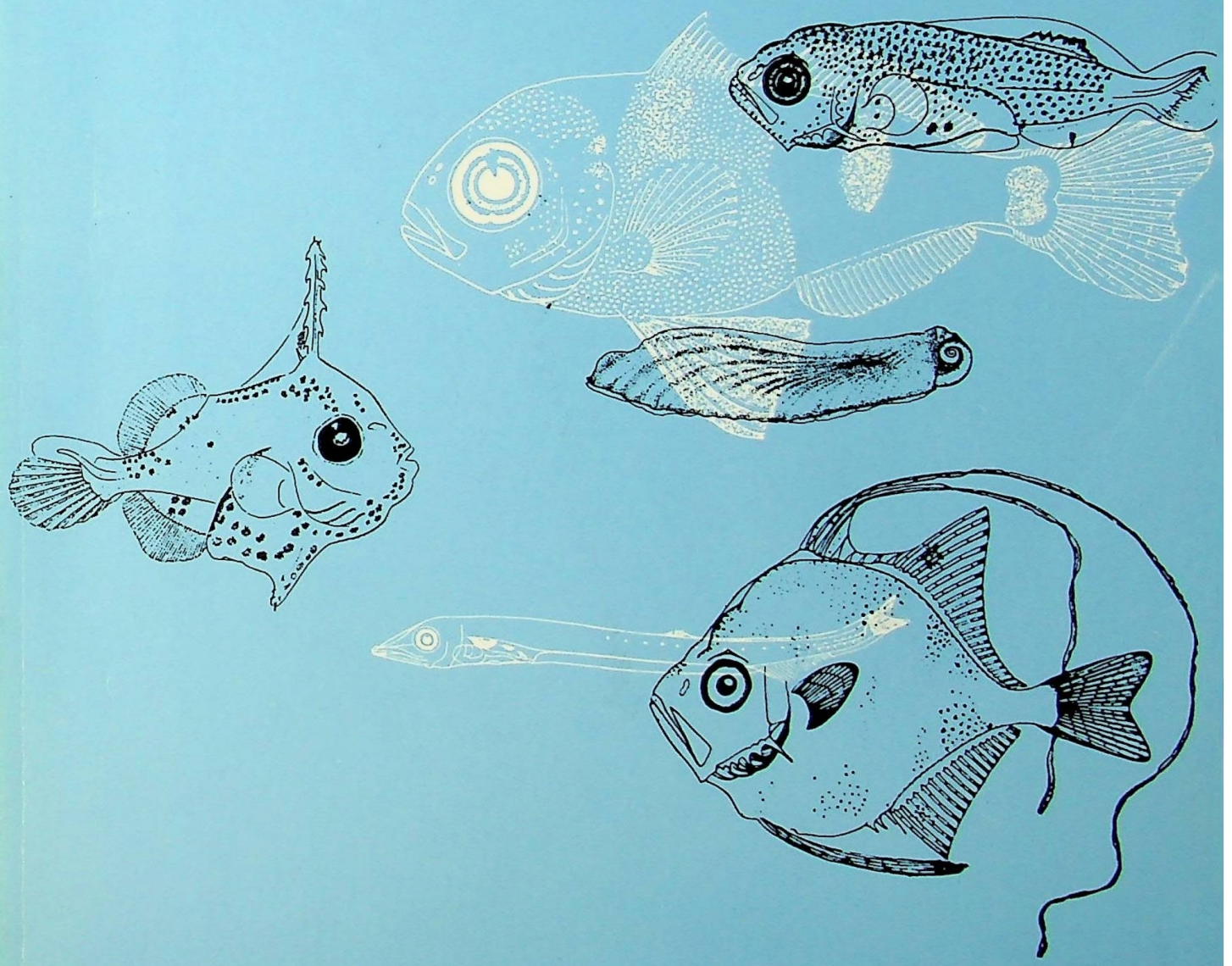


Biología Pesquera

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE

Nº 15



COMITE EDITOR

Dr. Juan Carlos Castilla Z.
Facultad de Cs. Biológicas
Santiago.

Dr. Patricio Bernal P.
Sede Talcahuano
Talcahuano.

Dr. Bernabé Santelices G.
Facultad de Cs. Biológicas
Santiago.

Dr. Alberto Arrizaga M.
Sede Talcahuano
Talcahuano.

Prof. Nicolás Rozbaczylo
Facultad de Cs. Biológicas
Santiago.

Dr. Eduardo Tarifeño S.
Sede Talcahuano
Talcahuano.
Editor Jefe

COMITE ASESOR

Dr. Tarsicio Antezana J.
Universidad de Concepción
Concepción, CHILE.

Sr. Fernando Balbontín C.
Universidad de Valparaíso
Valparaíso, CHILE.

Dr. Jorge Csirke
FAO.
Roma, ITALIA.

Dr. Ricardo Galleguillos G.
Pont. Univ. Católica de Chile
Talcahuano, CHILE.

Dr. Pablo Lagos
Instituto Geofísico del Perú
Lima, PERU.

Sr. José Orensaz M.
University of Washington
Seattle, USA.

Dr. Mario Silva O.
Universidad de Concepción
Concepción, CHILE.

Sr. Julio Valdivia G.
Instituto del Mar del Perú
Callao, PERU.

Sr. Patricio Arana E.
Univ. Católica de Valparaíso
Valparaíso, CHILE.

Dr. Ray Beverton
University of Wales
Cardiff, Wales, U.K.

Sr. Tomás Fonseca F.
Univ. Católica de Valparaíso
Valparaíso, CHILE.

Dr. Vincent Galluci
University of Washington
Seattle, USA.

Dr. Reuben Lasker
National Marine Fisheries
Service NOAA.
La Jolla, California, USA.

Dr. Trevor Platt
Marine Ecology Laboratory
Bedford Institute of Oceanography
Darmouth, N.S. CANADA

Dra. Mia Tegner
Scripps Institution of
Oceanography
University of California
La Jolla, California, USA.

Sra. Irma Vila P.
Universidad de Chile
Santiago, CHILE.

Sr. Nibaldo Bahamonde N.
Universidad de Chile
Santiago, CHILE.

Sr. Italo Campodónico G.
Universidad de Magallanes
Punta Arenas, CHILE.

Dr. Víctor A. Gallardo
Universidad de Concepción
Concepción, CHILE.

Dr. Roberto Jiménez S.
Instituto Nacional de Pesca
Guayaquil, ECUADOR.

Dr. Jack Mac Lachlan
National Research Council
Halifax, N.S. CANADA.

Dr. Pedro Ripa
C.I.C.E.S.E.
Ensenada, MEXICO

Mr. Patrick Tomlinson
Comisión Internacional del
Atún Tropical
La Jolla, California, USA.

Dr. José Antonio Pereiro
Instituto Español de
Oceanografía
Madrid, ESPAÑA.

Director Responsable:

Sr. Homero Larraín L.
Director Sede Talcahuano
Pontificia Universidad Católica de Chile

Director Subrogante:

Dr. Jorge Lewin C.
Decano Facultad de Ciencias Biológicas
Pontificia Universidad Católica de Chile

© Pontificia Universidad Católica de Chile, 1985. ISSN N° 0067-8767
Toda solicitud de canje, compra y correspondencia en general debe ser dirigida a:

Editor Jefe
BIOLOGIA PESQUERA
Pontificia Universidad Católica de Chile
Sede Talcahuano
Casilla 127 - Talcahuano
CHILE
DISEÑO PUBLICIDAD UNIVERSITARIA U.C.

Biología Pesquera

BIOLOGIA PESQUERA es una revista que en el ámbito regional latinoamericano tiene por objeto publicar los resultados de investigaciones biológicas, ecológicas, limnológicas, oceanográficas y de ingeniería, orientadas a incrementar las bases científicas para el manejo y utilización de los recursos acuáticos vivos. Se publicarán preferentemente trabajos referidos al Océano Pacífico Sur Oriental y Océano Austral (Antártica). Los idiomas de publicación son español e inglés.

La responsabilidad de la gestión editorial de **BIOLOGIA PESQUERA**, recae en forma conjunta en el Departamento de Biología y Tecnología del Mar de la Sede de Talcahuano y en el Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones de la Sede Santiago.

BIOLOGIA PESQUERA is a Journal that in the Latin-American region has the purpose of publishing results either from biological, ecological, limnological, oceanographic or engineering research, oriented to increase the scientific bases for the management and exploitation of aquatic living resources. The Journal will give priority to manuscripts referring to both, the Southeastern Pacific and Antarctic Oceans. Submission of papers can be made in Spanish or English. The managing editorship of **BIOLOGIA PESQUERA** is a joint effort by the Departamento de Biología y Tecnología del Mar (Talcahuano Campus) and the Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones (Santiago Campus).



Biología Pesquera

INDICE N° 15

1986

Mallo, J.C.

Desarrollo larvario del camarón, *Peisos petrunkevitchi* Burkenroad, 1945, en laboratorio (Crustacea, Decapoda, Sergesúidae)..... 3-16

Guíñez, R., A. Monsalve & R. Galleguillos.

Correlaciones genético-morfológica en la ostra chilena, *Tiostrea chilensis* (Philippi, 1845) Chanley y Dinamani, 1980; del banco de Pullinque (Ancud, Chiloé) 17-25

Huaquín, L. y N. Araya.

Caracterización de los estados del desarrollo embrionario del pejerrey, *Basilichthys australis* (Eigenmann, 1927)..... 27-44

Aguilera, E., C. Oyarzún & J. Chong.

Ciclo reproductivo de la sardina española, *Sardinops sagax musica* (Girard, 1854) en el área pesquera de Talcahuano, Chile (1983-1984)..... 45-53

Mesías, J. y S. Salinas.

Corrientes en la Bahía de Concepción, Chile 55-62

Fernández, J., C. Villalba & A. Alviña.

Parásitos del pejegallo *Callorhynchus callorhynchus* (L.) en Chile: Aspectos biológicos y sistemáticos 63-73

NOTA

Chaparro, O. y M.A. Sanhueza.

