS.

Los animales estudiados (tabla 4) con motivo del presente trabajo fueron capturados en el canal Villa Elisa (colector de los arroyos Martín y Carnaval), próximo a su desembocadura en el Río de La Plata (Boca Cerrada, Punta Lara) en las siguientes fechas: 11, 13, 25-08-81; 07-09-81 y 14-12-81.

b) TÉCNICA DE EXTRACCIÓN DEL PARÁSITO.

Atendiendo a los requisitos de una parte de las experiencias de metabolismo fue necesario perfeccionar la técnica de extirpación del parásito para reducir la mortalidad de *P. argentinus* después de la maniobra a su mínima expresión, procediéndose de la siguiente manera: a) Se extrae al camarón parasitado del acuario con una red-cilla de mano pinzándose luego entre índice y pulgar las antenas del ejemplar que es depositado en la tapa invertida de una cápsula coplin conteniendo una delgada película de agua. Se procede a acotar el largo del céfalo-pereion del camarón con un compás de punta seca. b) Se orienta al camarón con el borde libre del branquiosteguito hacia el operador, fijándolo en la posición deseada a la tapa del coplin por medio de 2 tiras de papel húmedo de 0,5 cm de ancho por 5 cm de largo (obtenidas por corte de una hoja tamaño oficio de 70 g de peso). c) Se introduce una pinza Tubis N° 5 —cerrada— en la cavidad branquial de manera que pueda accionarse siguiendo una dirección ventro-dorsal. d) Se presiona con la pinza cerrada sobre la región dorso-posterior del parásito, se entreabre el instrumento, se lo pinza, y se procede a ejecutar 1 o 2 tirones que cumplen con el fin de evitar el arrastre de tejidos del branquiosteguito en las inmediaciones del

área circumbucal del parásito; luego se tracciona de manera uniforme para extraerlo de la cavidad branquial. Tras cierto entrenamiento se consiguen ejecutar las distintas fases de la operación en menos de 90 segundos. En estas condiciones, la extirpación no constituye un factor de mortalidad, como comprobáramos manteniendo a estos animales en observación durante varios meses en nuestros acuarios. La lesión del branquiosteguito así como la exposición y manipulación prolongada elevan la tasa de mortalidad, pereciendo en tales condiciones más del 10 % de los especímenes dentro de las 6 horas subsiguientes a la extracción, razón por la cual se tuvo la precaución de no incluir ejemplares lesionados entre los destinados a la determinación de la tasa metabólica.

c) RESPIROMETRÍA.

Con el propósito de observar posibles diferencias en el metabolismo de *P. argentinus* ectoparasitados con *P. cf. oviformis* respecto de aquéllos que no lo estaban, se procedió a medir la tasa respirométrica en ambos casos. También se cuantificó la respiración individual del parásito según la talla del mismo.

Para la obtención de los datos respirométricos se utilizó un respirómetro manométrico múltiple al que se le adicionaron las modificaciones que se describen en Rodríguez Capítulo (1980, 1981). Los experimentos se efectuaron a la temperatura de 15°C, realizándose un total de 47 experiencias con 31 camarones, cuya longitud del céfalopereion estuvo comprendida entre 8,2 y 14,6 mm. Se evaluaron también 31 ejemplares de *P. cf. oviformis* con un espectro de tallas continuo entre 3,62 y 6,4 mm de longitud total.

Una fracción representativa del total de camarones estudiados (16 ejemplares: 34 %) nunca había estado parasitada con *P. cf. oviformis* (grupo testigo), al propio tiempo que otra (16 ejemplares: 34 %) albergaba al parásito. Un tercer grupo de camarones fue sometido a experimentación (15 ejemplares: 31 %) luego de proceder a la extracción de los huéspedes.

Dado el tamaño reducido de los ectoparásitos, se los agrupó por clases de talla, ubicándose una serie de ejemplares en cada cámara de respiración, siendo estimado luego el consumo de oxígeno por individuo promedio. La medida utilizada para la talla de los especímenes fue la longitud total tomada entre los extremos anterior y posterior del parásito, agrupándose entonces en 5 clases según el siguiente detalle:

Long. tot. \bar{X} (mm)	$\pm 1 S$	Nº ej.
3,6	0,23	10
4,6	0,15	6
4,8	0,12	6
5,1	0,20	6
6,4	0,30	3

Los resultados experimentales se expresaron en microgramos de oxígeno en forma individual, considerando un intervalo de tiempo de 60 minutos. Los datos registrados fueron graficados en coordenadas cartesianas, disponiendo el consumo de oxígeno en ordenadas y la talla de los individuos en abscisas (figs 15 y 16).

Para cada una de las fracciones o grupos fue calculada una curva teórica de regresión por el método de los mínimos cuadrados para dos variables, hallándose además el coeficiente de correlación correspondiente en cada caso (tabla 6).

d) HISTOTÉCNICA.

Se ensayaron diversos fijadores: Regaud, Maximow, Helly, Hollande, Bouin, Halmi y Carnoy, obteniéndose buenos resultados con los 3 últimos. Se deshidrató y aclaró con alcohol butílico normal, incluyéndose las piezas con paraplast. Los cortes de 6 a 8 μ m fueron coloreados con hematoxilina de Harris y eosina, tricrómico de Gomori, y PAS.

Se analizaron secciones histológicas transversales, semiseriadas, de la cámara branquial de 20 camarones de ambos sexos.