Desarrollo embrionario y larval del choro zapato, *Choromytilus chorus* (Bivalvia, Mytilidae) .. 75-79

**DESARROLLO LARVARIO DEL CAMARON
PEISOS PETRUNKEVITCHI BURKENROAD, 1945,
EN LABORATORIO.
(CRUSTACEA, DECAPODA, SERGESTIDAE)***

**LARVAL DEVELOPMENT OF THE SHRIMP
PEISOS PETRUNKEVITCHI BURKENROAD, 1945,
UNDER LABORATORY CONDITIONS.
(CRUSTACEA, DECAPODA, SERGESTIDAE)**

Juan Carlos Mallo

RESUMEN

Este trabajo da a conocer los primeros estadios de vida de *Peisos petrunkevitchi* Burkenroad, 1945, especie muy importante en las tramas tróficas del Ecosistema Costero Bonaerense y del norte de la Patagonia. Los estadios larvales han sido criados desde la eclosión hasta la postlarva. Los huevos fueron obtenidos de hembras maduras desovadas en laboratorio. Se describen cuatro fases de nauplius, cinco de protozoa, dos de zoea y cuatro de postlarva. El desarrollo completo en laboratorio, a una temperatura media de $18^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y una salinidad de $34 \pm 0,5\%$, demandó 45 a 48 días. El alimento suministrado a los diferentes estadios larvales, exceptuando el nauplius que se alimenta de sus propias reservas, fue la diatomea *Skeletonema costatum*, proveniente de cultivos *in vitro*.

Palabras clave: ontogenia, endémico, cultivo, morfología larvaria, nerítico.

ABSTRACT

This work presents the larval stages of the Sergestidae *Peisos petrunkevitchi* Burkenroad, 1945, a very important species in the trophic webs of the Ecosystem of the Coastal Waters of the Buenos Aires and the Northern Patagonian Regions. The complete larval development was carried out under laboratory conditions (average temperature: 18°C , salinity: 34‰) and it took 45 to 48 days. The eggs were obtained from mature females wick spawned in the laboratory. The nauplius grew using their own reserves but the other stages were fed with the diatom *Skeletonema costatum*. Four nauplii, five protozoae, two zoeae and four postlarval stages are described.

Key words: ontogeny, endemic, culture, larval morphology, neritic.

INTRODUCCION

Peisos petrunkevitchi Burkenroad, 1945, es una especie típicamente nerítica y endémica para las aguas costeras del sur de Brasil ($32^{\circ}00\text{ S}$), Uruguay y Argentina hasta Playa Unión ($44^{\circ}00\text{ S}$) (Burkenroad, 1945; Boschi, 1965 y 1981; Mallo y Boschi, 1982; Mallo, 1984). Se destaca por su gran importancia como componente de las tramas tróficas del Ecosistema Costero Bonaerense y del norte de la Patagonia (Boschi *et al.*, 1981). El propósito del presente trabajo es describir las características morfológicas de las fases larvales y postlarvales de esta especie y conocer su factibilidad de cultivo en laboratorio.

La investigación sobre fases larvales de crustáceos decápodos proporciona valiosa información, no sólo sobre la posición sistemática y la vinculación entre diferentes taxones, sino también respecto a las relaciones filogenéticas entre las estirpes. Además a través del estudio de la abundancia de las larvas es posible estimar en forma indirecta el número de reproductores, como también delimitar áreas de reproducción y abundancia; lo cual puede relacionarse directamente con el manejo o conservación de especies de interés comercial.

Se debe destacar que no existe un conoci-

miento completo del desarrollo larval de esta especie, salvo algunas observaciones morfológicas sobre los principales estadios (Boschi y Scelzo, 1969; Boschi, 1981; Mallo y Boschi, 1982). En general hay pocos estudios sobre larvas de Sergestidae para el Atlántico Sud Occidental (Gurney y Lebour, 1940; Gurney, 1942; Boschi, 1981).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo ha sido realizado en parte en el laboratorio de Biología Pesquera de Crustáceos (INIDEP, Mar del Plata) y en el laboratorio de Biología Marina del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO, Bahía Blanca). Hembras maduras de *Peisos petrunkevitchi* fueron capturadas por embarcaciones pesqueras, frente al sector de Playa Grande (Mar del Plata) utilizando una red de barra o "Raño". Los arrastres fueron de diez minutos y sólo un pequeño número de hembras se encontraba en condiciones adecuadas para su mantención en laboratorio.

Las hembras maduras fueron trasladadas a acuarios de vidrio de 60 × 40 × 40 cm aproximadamente, con agua de mar filtrada a través de filtros Millipore de 8µ de poro. A esta agua se le agregó 1 g de EDTA (Acido Etilendiaminotetracético sal disódica) por cada 100 litros; la temperatura media fue de 18° ± 2°C, la salinidad de 34 ± 0,5‰ y el oxígeno a nivel de saturación.

Una vez producidos los desoves, ordinariamente al amanecer, los huevos fueron aislados. Luego de la eclosión, 280 nauplius fueron ubicados en 28 recipientes de vidrio, cubiertos, de 100 cc con agua de mar filtrada y EDTA. En cada uno de estos recipientes se colocaron 10 ejemplares, se les cambió el agua día a día y se agregó como alimento *Skeletonema costatum*, especie común en el fitoplancton de Mar del Plata, especialmente en primavera y verano, y a su vez importante componente en la dieta de *Peisos petrunkevitchi* adultos; estas diatomeas fueron obtenidas de cultivos "in vitro".

Los ejemplares estudiados al mudar y las mudas se fijaron en formol al 5%, neutralizado con bórax. El tiempo de duración de la experiencia fue de 48 días.

En el estudio y descripción de los estadios larvales, se utilizó un microscopio estereoscópico y un microscopio binocular para los primeros estadios; los dibujos se hicieron con ayuda de la cámara clara. Las mediciones se realizaron mediante un ocular micrométrico

graduado, a la milésima de milímetro, utilizando ejemplares fijados a lo largo de la experiencia.

Las medidas registradas en las larvas fueron las siguientes:

Largo total (Lt): tomada en vista dorsal, desde el margen anterior del caparazón hasta el margen posterior del telson, excluyendo las espinas anteriores y posteriores.

Largo caparazón (Lc): tomada desde el margen anterior hasta el posterior del cefalotórax, excluyendo las espinas.

Largo abdomen (La): tomada desde el margen anterior del primer segmento del abdomen, hasta el extremo del telson, excluyendo espinas y lobulaciones.

Largo antenas y largo anténulas: tomadas desde la base de cada una hasta el extremo distal, excluyendo sedas y espinas.

Largo espinas: tomada desde la base al extremo de cada una de ellas.

Ancho caparazón: tomado desde un borde al otro de la zona posterior del caparazón excluyendo las espinas posteriores laterales.

Ancho abdomen: tomada desde un margen al otro en la zona media del abdomen, excluyendo las espinas medias laterales.

RESULTADOS

Descripción morfológica de los estadios larvales y postlarvales.

El desarrollo larvario de *Peisos petrunkevitchi* está conformado por los siguientes estadios: Nauplius I a IV, Protozoa I a V y Zoa I a II. El estadio de Postlarva I a IV, también se describe en el presente trabajo.

Huevo. Esférico, 0,224 mm de diámetro, color marrón grisáceo, duración promedio 24 horas.

Nauplius.

Esta primera fase libre posee un cuerpo piriiforme u oviforme, con tres pares de apéndices que cumplen únicamente función natatoria. Se alimenta de sus propias reservas.

Nauplius I: (Figura 1a; Figura 4a).

—Duración promedio: 12 horas.

—Tamaño: Lt 0,230 mm; ancho 0,175 mm.

—Anténula: unirramosa; largo 0,175 mm; con tres sedas lisas terminales de diferentes tamaños.

—Antena: birramosa; largo 0,150 mm; exopodito y endopodito con tres sedas lisas terminales de diferentes tamaños.

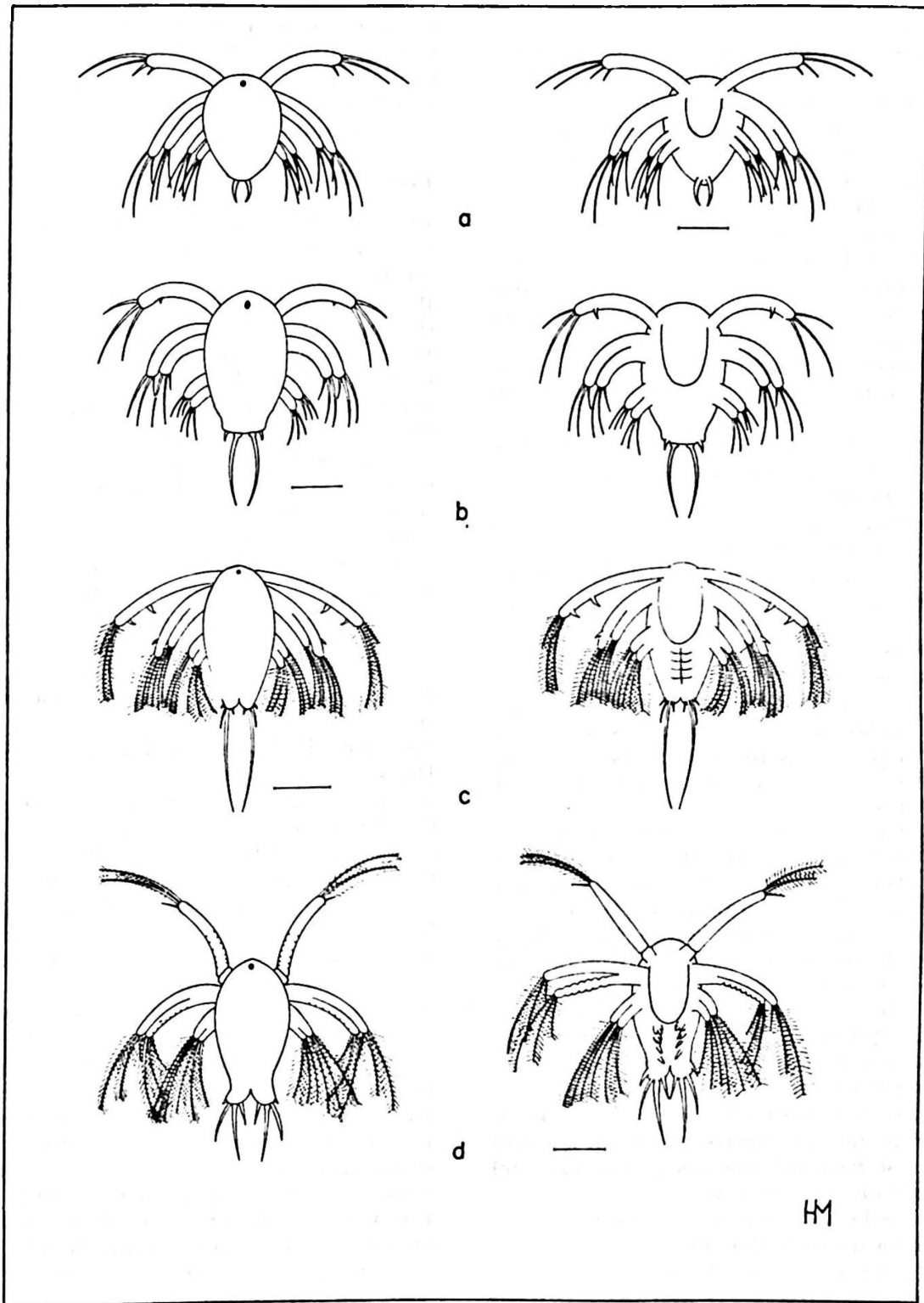


Figura 1. Estadio de Nauplius de *Peisos petrunkevitchi*, a:N_I; b:N_{II}; c:N_{III}; d:N_{IV}; vistas dorsal y ventral (Escala modular 0,1 mm).