La evaluación estereológica del branquiosteguito se efectuó a partir de cómputos con el ocular integrador de plaquitas reticuladas puntuales a revólver de la casa Zeiss/Oberkochen. A tal fin se rastrearon en forma sistemática (escrutando los campos microscópicos uno a continuación del precedente, respetando una estricta adyacencia de los mismos) secciones transversales de ambos branquiosteguitos de un macho de *P. argentinus* de 13,8 mm de longitud céfalo-pereion (CP); una de las cámaras branquiales era ocupada por un epicárido ovígero, de manera que en un mismo plano de corte fue posible efectuar los cómputos correspondientes al lado parasitado y al opuesto no parasitado. Se utilizó la placa integradora III, de 400 puntos, computándose impactos sobre el epitelio branquiostegal externo, el epitelio interno y el espacio hemolinfático. El volumen relativo de cada una de estas entidades tisulares se obtuvo teniendo en cuenta el número medio de impactos en cada una de ellas. Los cálculos se efectuaron según el ejemplo que se da a continuación (tablas 1 y 2). Supóngase que interese hallar el volumen relativo del epitelio externo (Ee) en la región I del branquiosteguito no parasitado y cotejarlo con el volumen de la misma entidad, pero del lado parasitado. Se suman para ello el número de impactos promedio para cada entidad tisular en cada branquiosteguito (látero sin *P. cf. oviformis*: 34,4 + 28,4 + 32,6 = 95,4 puntos; látero con *P. cf. oviformis*: 18,6 + 10,9 + 11,6 = 41,1 puntos), considerándose que la mayor suma (95,4 puntos) representa al 100 % del volumen de los elementos computados. Establecida esta relación sencilla, mediante una regla de tres simple, se hallan los porcentajes respectivos. Vale decir que, al epitelio externo del branquiosteguito sin *P. cf. oviformis* le corresponde un volumen relativo del 36,1 % ya que recibe un promedio de 34,4 impactos

(34,4 . 100 : 95,4), mientras que el epitelio externo del lado opuesto ocupa el 19,5 %, recibiendo 18,6 impactos (18,6 . 100 : 95,4). El mismo procedimiento se aplicó para las restantes entidades (epitelio interno, espacio hemolinfático), repitiéndose la operación en cada una de las regiones. De tal modo es posible relacionar los valores obtenidos en ambos branquiosteguitos, ya que si bien la unidad de muestreo (el volumen unitario de 0,000011 cm³) no varió en ambos, el número de campos a escrutar debió ajustarse a la dispersión de los datos para equiparar errores; consecuentemente, el número de lecturas difiere de uno a otro branquiosteguido (tablas 1 y 2).

TABLA 1. — LISTADO DE SIMBOLOS ESTEREOLOGICOS Y ECUACIONES UTILIZADAS

v_u : volumen unitario.

P: número de puntos "test".

P_A : número de impactos sobre el componente "A".

\bar{P}_A : número medio de impactos sobre el componente "A" por volumen unitario.

$pP_A = \frac{P_A}{P}$ proporción de impactos sobre el componente "A".

$$\xi = \sqrt{\frac{pP_A(1-pP_A)}{P}} \quad \text{error medio.}$$

$$e_A = \sqrt{\frac{1-pP_A}{P \cdot pP_A}} \quad \text{dispersión relativa.}$$

$$P = \frac{1-pP_A}{e_A^2 \cdot pP_A} \quad \begin{array}{l} \text{número de puntos requeridos para reducir } e_A \text{ a} \\ \text{un determinado valor.} \end{array}$$

$$y = \text{antlg}(a+bx) \quad \text{consumo de oxígeno por hora y por individuo.}$$

Ee: epitelio externo del branquiosteguito.

Ei: epitelio interno del branquiosteguito.

L: espacio hemolinfático.

RESULTADOS

1. UBICACIÓN DEL PARÁSITO EN LA CÁMARA BRANQUIAL DEL CAMARÓN.

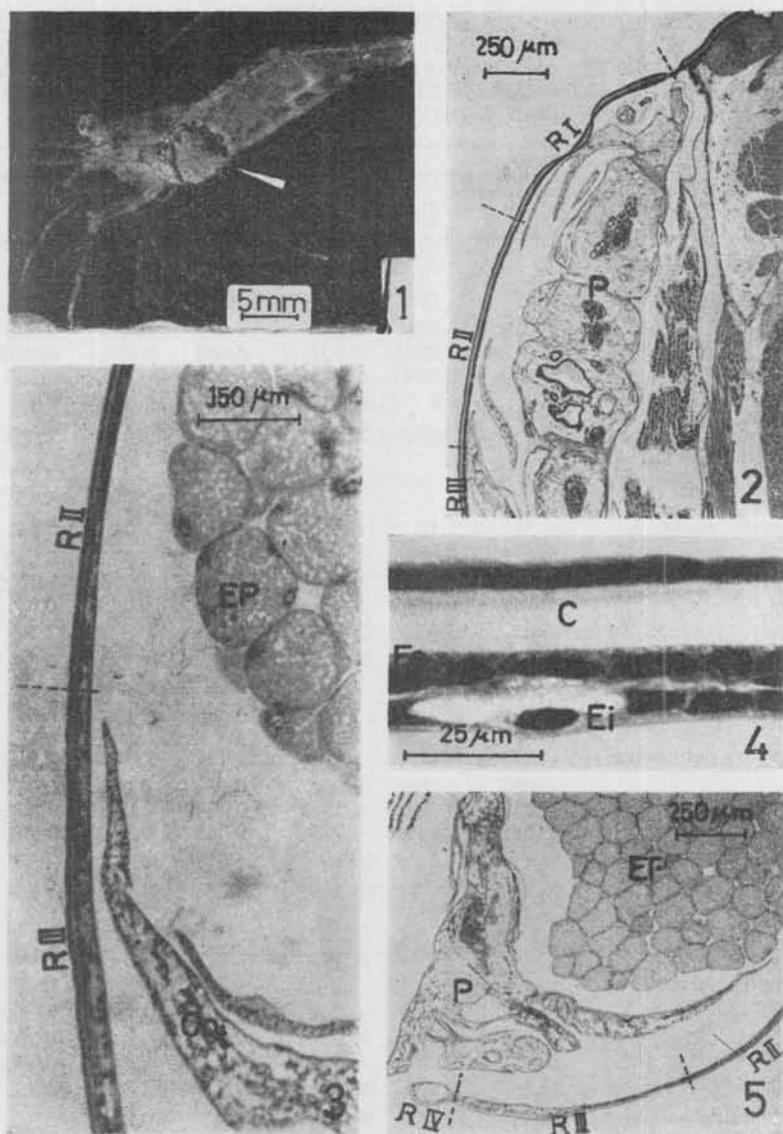
La hembra de *P. cf. oviformis* se sitúa en la cámara branquial de *P. argentinus* con el extremo cefálico hacia la región dorso-posterior de la misma. El extremo posterior del parásito se encuentra ubicado ventralmente —algo anterior— hacia el borde libre del branquiosteguito, disponiéndose el eje anteroposterior del huésped diagonalmente en la cámara branquial del camarón. El ventro del epicárido está orientado hacia el borde interno (medial) del branquiosteguito.