—Mandíbula: birramosa; largo 0,055 mm; exopodito y endopodito con tres sedas terminales de diferentes tamaños.

—Caracterización: furca caudal 1 + 1 de posición ventral o subterminal. Largo 0,060 mm; ojo naupliar dorsoanterior; color amarillento marrón.

Nauplius II: (Figura 1b; Figura 4b).

—Duración promedio: 16 horas.

—Tamaño: Lt 0,283 mm; ancho 0,155 mm.

—Anténulas: largo 0,170 mm; con tres sedas lisas terminales de diferentes tamaños y una pequeña espina en su borde interno.

—Antenas: largo 0,200 mm: exopodito y endopodito con tres sedas lisas terminales de diferentes tamaños.

—Mandíbulas: largo 0,070 mm; exopodito y endopodito con tres sedas lisas terminales de diferentes tamaños.

—Caracterización: furca caudal 2 + 2, largo 0,155 mm y 0,020 mm; ojo naupliar dorsoanterior; ventralmente se observa el labrum o labro que marca la posición de la futura boca; color amarillento marrón.

Nauplius III: (Figura 1c; Figura 4c).

—Duración promedio: 22 horas.

—Tamaño: Lt 0,305 mm; ancho 0,160 mm.

—Anténulas: 0,210 mm; con tres sedas terminales plumosas de diferentes tamaños; con dos pequeñas y fuertes espinas en el borde interno.

—Antenas: largo 0,175 mm; exopodito y endopodito con tres sedas terminales plumosas de diferentes tamaños, el primero con una pequeña espina en su borde externo.

—Mandíbulas: largo 0,075 mm; exopodito y endopodito con tres sedas terminales plumosas de diferentes tamaños.

—Caracterización: se empieza a observar la división que dará origen a los dos lóbulos caudales, cada uno con cuatro espinas de 0,245 mm, 0,020 mm, 0,030 mm y 0,100 mm de largo; la furca caudal ha adicionado un par de pequeñas espinas 4 + 4. En la parte ventral se hace notoria la segmentación del tórax; color igual al anterior.

Nauplius IV: (Figura 1d; Figura 4d).

—Duración promedio: 24 horas.

—Tamaño: Lt 0,310 mm; ancho 0,165 mm.

—Anténulas: largo 0,215 mm, con tres sedas plumosas de diferentes tamaños; comienza a observarse un principio de segmentación.

—Mandíbulas: largo 0,080 mm; exopodito y endopodito con tres sedas terminales plumosas de diferentes tamaños.

—Caracterización: se observan las lobulaciones posteriores, cada una con cuatro espinas

de diferentes tamaños: 0,180 mm, 0,020 mm, 0,040 mm y 0,120 mm de largo; furca caudal 4 + 4. En la parte ventral se hacen más notorio los apéndices torácicos; color igual al anterior, pero más transparente.

Protozoa

En este estadio las larvas comienzan a alimentarse de fitoplancton, nadando con ayuda de sus apéndices torácicos. El cuerpo ya presenta una separación en cefalotórax y abdomen. La cabeza está cubierta por un caparazón de forma ligeramente hexagonal, más largo que ancho; la presencia de este caparazón es un carácter distintivo entre la fase de protozoa y nauplius. El tórax está segmentado, presenta 5 ó 6 segmentos. El abdomen es liso en la protozoa I y II; pero segmentado en el resto de los subestadios. Las antenas y anténulas están bien desarrolladas, su función es natatoria, conjuntamente con los maxilípedos 1° y 2°. Las mandíbulas se incorporan a la región bucal como apéndices masticadores; son funcionales también las maxilulas y maxilas. Aparecen como rudimentarios el maxilípodo 3° y los cinco pares de pereiópodos.

Protozoa I: (Figura 2a; Figura 4e).

Duración: 2 a 3 días.

—Tamaño: Lt 0,495 mm; Lc 0,225 mm; La 0,240 mm; ancho caparazón 0,200 mm; ancho abdomen 0,080 mm; largo anténula 0,220 mm; largo antena 0,190 mm.

—Caracterización: caparazón ligeramente hexagonal, con cinco procesos espinosos lisos sin ornamentaciones: dos espinas supraorbitales de 0,060 mm de largo, dos espinas posteriores laterales de 0,060 mm de largo y una espina posterior central de 0,080 mm de largo; abdomen no segmentado. Anténulas con tres sedas terminales. Antenas con cinco sedas terminales en el exopodito y en el endopodito. Telson con dos lobulaciones, cada una con tres procesos espinosos desnudos o lisos de diferentes tamaños, 0,090 mm; 0,280 mm y 0,160 mm; en la base de cada lobulación hay una pequeña espina de 0,040 mm de largo. Las larvas son incoloras.

Protozoa II: (Figura 2b; Figura 4f).

—Duración: 3 a 5 días.

—Tamaño: Lt 0,575 mm; Lc 0,340 mm; La 0,235 mm; ancho caparazón 0,280 mm; ancho abdomen 0,100 mm; largo anténula 0,250 mm; largo antena 0,200 mm.

—Caracterización: caparazón semejante a la protozoa I, con seis procesos espinosos lisos

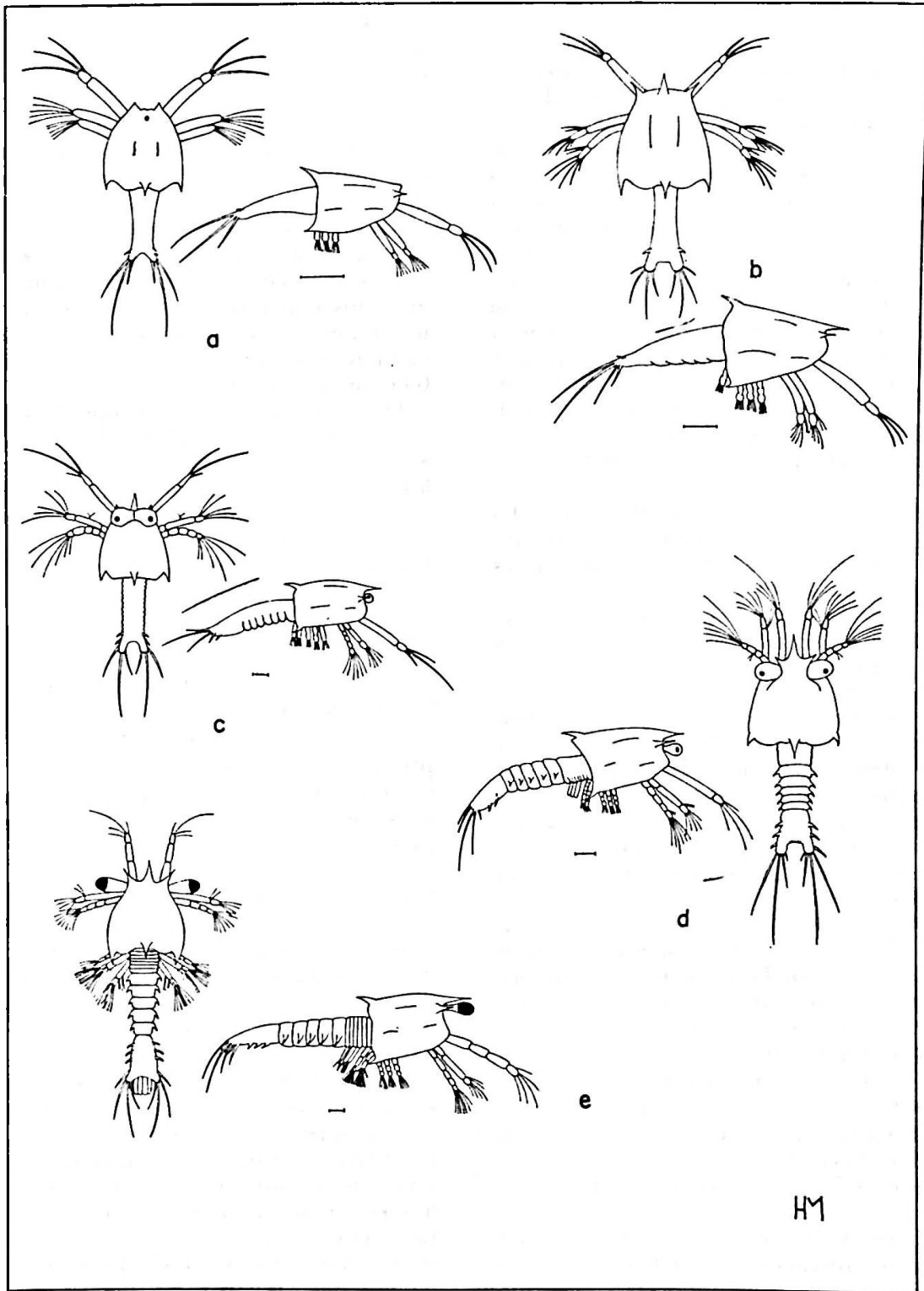


Figura 2. Estadio de Protozoa de *Peisos petrunkevitchi*, a:P₁; b:P₁₁; c:P₁₁₁; d:P_{1V}; e:P_{1V}; vistas dorsal y lateral (Escala modular 0,1 mm).

sin ornamentaciones; dos espinas supraorbitales de 0,070 mm de largo; una espina rostral central de 0,112 mm de largo; dos espinas posteriores laterales de 0,070 mm de largo y una espina posterior central de 0,100 mm de largo. Abdomen no segmentado. Anténulas con tres sedas terminales. Antenas con exopodito y endopodito con siete sedas terminales. Telson con dos lobulaciones, cada una con cuatro procesos espinosos lisos de diferentes tamaños; 0,040 mm; 0,140 mm; 0,300 mm y 0,100 mm de largo total; en la base de cada lobulación hay una pequeña espina de 0,025 mm de largo. Por transparencia se empiezan a observar los ojos compuestos en la zona dorsoanterior del caparazón. Las larvas son incoloras.

Protozoa III: (Figura 2c; Figura 4g).

—Duración: 4 a 5 días.

—Tamaño: Lt 0,850 mm; Lc 0,400 mm; La 0,450 mm; ancho caparazón 0,360 mm; ancho abdomen 0,160 mm; largo anténulas 0,280 mm; largo antenas 0,230 mm.

—Caracterización: caparazón semejante a la protozoa II, con cinco procesos espinosos lisos sin ornamentaciones, con la misma disposición que en el subestadio anterior: dos espinas supraorbitales de 0,080 mm; una espina rostral central de 0,140 mm; dos espinas posteriores laterales de 0,110 mm y una espina posterior central de 0,180 mm. Anteriormente se observan los ojos compuestos, grandes y sésiles. Anténulas con tres sedas terminales de diferentes tamaños. Antenas con cinco sedas en el exopodito y seis sedas terminales en el endopodito, comienza a segmentarse. Abdomen con inicio de segmentación en su zona media. Telson con dos lobulaciones, cada una con cuatro procesos espinosos lisos de diferentes tamaños; 0,080 mm; 0,260 mm; 0,420 mm y 0,180 mm de largo; en la base de cada lobulación hay una pequeña espina de 0,030 mm de largo. Las larvas son incoloras con pigmentaciones rojizas en los apéndices bucales.

Protozoa IV: (Figura 2d; Figura 4h).

—Duración: 5 a 6 días.

—Tamaño: Lt 1,130 mm; Lc 0,480 mm; La 0,650 mm; ancho caparazón 0,420 mm; ancho abdomen 0,180 mm; largo anténula 0,330 mm; largo antena 0,290 mm.

—Caracterización: caparazón semejante a la protozoa III, con seis procesos espinosos lisos sin ornamentaciones, con igual disposición que en el estadio anterior: dos espinas supraorbitales de 0,140 mm; una espina rostral central de 0,180 mm; dos espinas poste-

riores laterales de 0,120 mm y una espina posterior central de 0,150 mm. Anteriormente se observan los ojos compuestos que ya son pedunculados. Anténulas con cuatro sedas terminales. Antenas con el exopodito con siete sedas y el endopodito segmentado con siete sedas de diferentes tamaños. Los apéndices torácicos se hacen más distinguibles y los pereiópodos comienzan a observarse como brotes o esbozos. Abdomen segmentado, con cinco segmentos en su zona media armados con una fuerte espina lateral. El telson lleva cinco procesos espinosos lisos en cada lobulación de diferentes tamaños: 0,060 mm; 0,320 mm; 0,380 mm; 0,220 mm y 0,035 mm de largo; lateralmente se hallan dos pequeñas espinas de 0,030 mm de largo. Se observan por transparencia los esbozos de los urópodos birramosos. Las larvas son casi incoloras con pigmentaciones rojizas en los apéndices bucales.

Protozoa V: (Figura 2e; Figura 4i).

—Duración: 5 a 6 días.

—Tamaño: Lt 1,380 mm; Lc 0,540 mm; La 0,840 mm; ancho caparazón 0,520 mm; ancho abdomen 0,200 mm; largo anténulas 0,400 mm; largo antenas 0,380 mm.

—Caracterización: caparazón semejante a la protozoa IV, con seis procesos espinosos sin ornamentaciones con igual disposición que en el subestadio anterior: dos espinas supraorbitales de 0,170 mm; una espina rostral central de 0,200 mm; dos espinas posteriores laterales de 0,140 mm y una espina posterior central de 0,190 mm de largo. Anteriormente se observan los ojos compuestos, con pedúnculos más largos y fuertes que el subestadio anterior. Anténulas con cuatro sedas terminales, con esbozos de segmentación. Antenas con exopodito con seis sedas y endopodito segmentado con nueve sedas terminales. Los apéndices torácicos se hacen muy conspicuos y los pereiópodos han crecido de tamaño; pero aún son rudimentarios. Abdomen segmentado, con cinco segmentos en su parte media con un par de fuertes espinas laterales; el telson lleva en cada lobulación cuatro espinas terminales todas lisas, de diferentes tamaños: 0,080 mm; 0,350 mm; 0,560 mm y 0,240 mm de largo; a diferencia del subestadio anterior lleva tres espinas laterales de 0,060 mm de largo; ya se observan los esbozos de los urópodos birramosos. Las larvas son casi incoloras con manchas rojizas en la zona bucal y en la parte posterior del abdomen.

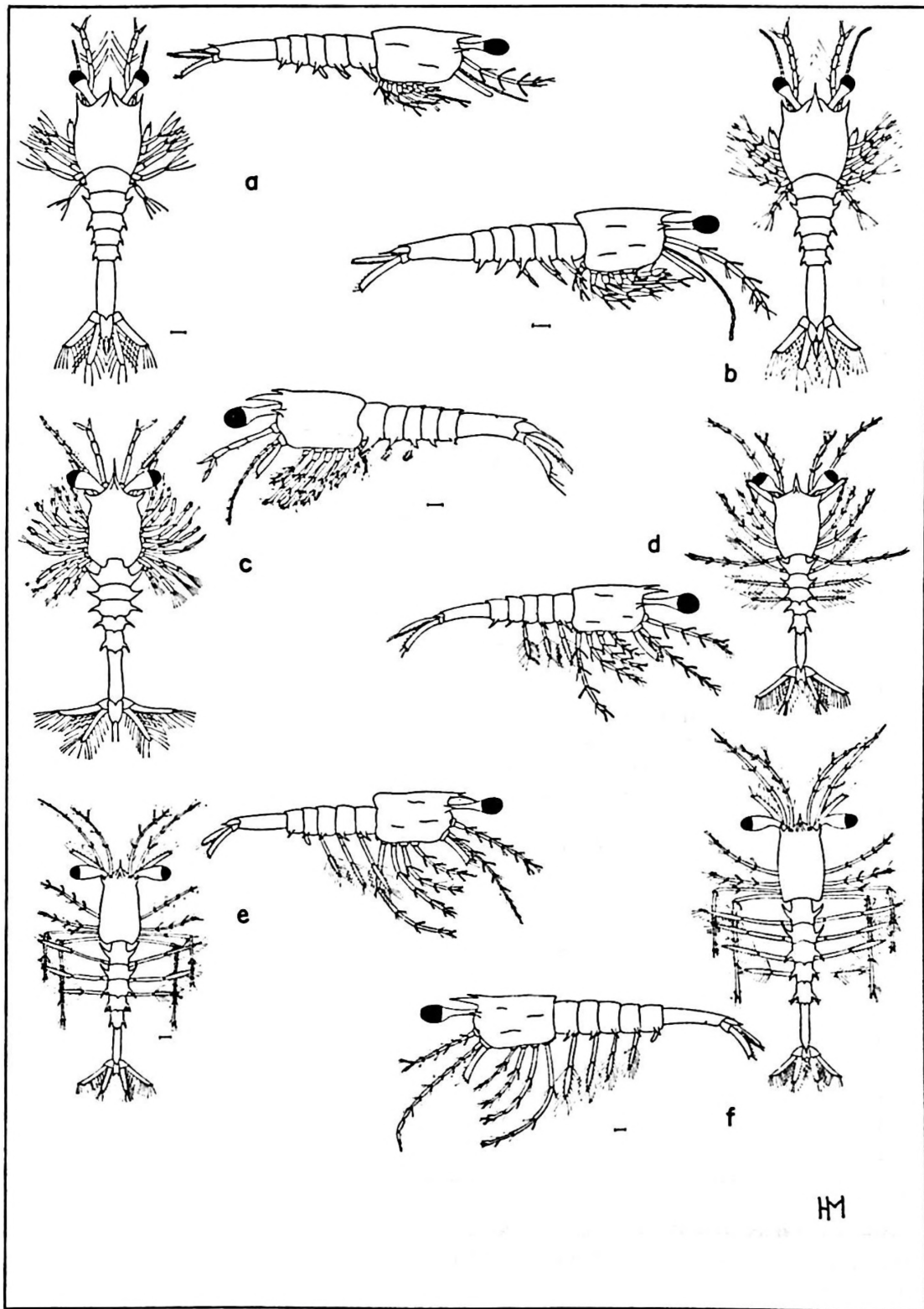


Figura 3. Estadio de Zoea y Postlarva de *Peisos petrunkevitchi*, a:Z_I; b:Z_{II}; c:P_I; d:P_{II}; e:P_{III}; f:P_{IV}; vistas dorsal y lateral (Escala modular 0,1 mm).