TABLA 2. RELACIONES VOLUMETRICAS RELATIVAS DE LOS EPITELIOS EXTERNO (Ee) E INTERNO (Ei) Y EL ESPACIO HEMOLINFATICO (L) CORRESPONDIENTES A UN BRANQUIOSTEGUITO DE *P. ARGENTINUS* SANO Y UN BRANQUIOSTEGUITO CON *P. CF. OVIFORMIS*, Y LAS RESPECTIVAS CONSTANTES ESTEREOLOGICAS

	<i>Branquiosteguito normal</i>			<i>Branquiosteguito injuriado</i>		
	<i>Ee</i>	<i>Ei</i>	<i>L</i>	<i>Ee</i>	<i>Ei</i>	<i>L</i>
REGIÓN I						
Campos escrutados	17	17	17	28	28	28
ρP_A	0,086	0,071	0,081	0,047	0,027	0,029
ξ	0,0034	0,0031	0,033	0,002	0,0015	0,0016
e_A	0,039	0,044	0,041	0,042	0,057	0,055
\bar{P}	34,4	28,4	32,6	18,6	10,9	11,6
° Volumen relativo de cada entidad	36,1%	29,8%	34,2%	19,5%	11,4%	12,2%
REGIÓN II						
Campos escrutados	17	17	17	51	51	51
ρP_A	0,078	0,072	0,068	0,033	0,02	0,019
ξ	0,0032	0,0031	0,003	0,0012	0,003	0,0009
e_A	0,042	0,044	0,045	0,038	0,049	0,051
\bar{P}	31,2	28,9	27,3	13,1	8	7,5
° Volumen relativo de cada entidad	35,7%	33,1%	31,2%	15%	9,2%	8,6%
REGIÓN III						
Campos escrutados	11	11	11	11	11	11
ρP_A	0,085	0,088	0,038	0,089	0,086	0,057
ξ	0,0042	0,0043	0,0029	0,0043	0,0042	0,0035
e_A	0,049	0,048	0,075	0,048	0,049	0,061
\bar{P}	34,1	35,2	15,3	35,5	34,5	23
° Volumen relativo de cada entidad	36,7%	37,9%	16,5%	38,2%	37,1%	24,8%
REGIÓN IV						
Campos escrutados	10	10	10	10	10	10
ρP_A	0,105	0,052	0,241	0,099	0,081	0,0167
ξ	0,0048	0,0035	0,007	0,0047	0,0042	0,0059
e_A	0,048	0,067	0,025	0,047	0,053	0,035
\bar{P}	42,1	20,9	96,4	39,9	32,3	66,9
° Volumen relativo de cada entidad	26,4%	13,1%	60,5%	25%	20,3%	42%

* Calculado como se explicita en material y métodos.

contactando su dorso con las branquias del camarón (figs. 1 y 2). La hembra de *P. cf. oviformis* alberga un macho enano entre sus pleópodos (95 % de los casos). Ocasionalmente falta el macho de *P. cf.*



FIGS. 1-5. — 1: *P. argentinus* con *P. cf. oviformis* (flecha) ocupando la cámara branquial izquierda del camarón; 2: Sección transversal a través de la cámara branquial del camarón y ubicación del parásito; 3: Sección transversa del branquiesteguito de *P. argentinus* en su región media y detalle de la conformación de la cámara incubatriz de *P. cf. oviformis*; 4: Detalle de la región mediana superior (R II) del branquiesteguito de la figura 3; 5: Sección transversa a través de la cámara branquial ventral de *P. argentinus*. La cámara incubatriz de *P. cf. oviformis* y su relación con el branquiesteguito del camarón.
 C: cutícula; Ee y Ei: epitelios externo e interno; EP: embriones del parásito; Oot: oosteguitos del epicárdio; P: parásito; R: regiones del branquiesteguito del camarón; el trazo discontinuo constituye el límite entre las regiones del branquiesteguito.

oviformis en *P. argentinus* de ambos sexos. El 3 % de las hembras de los camarones infestados presentaron ambas cámaras branquiales ocupadas por el epicárido, siendo en estos casos las tallas de las hembras de *P. cf. oviformis* similares en tamaño, resultando sólo una de ellas portadora del diminuto macho (casos observados: 2). La cantidad de ovas embrionadas que llega a albergar la hembra ovígera de *P. cf. oviformis* requiere la conformación de una cámara incubatriz con intervención de entidades anatómicas del parásito y del hospedador, siendo delimitada lateralmente por los oosteguitos del parásito y ocluida ventralmente por el borde medial del branquiosteguito de *P. argentinus* (figs. 1, 3 y 5).

TABLA 3. — EVALUACION DE LA FRECUENCIA DE INFESTACION CON *P. CF. OVIFORMIS* EN *P. ARGENTINUS*, SEGUN QUE LA LOCALIZACION DEL PARASITO TENGA LUGAR EN LA CAMARA BRANQUIAL DERECHA O IZQUIERDA DEL CAMARON.