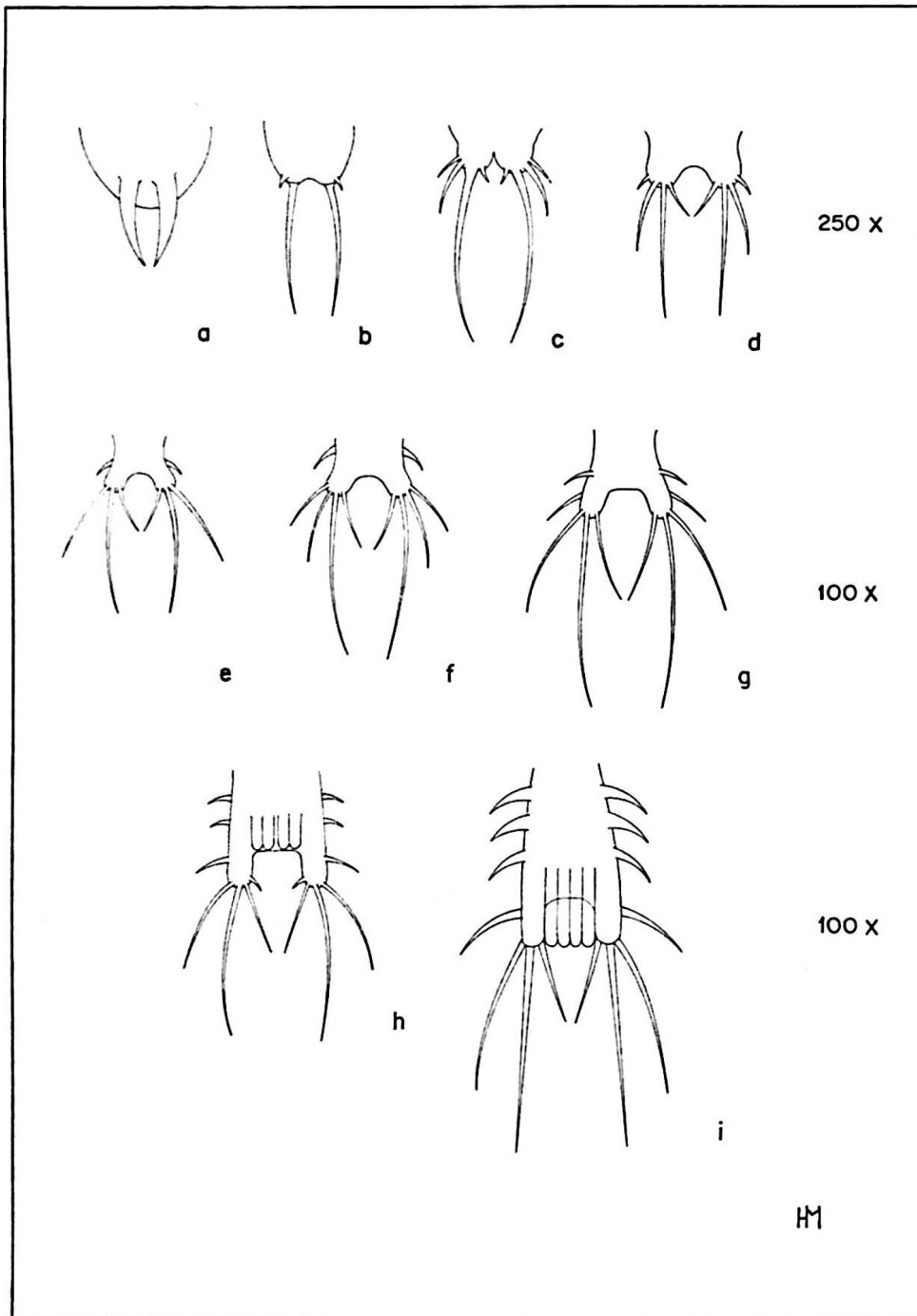


Figura 4. Detalle de espinas caudales de los estadios de Nauplius y Protozoa de *Peisos petrunkevitchi*, a:N_I; b:N_{II}; c:N_{III}; d:N_{IV}; e:P_I; f:P_{II}; g:P_{III}; h:P_{IV}; i:P_V.

Zoea

El cuerpo se ha alargado, las larvas son sumamente activas, moviéndose no sólo por agitación de sus apéndices, sino fundamentalmente por flexiones del cuerpo, poseyendo un gran fototaxismo positivo. Esta fase larval tiene dos subestadios, determinado por respectivas mudas. Entre los rasgos más característicos que definen esta fase figuran la presencia de exopoditos setosos bien desarrollados en maxilípedos y pereiópodos y el desarrollo de pleópodos rudimentarios no sedosos en el abdomen. La antena contrastando con el estadio anterior, posee el exopodito transformado en escama de forma espatular y el endopodito en el flagelo antenal bien segmentado. El abdomen presenta los cinco primeros segmentos con un par de fuertes espinas laterales, dirigidas hacia adelante en los dos primeros y hacia atrás en los tres siguientes; el sexto es más delgado y alargado, con una pequeña espina terminal. La nadadera caudal está totalmente conformada por el telson y los urópodos birramosos. Zoea I: (Figura 3a; Figura 5a).

—Duración: 2 a 3 días.

—Tamaño: Lt 1,460 mm; Lc 0,560 mm; La 0,900 mm; ancho caparazón 0,440 mm; ancho abdomen 0,170 mm; largo anténulas 0,400 mm; largo antenas 0,420 mm.

—Caracterización: caparazón más rectangular y delgado, han desaparecido los tres procesos espinosos posteriores, poseen solamente tres anteriores lisos sin ornamentaciones: dos espinas supraorbitales de 0,060 mm y la espina rostral central de 0,100 mm de largo; anteriormente se observan los ojos compuestos, grandes y con fuertes pedúnculos. Anténulas segmentadas y gruesas. Antenas con escama y flagelo. El tercer maxilípedo y los pereiópodos con exopodito formado por dos artejos y con cuatro sedas terminales; el endopodito de los tres primeros pares de pereiópodos formado por cuatro artejos, el distal posee en su ápice un esbozo de bifurcación, que posteriormente dará lugar a la quela. El abdomen con seis segmentos bien desarrollados culmina en el telson con un par de espinas terminales largas y delgadas, acompañadas cada una por tres pequeñas espinas; a ambos lados están los urópodos bien desarrollados con el exopodito terminado en una pequeña espina y con sedas en su borde interno y apical y el endopodito rodeado totalmente de sedas. Las larvas son incoloras con

manchas rojizas en la zona bucal, en el telson y en partes del abdomen.

Zoea II: (Figura 3b; Figura 5b).

—Duración: 1 a 2 días.

—Tamaño: Lt 1,650 mm; Lc 0,600 mm; La 1,050 mm; ancho caparazón 0,500 mm; ancho abdomen 0,200 mm; largo anténulas 0,450 mm; largo antenas 0,520 mm.

—Caracterización: caparazón rectangular con solo tres procesos espinosos lisos sin ornamentaciones: dos espinas supraorbitales de 0,090 mm y una espina rostral central de 0,160 mm de largo; los ojos son compuestos y pedunculados. Tercer maxilípedo y pereiópodos con el exopodito formado por tres artejos, cada uno con dos pares de sedas; el endopodito de los tres primeros pares está formado por cinco artejos, el distal presenta el esbozo de lo que será la futura quela, en los dos últimos pares es semejante al exopodito en su estructura general. El abdomen posee seis segmentos bien desarrollados con igual cantidad y disposición de espinas que el subestadio anterior; telson con un par de largas espinas terminales, acompañadas cada una por dos pequeñas espinas a cada lado; los urópodos bien desarrollados al igual que en el subestadio anterior. Las larvas son casi incoloras con cromatóforos rojizos en su zona bucal, en el telson, urópodos y en parte de la zona ventral del abdomen.

Es importante destacar que Mallo y Boschi (1982) no hallaron el subestadio de Zoea II, aunque pensaron que probablemente existía.

Postlarva

Postlarva I: (Figura 3c; Figura 5c).

—Duración: 4 a 5 días.

—Tamaño: Lt 1,750 mm; Lc 0,650 mm; La 1,100 mm; ancho caparazón 0,480 mm; ancho abdomen 0,200 mm; largo anténulas 0,480 mm; largo antenas 0,540 mm.

—Caracterización: el caparazón rectangular y delgado posee anteriormente cuatro procesos espinosos lisos sin ornamentaciones: dos espinas supraorbitales de 0,140 mm y dos un poco mayores en la zona central anterior que conforman el esbozo del rostro; anteriormente se observan los ojos compuestos de gran tamaño, con pedúnculos grandes y fuertes. Anténulas segmentadas y gruesas, bifurcadas en su parte distal. Antenas con escama y flagelo antenal segmentado y alargado. Los pereiópodos y el tercer maxilípedo

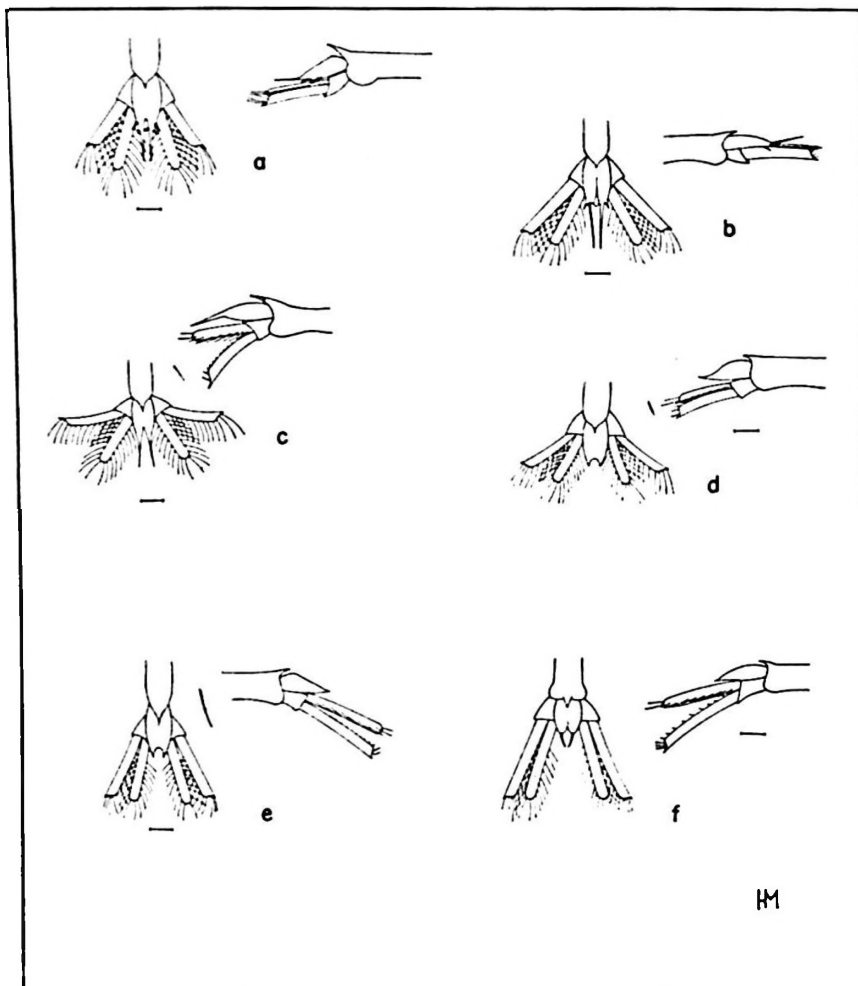


Figura 5. Detalle del telson de los estadios de Zoea y Postlarva de *Peisos petrunkevitchi*, a:Z₁; b:Z₁₁; c:P₁; d:P₁₁; e:P₁₁₁; f:P_{11V}; vistas dorsal y lateral (Escala modular 0,1 mm).

con el exopodito y el endopodito casi de igual longitud; el endopodito apenas más largo, lleva en su parte distal en los tres primeros pares de pereiópodos, una pequeña y bien desarrollada quela; en los restantes es algo menor y termina en cuatro setas de igual tamaño, al igual que el exopodito de estos apéndices. El abdomen con una estructura morfológica similar a la fase larvaria anterior, lleva una pequeña espina en la zona media dorsal de los segmentos 3°, 4° y 5°. Telson con dos espinas largas y delgadas terminales. En los primeros segmentos se observan más nítidamente los pleópodos. Las larvas son casi incoloras con pigmentaciones rojizas en las mismas áreas que en el anterior estadio.

Postlarva II: (Figura 3d; 5d).

—Duración: 4 a 5 días.

—Tamaño: Lt 1,960 mm; Lc 0,760 mm; La 1,200 mm; ancho caparazón 0,520 mm; ancho abdomen 0,240 mm; largo anténulas 0,820 mm; largo antenas 1,280 mm.

—Caracterización: el caparazón delgado y rectangular posee los mismos procesos espinosos lisos, sin ornamentaciones que el subestadio anterior: las espinas supraorbitales de 0,150 mm y la espina rostral central de 0,200 mm de largo. Se observan como notables diferencias respecto al subestadio anterior, aumento de tamaño, alargamiento de anténulas, antenas, 3° par de maxilípedos y pereiópodos. Como característica del género se observa la reducción del exopodito en todos los pares de pereiópodos y del cuarto y quinto par; pues en otros sergéstidos, como por ejemplo en *Acetes* estos dos pares se encuentran ausentes. Aparecen bien notorios

los tres primeros pares de pleópodos unirramosos, segmentados, siendo mayor el primer par y disminuyendo sucesivamente de tamaño. Telson con dos espinas terminales de mediano tamaño. Las larvas se desplazan moviendo sus pleópodos setosos y con la nadadora caudal.

Postlarva III: (Figura 3e; Figura 5e).

—Duración: 4 a 5 días.

—Tamaño: Lt 2,580 mm; Lc 0,880 mm; La 1,700 mm; ancho caparazón 0,600 mm; ancho abdomen 0,300 mm; largo anténula 1,100 mm; largo antena 1,960 mm.

—Caracterización: el caparazón delgado y rectangular posee los mismos procesos espinosos lisos sin ornamentaciones que el subestadio anterior: las espinas supraorbitales de 0,120 mm y la espina rostral central de 0,200 mm de largo, que conforma con la pequeña espina dorsal el rostro. El telson culmina en dos pequeñas espinas de tamaño semejante al subestadio anterior. Como notoria diferencia, además del aumento en longitud del

cuerpo y apéndices, se observa la aparición de un cuarto par de pleópodos rudimentarios y unirramosos, y un par de estatocistos en la base de cada anténula.

Postlarva IV: (Figura 3f; Figura 5f).

—Duración: 4 a 5 días.

—Tamaño: Lt 3,400 mm; Lc 1,100 mm; La 2,300 mm; ancho caparazón 0,700 mm; ancho abdomen 0,400 mm; largo anténulas 1,460 mm; largo antenas 2,800 mm.

—Caracterización: el caparazón posee procesos espinosos semejantes a los del subestadio anterior, todos ubicados en su parte anterior: las espinas supraorbitales de 0,160 mm y la rostral central de 0,260 mm de largo, que conjuntamente con la pequeña espina dorsal conforma el rostro; en la base de cada anténula se halla el estatocisto de forma discoidal; el abdomen posee las mismas espinas que el subestadio anterior y termina en el telson con un notorio par de espinas lisas en la zona distal; el quinto y último par de pleópodos son rudimentarios.

Tabla 1

Cuadro comparativo de diferentes estructuras morfológicas del último estadio de Protozoa en *Acetes*, *Sergestes*, *Sergia* y *Peisos*.

	ACETES	SERGESTES	SERGIA	PEISOS
PEDUNCULOS DE LOS OJOS COMPUESTOS	Corto	Largo	Largo	Corto
CAPARAZON	Rostro rudimentario; espina dorsal, dos espinas posterolaterales.	Rostro largo; 2 espinas anteriores muy ornamentadas, una posterior con espínulas.	Rostro Largo; 3 espinas laterales, 2 dorsoanteriores, una posterior dorsal, todas con espínulas ornamentadas.	Rostro corto; 3 espinas laterales y 3 posteriores, todas lisas.
PEREIOPODOS			Todos rudimentarios.	
1°	Rudimentarios			
2°	Rudimentarios			
3°	Rudimentarios			
4°	Ausentes			
5°	Ausentes			
ABDOMEN		Sin apéndices		
TELSON	Furca bilobulada con 5 espinas, 2 laterales.	Furca muy pronunciada, con 2 espinas con espínulas.		Furca bilobulada 4 espinas terminales, 3 laterales y rudimentarios urópodos.

Tabla 2

Cuadro de diferentes estructuras morfológicas del estadio de Zoea en *Acetes*, *Sergestes*, *Sergia* y *Peisos*.

	ACETES	SERGESTES	SERGIA	PEISOS
PEDUNCULO DE LOS OJOS COMPUESTOS	Corto	Muy largo	Muy largo	Largo
CAPARAZON	Largo como la mitad del cuerpo; Corto rostro; dos espinas anterolaterales, espinas posteriores ausentes.	Largo como la mitad del cuerpo; rostro con espínulas; 4 pares de espinas anterolaterales, espinas posteriores ausentes, 1 dorsal post.	Rostro más largo que anténula, 4 pares de espinas anterolaterales, 1 esp. dorsal central post. con espínulas, posterior ausente.	Más corto que la mitad del cuerpo; rostro corto inerme; 3 espinas anteriores; espinas posteriores ausentes.
PEREIOPODOS				
1°	Exopodito únicamente quelado	Exopodito muy largo, sin quela.		Exop. subquelado Endop. sin quela
2°	Exopodito únicamente quelado	Exopodito muy largo, sin quela.		Exop. subquelado Endop. sin quela
3°	Exopodito únicamente quelado	Exopodito muy largo, sin quela.		Exop. subquelado Endop. sin quela
4°	Ausente	Exopodito muy largo, sin quela.		Exop. y endop. sin quela.
5°	Ausente	Exopodito muy largo, sin quela.		Exop. y endop. sin quela.
PLEOPODOS				
1°	Rudimentarios		Ausentes	Esbozos
2°	Rudimentarios		Ausentes	Esbozos
3°	Rudimentarios		Ausentes	Esbozos
4°	Ausentes		Ausentes	Ausentes
5°	Ausentes		Ausentes	Ausentes
TELSON	Corto y ancho	Corto, profundo y ahorquillado.	Corto; con delgada furca distal con espínulas.	Más corto que los urópodos, con dos largas espinas con espínulas.

Tabla 3

Cuadro comparativo de las espinas caudales en *Sergestes*, *Sergia* y *Peisos* y su evolución durante la fase naupliar.

	SERGESTES	SERGIA*	PEISOS*
NAUPLIUS I	Dos pares de fuertes espinas posteriores.	Un par de fuertes espinas posteriores.	Un par de fuertes espinas posteriores.
NAUPLIUS II	3 pares de espinas posteriores, 2 de mayor tamaño y una más pequeña.	2 pares de pequeñas espinas posteriores, entre ambas un par mayor.	2 pares de espinas posteriores, las más internas más alargadas.
NAUPLIUS III	4 pares de espinas posteriores; el tercer par más largo, con espínulas y articulado.	No existe.	4 pares de espinas posteriores todas de diferentes largos.
NAUPLIUS IV	5 pares de espinas posteriores; las espinas 2 y 4 con espínulas, el tercer par articulado y con espínulas.	No existe.	4 pares de espinas posteriores todas de diferentes largos.

*Todas las espinas son lisas o inermes.

Es importante destacar que una característica notoria en la fase de postlarva es la de ir incorporando un par de pleópodos cada vez que por muda pasa de un subestadio a otro. Se cree que éste es un caso particular.

DISCUSION

La familia Sergestidae está representada por seis géneros: *Acetes* H. Milne - Edwards, 1830; *Peisos* Burkenroad, 1945; *Sergestes* H. Milne - Edwards, 1830; *Sergia* Stimpson, 1860; *Petalidium* Bate, 1881 y *Sicyonella* Borradaile, 1910 (Omori, 1975). El género *Peisos* con una sola especie *Peisos petrunkevitchi* Burkenroad, 1945; en su morfología larvaria posee notorias diferencias con los otros géneros de esta familia, como por ejemplo la presencia de espinas lisas sin ningún tipo de ornamentación, ni espinulas en el cefalotórax y en el abdomen en todas las fases.

En base a los trabajos de Omori (1969 y 1974), Knight y Omori (1982) y Mallo (1984) comparando el caparazón del último estadio de protozoa de los géneros *Acetes*, *Sergestes*, *Sergia* y *Peisos*, éstos presentan diferencias en cuanto al número y característica de las espinas; el pedúnculo ocular es de longitud variable según el género; los pereiópodos son rudimentarios, con excepción del género *Acetes*, donde el cuarto y quinto par están ausentes; los pleópodos están ausentes en todos los géneros y la estructura del telson es diferente y característica para cada uno de ellos (Tabla 1).

Gurney (1924; 1942) y Gurney y Lebour (1940) clasifican las protozoas en el género *Sergestes* en tres tipos, "dohrni", "ortmanni" e "hispidi", respectivamente. El tipo "dohrni" posee procesos espinosos supraorbital, lateral y posterior con numerosas y largas espinas laterales; el tipo "ortmanni" posee los procesos espinosos lateral y posterior con espinas laterales ausentes, pero acompañado de largas espinas cuyas bases salen del caparazón. Finalmente el tipo "hispidi" posee los procesos espinosos lateral y posterior sin largas espinas, a veces con largas espinulas en su base. De acuerdo con estas descripciones, la mayoría de las especies de *Sergestes* responderían al tipo "dohrni", *Sergia* al tipo "hispidi", y el género *Peisos*, aunque no totalmente, respondería por ser la que más se acerca a sus características, al tipo "hispidi".

Comparando la fase de Zoa de los mismos géneros se observan notorias diferencias

en cuanto a: longitud del pedúnculo ocular, el número y estructura de las espinas del caparazón y el rostro, pereiópodos con que las rudimentarias o sin ellas, pleópodos rudimentarios o ausentes y telson con diferente estructura según el género (Tabla 2).

Respecto a la fase naupliar es posible establecer notorias diferencias entre *Peisos*, *Sergestes* y *Sergia*, atendiendo a la diferente evolución de las espinas caudales en cuanto al número, estructura y disposición (Tabla 3).

Como conclusión, se puede afirmar, luego de las experiencias realizadas en laboratorio, que el ciclo de vida postembrionaria de *Peisos petrunkevitchi*, especie clave en las tramas tróficas costeras consta de cuatro fases larvarias; Nauplius, con cuatro subestadios; Protozoa, con cinco subestadios; Zoa, con dos subestadios y Postlarva con cuatro subestadios.

El desarrollo larvario y postlarvario completo desde el estadio Huevo hasta el de Postlarva IV, se extendió de 45 a 48 días en las siguientes condiciones de laboratorio: temperatura de $18 \pm 2^\circ\text{C}$, la salinidad de $34 \pm 0,5\text{‰}$ y alimento constituido por *Skeletonema costatum* procedente de cultivos "in vitro".