Sexo de <i> Palaemonetes argentinus</i>	Número de casos de ectoparasitismo en la cámara branquial:		χ^2	P
	derecha	izquierda		
Femenino	28	40	2,12	< 0,30
Masculino	26	22	0,33	> 0,50

Respecto del lado infestado, tanto en lo referente a machos como a hembras de *P. argentinus*, el parásito no manifestó preferencias (tabla 3). En el área de Boca Cerrada hemos podido constatar que el 28 % de las hembras y el 29 % de los machos de *P. argentinus* se hallaban infestados con *P. cf. oviformis* (tabla 4).

2. ALTERACIONES MORFOLÓGICAS OBSERVADAS EN LA CÁMARA BRANQUIAL DEL HOSPEDADOR.

La cámara branquial sufre una considerable reducción por la presencia del bopirido, cuya manifestación externa consiste en una distensión globosa del branquiosteguito (fig. 1) apreciable a simple vista. Esta distensión alarga al branquiosteguito en aproximadamente un 20 % respecto de su opuesto, al tiempo que la pared se adelgaza (figs. 2, 3 y 4). Considerando una sección transversa a través de la cámara branquial de *P. argentinus*, siguiendo el trayecto dorso-ventral del branquiosteguito, es posible discriminar 4 regiones; la extensión señalada para cada una de ellas es variable debido al crecimiento relativo de los consortes (referencia: ejemplar ovígero de *P. cf. oviformis*).

1. *Región I:* Se extiende desde la región dorso-lateral del caparazón hasta enfrenar a los oosteguitos de *P. cf. oviformis*. Esta región se

TABLA 4. — LA FRECUENCIA DE LA INFESTACION CON *P. CF. OVIFORMIS* PARA MACHOS Y HEMBRAS DE *P. ARGENTINUS*. EVALUACION MEDIANTE EL TEST DEL χ^2 CUADRADO (χ^2) (LOS VALORES TEORICOS SE HALLAN ENTRE PARENTESIS).

Sexo de Palaemonetes argentinus	Palaemonetes argentinus:		Σ
	No infestados	Infestados	
Femenino	162 (161,35)	64 (64,65)	226
Masculino	120 (120,65)	49 (48,35)	169
Σ	282	113	395
$\chi^2 = \frac{395 (162 \cdot 49 - 64 \cdot 120)^2}{(162 + 64) (120 + 49) (162 + 120) (64 + 49)} = 0,0216^{\circ} (P < 0,90)$			

* Este valor implica aceptar que el grado de infestación es independiente del sexo del hospedador.

corresponde con el tercio superior del branquiosteguito de la cámara branquial no infestada (fig. 2).

Región II: Comprende la sección del branquiosteguito enfrentada al trayecto interoostegal de *P. cf. oviformis* que ocluye ventralmente la cámara incubatriz del epicárido. Se corresponde con el tercio medio del branquiosteguito opuesto (figs. 2 y 3).

Región III: Zona de características transicionales, que se extiende ventromedialmente a continuación de la región precedente, enfrentando principalmente el área oostegal lateral externa de *P. cf. oviformis*. Es equiparable a la zona de transición de la porción anterior del último tercio del branquiosteguito opuesto (figs. 3 y 5).

Región IV: Area terminal o expansión ventro-medial del branquiosteguito (fig. 5).

A continuación serán analizadas cada una de estas regiones en branquiosteguitos normales y patológicos, atendiendo a la estructura, microscópica de los respectivos epitelios externos e internos y sus correspondientes compartimentos hemales. Esta información se complementa con los datos merísticos de la tabla 2 y la figura 6.

2. 1. BRANQUIOSTEGUITO NORMAL.

Como branquiosteguito normal consideramos al perteneciente a la cámara branquial del camarón no parasitada con *P. cf. oviformis*.

Región I: El epitelio externo está constituido por células cúbicas de talla más o menos similar a las del epitelio interno, los nexos

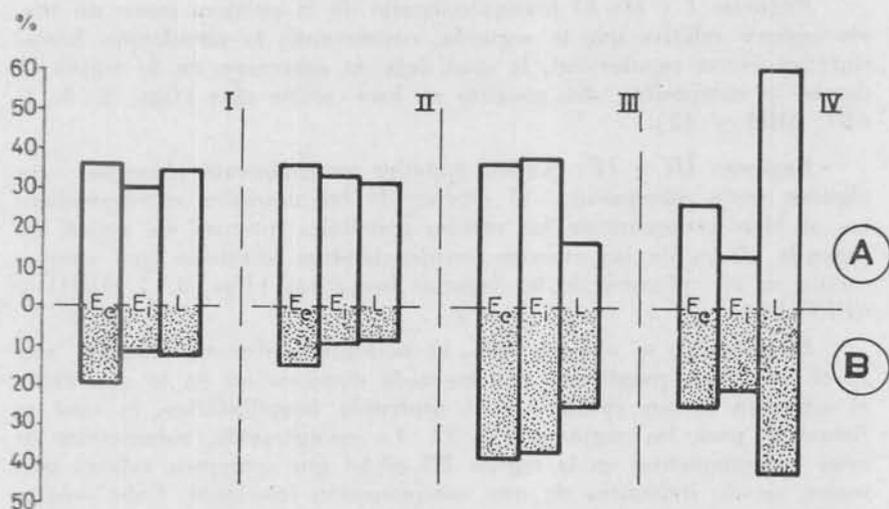


FIG. 6. — Extensión volumétrica relativa de cada entidad tisular en las distintas regiones (R I — R IV) de un branquiosteguito sano de *P. argentiinus* (A), y su simétrico opuesto infestado con *P. cf. oviformis* (B). *E_e* y *E_i*: epitelios externo e interno del branquiosteguito del camarón; *L*: espacio hemolinfático.

conjuntivos entre ambos son regulares y definen la circulación de la hemolinfa (figs. 6AI y 7).

Región II: Básicamente se repiten las características de los elementos citados, si bien existe una tendencia hacia un leve incremento en el espesor del epitelio interno y una reducción relativa del volumen ocupado por la hemolinfa (fig. 7). Estas variaciones se correlacionan con la repartición volumétrica relativa que proporciona la evaluación estereométrica (fig. 6 AII).

Región III: Ambos epitelios aumentan su espesor, especialmente algunas células del epitelio interno, que llegan a ser cilíndricas. La reducción del volumen hemolinfático es manifiesta (figs. 6AIII y 8).

Región IV: El epitelio externo prevalece volumétricamente sobre el interno. El volumen hemolinfático es máximo (figs. 6 AIV y 9).

2.2. BRANQUIOSTEGUITO INJURIADO.

En el branquiosteguito expuesto a la coacción parasitaria (o patológico) llaman la atención el adelgazamiento de ambos epitelios, en especial el interno, y la reducción del volumen hemolinfático. Las células de estos epitelios son aplanadas, exhibiendo sus núcleos, desde la región dorsal, una acentuada paquicromasia, la cual recién se diluye a partir de la región III (figs. 3-5).

Regiones I y II: El branquiosteguito de la primera posee un mayor espesor relativo que la segunda, conservando la circulación hemolinfática cierta regularidad, la cual deja de apreciarse en la región II donde la compresión del parásito se hace sentir más (figs. 2, 3, 4, 6BI, 6BII y 12).

Regiones III y IV: Ambos epitelios gradualmente alcanzan —en algunos casos sobrepasan— el espesor de los normales correspondientes, si bien generalmente las células epiteliales internas no suelen rebasar la altura de las externas, evidenciándose asimismo una recuperación en el volumen de las lagunas hemáticas (figs. 3, 5, 6BIII y 6BIV).

En general, se observa que, el branquiosteguito en contacto con *P. cf. oviformis* manifiesta una marcada disminución en lo que atañe al volumen de sus epitelios y al contenido hemolinfático, lo cual es llamativo para las regiones I y II. La recuperación volumétrica de estos 3 componentes en la región III es tal que sobrepasa valores normales, siendo indicativo de una compensación funcional. Cabe señalar que, aún en aquellos casos en que el desvío de los valores normales es más acusado, las relaciones volumétricas relativas de los epitelios externos e interno y la fracción hemolinfática correspondiente, son semejantes entre sí a las que existen en un branquiosteguito normal (tabla 5), vale decir que la asociación parasitaria no es concomitante a procesos hipo o hiperplásicos. En cuanto al escaso espesor de la cutícula en las paredes internas del caparazón, éste no difiere del que se observa en un branquiosteguito sano (figs. 7 y 10). El hecho merece consignarse por las implicancias para la función respiratoria a cargo del branquiosteguito, no obstante ser de menor importancia que la desempeñada por las branquias (Kaestner, 1967).

En el branquiosteguito dorso-posterior, en las inmediaciones del área circumbucal del parásito, se han podido constatar lesiones atribuibles a la acción de las piezas bucales. El área de la injuria coincide con una región del branquiosteguito con gran estasis hemolinfática (fig. 12). La lesión, obviamente, interesa a la membrana basal que es obturada por aglutinación de linfocitos, pudiendo observarse en el acúmulo cicatrizal (PAS +, cianófilo) a restos nucleares de estos linfocitos (fig. 12), por debajo de los cuales se reorganiza el epitelio. El área cicatrizal ejerce atracción linfocitaria aún después de haberse homogeneizado el material celular del obturado. Las células epiteliales que circundan la supuesta zona de succión dorsal suelen presentar síntomas de necrobiosis en sus núcleos (Bessis, 1970).

La deformación de la cámara branquial por el parásito predispone a suponer la existencia de procesos atróficos en la musculatura y las branquias en las inmediaciones del huésped, tal como citan Van Arman y Smith (1970) para *Hippolysmata wurdemanni*, sin embargo, en *P. argentinus* sólo hemos observado una acentuada compresión de las láminas branquiales (figs. 13 y 14), sin reducción aparente en el tamaño de las mismas. La falta de despliegue de estas lamini-

TABLA 5. — RELACIONES VOLUMETRICAS RELATIVAS * ENTRE LOS EPITELIOS EXTERNO (Ee) E INTERNO (Ei) Y EL ESPACIO HEMOLINFÁTICO (L) CORRESPONDIENTES A UN BRANQUIOSTEGUITO DE *P. ARGENTINUS* SANO Y UN BRANQUIOSTEGUITO CON *P. CF. OVIFORMIS*.