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Dr. Tarsicio Antezana por la lectura crítica y sugerencias al manuscrito, al Lic. Hermes Mianzán y al Sr. Ernesto Giolitti por la realización de los dibujos e ilustraciones del presente trabajo y a todos los que colaboraron con la realización de esta contribución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSCHI, E.E. 1965. Un interesante sergéstido para las aguas marinas de la Argentina (Crustacea, Decapoda). *Physis* Bs. As. XXV (69): 93-94.
- . 1981. Larvas de Crustáceos Decápodos. En: Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. (D. Boltovskoy, ed.) Publ. esp. Inst. Nac. Invest. y Des. Pesq. (INIDEP), Mar del Plata, Argentina. 699-758.
- BOSCHI, E.E. & M.A. SCELZO. 1969. Nuevas campañas exploratorias camarónicas en el Litoral Argentino, 1967-1968. Con referencia al plancton de la región. *Inst. Biol. Mar.*, Mar del Plata, 3-31.
- . 1974. Desarrollo larval y cultivo del camarón comercial de Argentina *Artemesia longinaris*, Bate (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *FAO. Simposio CARPAS sobre acuicultura en América Latina*, 2-41. *FAO Inf. Pesca* (159) vol 1: 287-327.
- BOSCHI, E.E., M.I. IORIO & C. FISCHBACH. 1981. Distribución y abundancia de los crustáceos decápodos

- capturados en las campañas de los B/I "Walther Herwig" y "Shinkai Marú" en el mar argentino, 1978-1979. Contrib. Inst. Nac. Invest. y Des. Pesq. (INIDEP), Argentina, 383: 233-253.
- BURKENROAD, M.D. 1945. A new Sergestid Shrimp (*Peisos petrunkevitchi*, n. gn., n. sp.) with remarks on its relationships. Trans. Conn. Acad. Sciences, 36: 553-591.
- GURNEY, R. 1924. Crustacea. IX. Decapod larvae Natural History Report of the British Antarctic Terra Nova Expedition (Zoology), 8: 37-202.
- _____. 1942. Larvae of Decapod Crustacea. The Roy. Soc. London (129): 1-306.
- GURNEY, R. & M.V. LEBOUR. 1940. Larvae of Decapod Crustacea, part. VI. The genus *Sergestes*. Discovery Rep. 20: 1-68.
- KNIGHT, M. & M. OMORI. 1982. The larval development of *Sergestes similis* Hansen (Crustacea, Decapoda, Sergestidae) reared in the laboratory. Fish. Bull. U.S. 80: 217-248.
- MALLO, J.C. 1984. Desarrollo larval y cultivo en laboratorio del camarón marino *Peisos petrunkevitchi* (Crustacea, Decapoda, Sergestidae). Tesis Doctoral, Fac. Ciencias Naturales y Museo. Univ. Nacional de La Plata. Argentina. 5-185.
- MALLO, J.C. & E.E. BOSCHI. 1982. Contribución al conocimiento del ciclo vital del camarón *Peisos petrunkevitchi* de la región de Mar del Plata, Argentina (Crustacea, Decapoda, Sergestidae). Physis Bs. As. A. 41(100): 85-98.
- OMORI, M. 1969. The Biology of a Sergestes Shrimp *Sergestes lucens* Hansen. Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokyo. 4: 1-83.
- _____. 1974. The Biology of Pelagic Shrimp in the Ocean. Adv. Mar. Biol. Vol. 12: 233-324.
- _____. 1975. The systematics, biogeography, and fishery of epipelagic shrimp of the genus *Acetes* (Crustacea, Decapoda, Sergestidae). Bull. Ocean.

**CORRELACIONES GENETICO-MORFOLOGICAS
EN LA OSTRAS CHILENA, *TIOSTREA CHILENSIS*
(PHILIPPI, 1845) CHANLEY Y DINAMANI, 1980,
DEL BANCO DE PULLINQUE (ANCUD, CHILOE)**

**GENETIC-MORPHOLOGICAL CORRELATIONS
IN THE CHILEAN OYSTER, *TIOSTREA CHILENSIS*
(PHILIPPI, 1845) CHANLEY Y DINAMANI, 1980,
FROM THE PULLINQUE BED (ANCUD, CHILOE)**

Ricardo Guñez*, Arturo Monsalve y Ricardo Galleguillos.

RESUMEN

Sobre la base de un muestreo representativo del banco ostrícola de Pullinque, se estableció que existe una correlación positiva entre el grado de heterocigosidad individual en dos loci enzimáticos (CA y LAP) y las siguientes medidas morfométricas: largo, alto, peso total, peso de tejidos blandos y porcentaje del peso total destinado a tejidos blandos. La relación explica entre 1,3% y un 4,1% de la varianza.

Se discute las implicaciones de estas asociaciones, en términos de las posibles explicaciones causales entre la multiheterocigosidad y el tamaño, como también el efecto que puede tener una pesquería que actúa selectivamente por tamaño sobre la estructura genética de una población.

Palabras claves: Ostra, Tiostrea, Variación genética, LAP, CA.

ABSTRACT

By means of a representative sampling at the Pullinque oyster bed, a positive correlation between the degree of individual heterozygosity at two enzyme loci (CA and LAP) and some morphometric variables (Length, height, total weight, soft tissue weight and percentage of total weight that is soft tissue) was established. The relationships explained between 1.3% and 4.1% of the variance.

The implications of these associations are discussed, in terms of possible causal explanations between multiheterozygosity and size, as well as the effect that a fishery acting selectively by size can have upon the genetic structure of a population.

Keywords: Genetic variation, Enzyme loci, Leucin Aminopeptidase, Carbonic Anhidrase, Individual heterozygosity, Oysters, Tiostrea, Electrophoresis.

INTRODUCCION

El estudio de los polimorfismos enzimáticos controlados genéticamente puede contribuir tanto a la comprensión de los procesos microevolutivos de los organismos marinos, como a aspectos aplicados en varias áreas de la acuicultura y del manejo de los recursos. Por ejemplo, en la identificación de stock y especies, en el análisis de los componentes genéticos de la historia vital y de la variación

demográfica, y en los mecanismos de adaptación (Koehn, 1984).

Recientemente se ha demostrado en una variedad de organismos, correlaciones entre heterocigosidad individual en loci enzimáticos polimórficos detectados electroforéticamente y rasgos cuantitativos (Foltz *et al.*, 1983; Newkirk, 1983; Koehn y Gaffney, 1984; Mitton y Grant, 1984). Específicamen-

Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano. Area de Biología y Tecnología del Mar. Laboratorio de Genética de Organismos Marinos. Casilla 127. Talcahuano, Chile.

*Dirección Actual: Pontificia Universidad Católica de Chile, Depto. Biología Ambiental. Casilla 114-D. Santiago, Chile.

te para la ostra chilena, *Tiostrea chilensis*, sólo en el trabajo de Guñez y Galleguillos (1985) se ha comunicado algunas posibles relaciones entre heterocigosidad genética y tamaño de los individuos. Este tipo de problema nos permite generar una línea de investigación en la que confluyen aspectos bioquímicos, fisiológicos, genéticos poblacionales, demográficos y evolutivos (Garton *et al.*, 1984; Zouros *et al.*, 1983).

Desde el año 1935, en que el banco ostrícola de Pullinque fue declarado como reserva genética fiscal (Decreto-ley N° 5.760) hasta la fecha, ha tenido un papel preponderante en la actividad ostrícola nacional, convirtiéndose en el principal centro abastecedor de semillas para la mayoría de los centros de cultivo (Lépez, 1983). Sin embargo, no se ha realizado en este banco investigaciones ni programas de manejo que consideren aspectos genéticos básicos o aplicados; al respecto pensamos que es imprescindible en este centro ostrícola llevar a cabo estudios genéticos orientados, por un lado, a comprender las estrategias adaptativas de la especie, y, por el otro, a generar las bases para una estrategia de mejoramiento y manejo del recurso.

El objetivo del presente trabajo es establecer en forma consistente y sobre la base de dos loci enzimáticos polimórficos, la existencia en la ostra chilena de asociaciones estadísticamente significativas entre el grado de heterocigosidad genética de los individuos y sus medidas para caracteres morfométricos de peso y longitud. Adicionalmente discutimos las implicancias de estas asociaciones.

MATERIALES Y METODOS

Los individuos analizados fueron muestreados en septiembre de 1984 desde el banco natural protegido de ostras de Pullinque, el cual se encuentra ubicado en el golfete de Quetalmahue (41°51'45"S, 73°55'25"W; Ancud, Chiloé), entre la isla Pullinque y la ensenada de Cuimio, en una bahía cerrada de baja profundidad con playas extendidas y fangosas. La superficie aproximada del banco es de 250.500 m², el sustrato está representado principalmente por conchuela de moluscos y fango duro.

Sobre el banco se diseñó un muestreo sistemático, representativo, en el cual se trazaron siete transectas en sentido Norte-Sur equidistantes 60 m entre sí, y dentro de las transectas cada 30 m se muestreó una cuadrícula de 1 m, resultando de este modo un

total de 134 m muestreados. Sobre la base de los estadísticos de una submuestra piloto, se determinó que el tamaño mínimo (Lewontin, 1974) de muestra debía ser de 544 individuos. En este cálculo se estableció *a priori* un nivel de seguridad del 95% de que la diferencia observada entre 3 clases genotípicas será significativa a un nivel del 5%, suponiendo que la diferencia real entre las clases en cuanto a talla máxima será igual o mayor al 3% respecto de la media aritmética. De tal modo, que si las diferencias reales para la talla máxima entre las clases genotípicas fueran significativas, aunque menor que el 3% de sus medias, entonces no se podrá detectar estadísticamente ninguna diferencia.

Del total de individuos muestreados, se submuestrearon al azar 544 individuos, los cuales se transportaron al Laboratorio de Genética de Organismos Marinos, en donde se almacenaron a -30°C hasta su análisis electroforético. A cada individuo se le midieron las longitudes máximas para los tres ejes morfológicos (Largo: Eje Antero-posterior; Alto: Eje Dorso-ventral; Profundidad: Eje Latero-Lateral) y los pesos total y de tejidos blandos (cuerpos devalvados).

De cada individuo mantenido a -30°C, se obtuvo una pequeña muestra del Hepatopáncreas (1-2 g), la cual se homogenizó en un volumen aproximadamente igual de tampón (Tris-HCl 0,2 M, pH 8,0). Con un pequeño papel Whatmann N° 3 (6 × 6 mm) se absorbió el sobrenadante y fue analizado por electroforesis en el gel de almidón (Connaught) al 12,5%. Las recetas de tinción se tomaron de Guñez y Galleguillos (1985) y de Ahmad *et al.* (1977) y se analizaron dos enzimas polimórficas: la Anhidrasa Carbónica (CA, E.C. 4.2.1.1) y la Leucin-Aminopeptidasa (LAP, E.C. 3.4.11.-). Los tampones utilizados en las corridas electroforéticas fueron Tris-citrate pH 8,0 (CA) (Ahmad *et al.*, 1977) y Tris-citrate pH 6,0 gel/pH 5,0 electrodo (LAP) (Selander *et al.*, 1971).