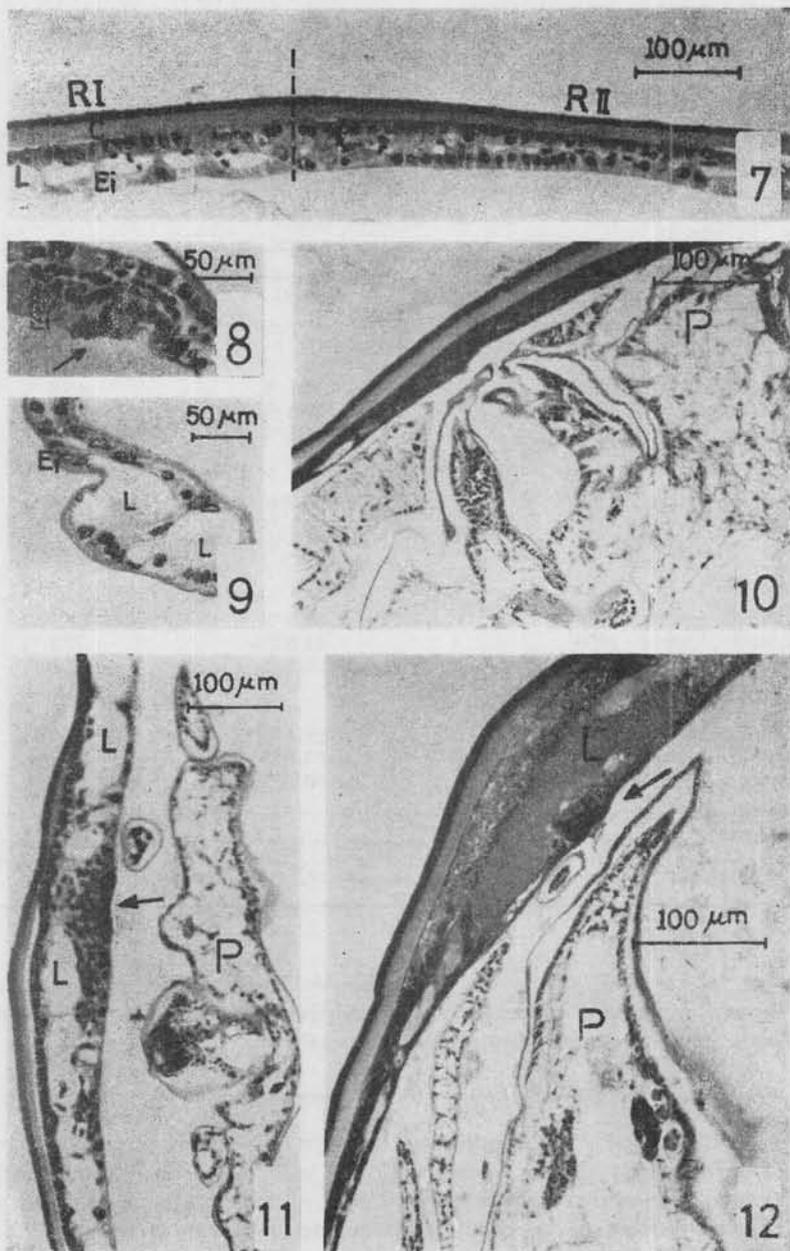
	<i>Branquiosteguito normal</i>	<i>Branquiosteguito injuriado</i>
REGIÓN I		
Epitelio externo (Ee)	36,1 %	45,2 %
Epitelio interno (Ei)	29,8 %	26,5 %
Espacio hemolinfático (L)	34,2 %	28,2 %
REGIÓN II		
Epitelio externo (Ee)	35,7 %	45,8 %
Epitelio interno (Ei)	33,1 %	28 %
Espacio hemolinfático (L)	31,2 %	26,2 %
REGIÓN III		
Epitelio externo (Ee)	40,3 %	38,2 %
Epitelio interno (Ei)	41,6 %	37,1 %
Espacio hemolinfático (L)	19,5 %	24,8 %
REGIÓN IV		
Epitelio externo (Ee)	26,4 %	28,7 %
Epitelio interno (Ei)	13,1 %	23,2 %
Espacio hemolinfático (L)	60,5 %	48,1 %

* Los datos porcentuales para cada branquiosteguito fueron obtenidos independientemente el uno del otro, sobre la base del promedio de los impactos para cada entidad tisular (véase tabla 2), y no como se especifica en material y métodos.

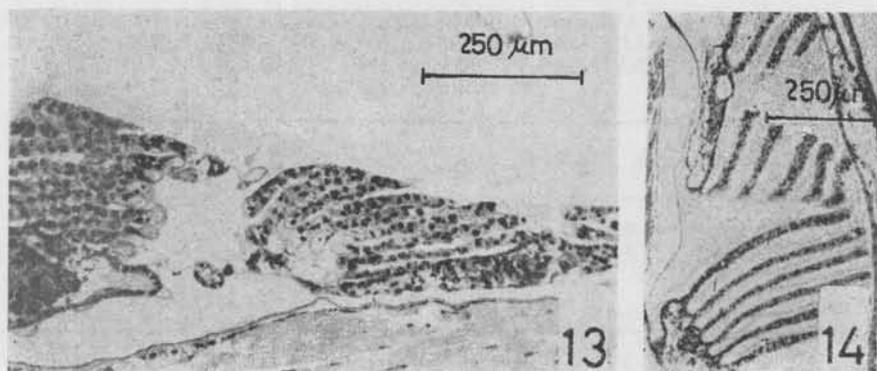
llas en la cavidad, afecta la eficiencia del intercambio gaseoso, dada la menor superficie expuesta y la probable disminución en el flujo de agua por la cámara branquial parasitada.

3. CONSUMO DE OXÍGENO DE LOS CONSORTES.

Las figuras 15 y 16 reflejan los registros experimentales del consumo de oxígeno de los consortes. En todos los casos considerados, la ecuación de regresión que proporcionó el mejor ajuste para los datos respirométricos de las distintas fracciones fue: $y = a \text{ntlg} (a + bx)$, donde y es el consumo de oxígeno por hora y por individuo en microgramos, y x la talla en mm de los ejemplares. Esto significó siempre un incremento logarítmico de la respiración en función del crecimiento normal de tallas. Las expresiones correspondientes se detallan en la tabla 6. Se observó una considerable reducción en la tasa metabólica de *P. argentinus* con *P. cf. oviformis* respecto de los camarones testigo (alrededor del 20 % en individuos de talla media cercana a los 12,0 mm de CP), notándose un mayor efecto negativo en los cama-



FIGS. 7-12. — 7: Sección transversal de la mitad dorsal de un branquiosteguito de *P. argentinus* no atacado por *P. oviformis*; 8-9: Secciones transversales de la zona ventral de un branquiosteguito de *P. argentinus* no infestado con *P. cf. oviformis*. La flecha señala la presencia de una lesión de origen desconocido; nótese la intensa infiltración linfocitaria asociada; 10: Branquiosteguito dorsal de *P. argentinus* y área bucal de *P. cf. oviformis*; 11: Branquiosteguito de un camarón recién infestado (*P. cf. oviformis* de 1.5 mm). Se observa todavía la disposición regular (inicial) de los espacios lacunares y la afluencia masiva de hemocitos en la región subyacente a la lesión del epitelio interno (flecha); 12: Branquiosteguito dorsal de *P. argentinus* con una lesión en el epitelio interno (flecha). El homogeneizado oscuro de la cicatriz se debe a los núcleos de los agregados linfocitarios. Nótese la vaina cuticular que circunda la cicatriz y el aspecto aneulado (necrobiosis) de los epitelios en la zona de éstasis hemolinfática (L).
Las referencias son similares a las de las figs. 1-5.



FIGS. 13-14. — Laminillas branquiales de *P. argentinus* infestados (13) y no atacados por *P. cf. oviformis* (14).

rones jóvenes (fig. 15). Si se resta la fracción de oxígeno que correspondió teóricamente a *P. cf. oviformis* (área punteada de la fig. 15), deducida de la figura 16 en la que se representó solamente el consumo de oxígeno del parásito, concluimos que existe aún una diferencia no justificada entre la base de esta zona y la curva teórica en la cual los camarones ya no poseían el parásito. Esta respuesta es interpretada

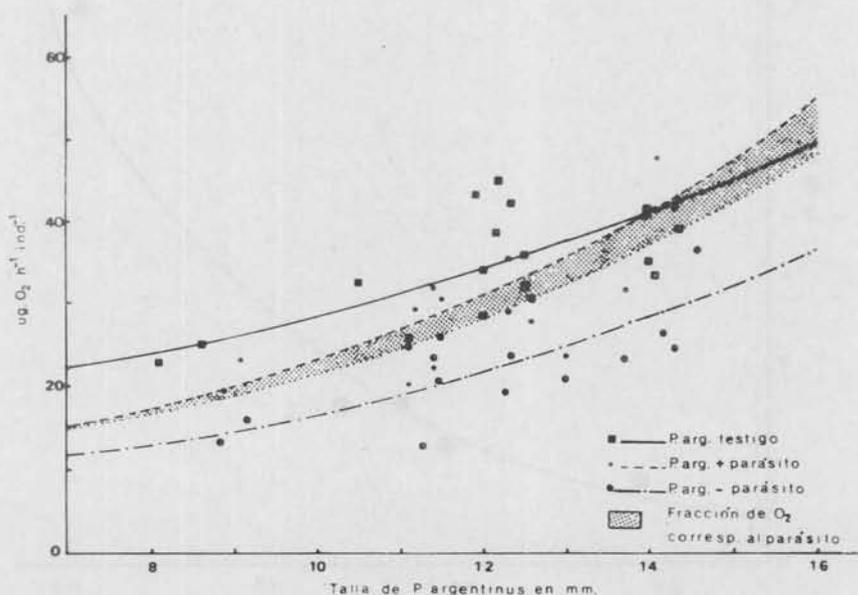


Fig. 15. — Consumo de oxígeno de las distintas fracciones experimentales en función de las tallas de *P. argentinus*. El área punteada corresponde al consumo de oxígeno del parásito (deducido de la experiencia "*P. argentinus* + parásito").

TABLA 6. — ECUACIONES CORRESPONDIENTES AL METABOLISMO ENERGETICO DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE EXPERIENCIAS (FRACCIONES) ENSAYADAS, Y SUS RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELACION.

Fracción	Ecuación	Coefficiente de correlación "r"
1 <i>P. argentinus</i> (testigo)	$y = \text{antlg} (1,08 + 0,04x)$	0,72
2 <i>P. argentinus</i> + <i>P. oviformis</i>	$y = \text{antlg} (0,78 + 0,06x)$	0,80
3 <i>P. argentinus</i> - <i>P. oviformis</i>	$y = \text{antlg} (0,67 + 0,06x)$	0,74
4 <i>P. oviformis</i>	$y = \text{antlg} (-1,27 + 0,31x)$	0,97

como una secuela de la coacción parasitaria, interpretación que se halla en consonancia con los resultados que proporciona el análisis de camarones desparasitados —sometidos a observación diaria durante 4 meses—, comprobándose que la hidrodinamia original de la cámara branquial no se restituye significativamente en ese lapso (Schuldt e Ituarte, 1985).

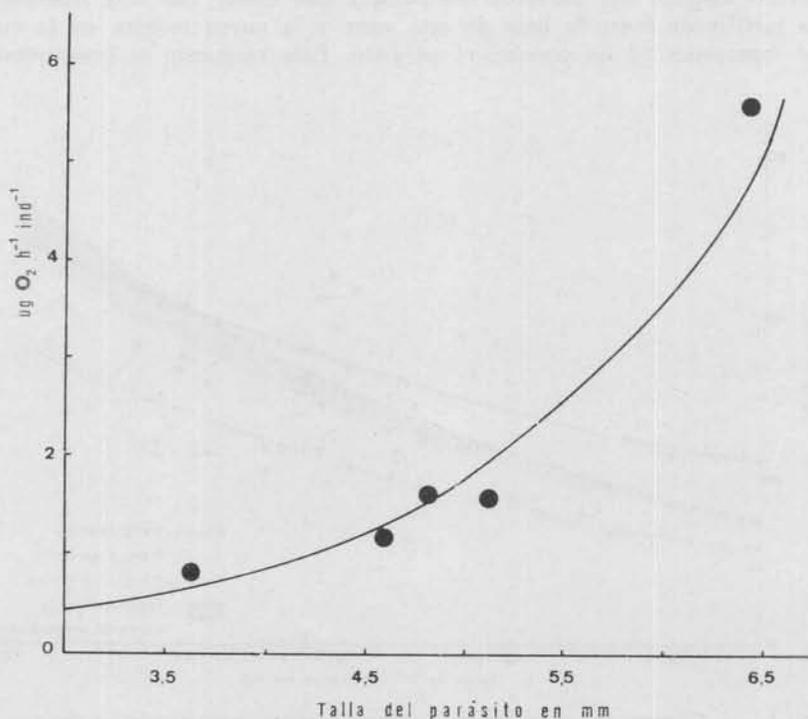


FIG. 16. — Consumo de oxígeno de *P. cf. oviformis* en relación con su talla.

CONCLUSIONES

1). En la población de *P. argentinus* del Canal Villa Elisa (Selva Marginal de Punta Lara) se observó la presencia de *P. cf. oviformis* en la cámara branquial de los camarones de ambos sexos, con una tasa de infestación aproximada del 29 %. Predominó la infestación unilateral (97 % de los casos), sin preferencias manifiestas en cuanto a la cámara infestada (derecha o izquierda).

2). Los hospedadores del ectoparásito presentan alteraciones morfológicas y funcionales observándose una reducción de la cámara branquial y la distensión del branquiosteguito. La pared se adelgaza en las regiones del mismo donde la compresión debida al parásito es mayor, incidiendo negativamente sobre el volumen hemolinfático, que en algunos casos se restringe a un 27 % del volumen inicial. Asimismo existe la evidencia de una injuria directa del branquiosteguito de los camarones parasitados. La falta de despliegue de las laminillas branquiales afecta al intercambio gaseoso, reduciéndose en 20 % aproximadamente (individuo promedio de 12 mm de CP) la tasa metabólica de los camarones. El consumo de oxígeno permanece por debajo de los valores normales (alrededor del 35 % en las tallas mencionadas anteriormente), aún en aquellos camarones a los cuales se les había extirpado el parásito, relacionándose esto último además con la alteración del hidrodinamismo original de la cámara branquial parasitada.

AGRADECIMIENTOS

Es deseo de los autores agradecer la colaboración desinteresada de las técnicas María del Carmen Carmeglio y Marta G. Zabala (Servicio de Patología, Hospital R. Gutiérrez, La Plata, Prov. Buenos Aires).

BIBLIOGRAFIA

- ABU-HAKIMA, R., 1984. Preliminary observations on the effects of *Epipenaeon elegans* Chópra (Isopoda; Bopyridae) on reproduction of *Penaeus semisulcatus* de Haan (Decapoda; Penaeidae). *Int. J. Invert. Reprod. Develop.* 7 (1): 51-62.
- BECK, J. T., 1980. The effects of an isopod castrator, *Probopyrus pandalicola*, on the sex characters of one of its caridean shrimp host, *Palaemonetes paludosus*. - *Biol. Bull. (USA)* 158: 1-15.
- BESSIS, M., 1970. La muerte de la célula. - *Triángulo (Arg.)* 9 (6): 191-196.
- GENOFRE, C. C., 1982. Ocorrência de *Probopyrus bithynis* Richardson (Crustacea, Isopoda, Epicaridea) em *Palaemonetes argentinus* (Crustacea, Decapoda) da Lagoa das Custódias, Tramandai, RS. *Actas IX Congr. Brasileiro Zool., Pto. Alegre, RS*: 11-12.
- KAESTNER, A., 1967. *Lehrbuch der Speziellen Zoologie (Band I: Wirbellose 2. Teil)*. G. Fischer Verlag, Jena: 1-397.
- KURIS, A. M., 1974. Trofic interactions: similarity of parasitic castrators to parasitoids. *Q. Rev. Biol.* 49: 129-148.
- RODRIGUES CAPÍTULO, A., 1980. Consumo de oxígeno en *Belostoma oxyurum* (Dufour) (Hemiptera Belostomatidae) en relación con diferentes regímenes térmicos. *Limnobiós*, 1 (10): 423-329, La Plata.

- 1981. Presencia de *Anax amazili* Burmeister (Odonata Anactinae) en la República Argentina. Algunos datos acerca del comportamiento y determinación del metabolismo energético de las ninfas. *Limnobiós*, 2 (4): 207-214, La Plata.
- RODRIGUES CAPÍTULO, A. & FREYRE, R. L., 1979. Metabolismo energético del camarón de agua dulce *Palaemonetes argentinus* Nobili (Decapoda Natantia Caridea Palaemonidae) de la laguna de Chascomús. *Limnobiós* 1 (9): 337-345, La Plata.
- SCHULDT, M., 1982. Un caso de hiperparasitismo en *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (Crustacea Palaemonidae). *Neotrópica* 28 (80): 193-196, La Plata.
- 1984. Alteraciones de la función reproductora de *Palaemonetes argentinus* (Crustacea Palaemonidae) ocasionadas por la infestación con larvas de un probable *Phyllodistomum* sp. (Trematoda Digenea). *Limnobiós* 2 (8): 646-651, La Plata.
- SCHULDT, M. & RODRIGUES CAPÍTULO, A., 1985. Biological and Pathological Aspects of Parasitism in the Branchial Chamber of *Palaemonetes argentinus* (Crustacea: Decapoda) by Infestation with *Probopyrus* cf. *oviformis* (Crustacea: Isopoda). *J. Invert. Pathol.*, 45 (2): 139-146.
- SCHULDT, M. & ITUARTE, F., 1985. Experiencias de desparasitación en *Palaemonetes argentinus* (Crustacea Caridea) infestados con *Probopyrus* cf. *oviformis* (Crustacea Epicaridea). *Neotrópica* 31 (86): 133-141.
- SCHULDT, M., RODRIGUES CAPÍTULO A. & MUÑOZ, E. C., 1981. Reacciones tisulares inherentes a la encapsulación de larvas de un trematode digeneo en *Palaemonetes argentinus* Nobili, 1901 (Crustacea Palaemonidae). *CIC Prov. Buenos Aires Ser. Monogr.*, 11: 1-41.
- SZIDAT, L., 1977. Descripción del ciclo vital de *Probopyrus oviformis* Nierstrasz y Brender-á-Brandis, parásito de la cámara branquial de *Palaemonetes argentinus*. - *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. B. Ricadavia (Parasitología)* 2 (1): 1-5.
- VAN ARMAN, J. A. & SMITH, A. C., 1970. The Pathobiology of an Epibranchial Bopyrid Isopod in a Shrimp, *Hippolytina wurdemanni*. - *J. Invert. Pathol.* 15: 133-135.
- WALKER, S. P., 1977. *Probopyrus pandalicola*: Discontinuous ingestion of shrimp hemolymph. *Exp. Parasitol.*, 41: 198-205.

Manuscrito recibido el 3 de noviembre de 1985.

Manuscrito revisado recibido el 24 de junio de 1986.