En resumen, de cada individuo se tuvieron 5 medidas morfométricas, más su genotipo para ambos loci. Cada genotipo se clasificó como homocigoto y heterocigoto, de tal modo que se pudo generar una escala de 3 grados de multiheterocigosidad individual de acuerdo al número de loci heterocigotos (0, cuando ambos loci fueron homocigotos; 1, cuando al menos uno de los loci fue heterocigoto y 2, cuando ambos loci fueron heterocigotos). Adicionalmente, se estimó un

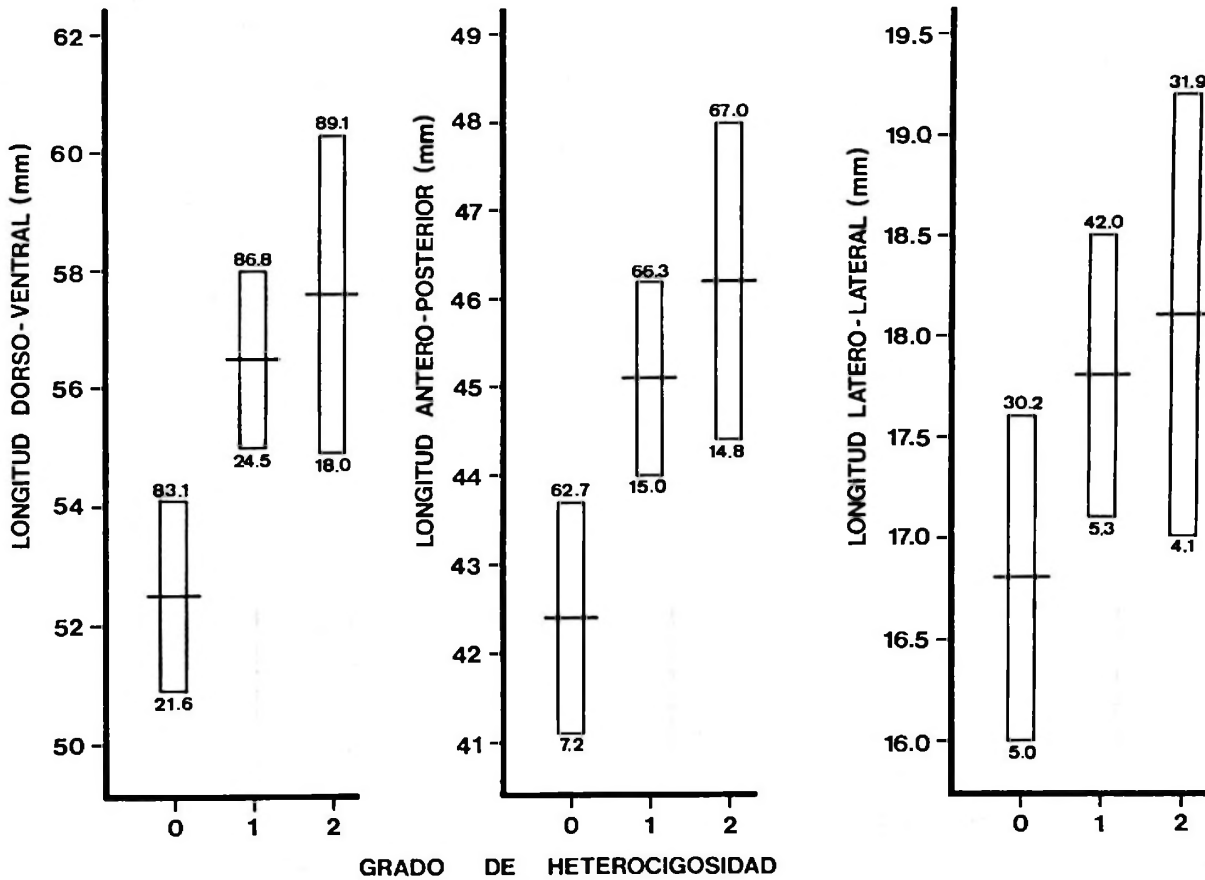


Figura 1. Medidas promedio (líneas horizontales) de (a) longitud dorso-ventral, (b) longitud antero-posterior, (c) longitud latero-lateral, y sus intervalos de confianza al 95% (barras verticales) para tres grados de heterocigosidad individual. Los valores máximos y mínimos observados se muestran arriba y abajo de las barras.

equivalente del factor de condición definido como el porcentaje del peso total destinado a tejidos blandos, calculado como $100 \times (\text{Peso tejidos blandos} / \text{Peso total})$. Para los estadísticos convencionales se siguió a Sokal y Rohlf (1981).

RESULTADOS

Para 540 individuos se obtuvo la información morfométrica y genética completa. En las figuras 1 y 2, se muestran las medias aritméticas y sus intervalos de confianza al 95%, incluyéndose también los valores máximos y mínimos para todas las características morfo-

métricas versus la heterocigosidad individual. Las figuras 3, 4 y 5 muestran las medias aritméticas y sus intervalos de confianza versus el estado heterocigótico de los individuos para el locus Leucin aminopeptidas (LAP2) y el locus Anhidrasa carbónica (CA), separadamente.

Se puede observar que existe una clara y consistente asociación positiva entre el grado de heterocigosidad individual y la variación de los caracteres considerados; los coeficientes de correlación fueron, en todos los casos excepto la profundidad, significativamente diferentes de cero (Tabla 1). El promedio aritmético de los dobles heterocigotos fue

para todos los ejes morfológicos mayor que el de los individuos con al menos un loci heterocigotos, y en todos los casos los dobles homocigotos tuvieron los menores promedios. Realizamos un análisis de varianza (ANOVA una vía) para evaluar el aporte realizado a la varianza de los caracteres morfométricos tanto por el grado de heterocigosidad individual como por el estado heterocigótico de los individuos para cada locus, los resultados se resumen en la Tabla 1. En términos de varianzas la heterocigosidad individual afecta significativamente a las longitudes dorso-ventral y antero-posterior, y a los pesos total y de tejidos blandos. Sin embargo, el aporte realizado por ambos loci a la relación es dife-

rente, siendo evidente que el locus LAP-2, tiene una mayor contribución que el locus CA, así el locus LAP-2 contribuye sobre todos los caracteres excepto la profundidad, en tanto el locus CA tiene un aporte estadísticamente significativo sólo sobre la varianza del largo. En resumen, las magnitudes de las varianzas explicadas van desde el 1,3% al 4,1% y ambos loci contribuyen a la relación, aun cuando es notoriamente mayor la contribución del locus LAP-2. Si bien estas cifras aparecen pequeñas, ellas representan sólo el aporte de dos loci, los cuales evidentemente son un pequeño subconjunto de todos los genes que pueden afectar los caracteres morfométricos considerados.

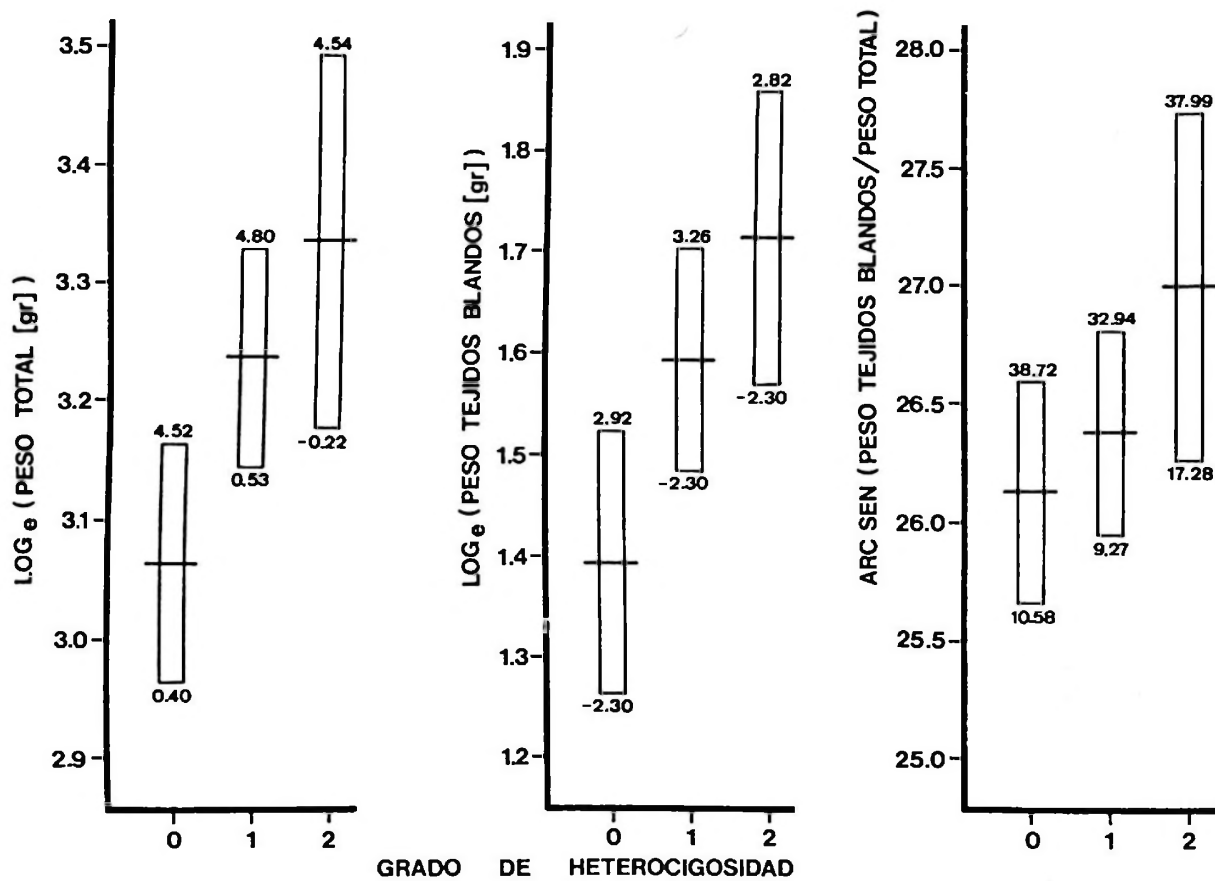


Figura 2. Medidas promedio (líneas horizontales) de (a) peso total, (b) peso tejidos blandos, (c) longitud latero-lateral, sus intervalos de confianza al 95% (barras verticales) para tres grados de heterocigosidad individual. Los valores máximos y mínimos observados se muestran arriba y abajo de las barras.

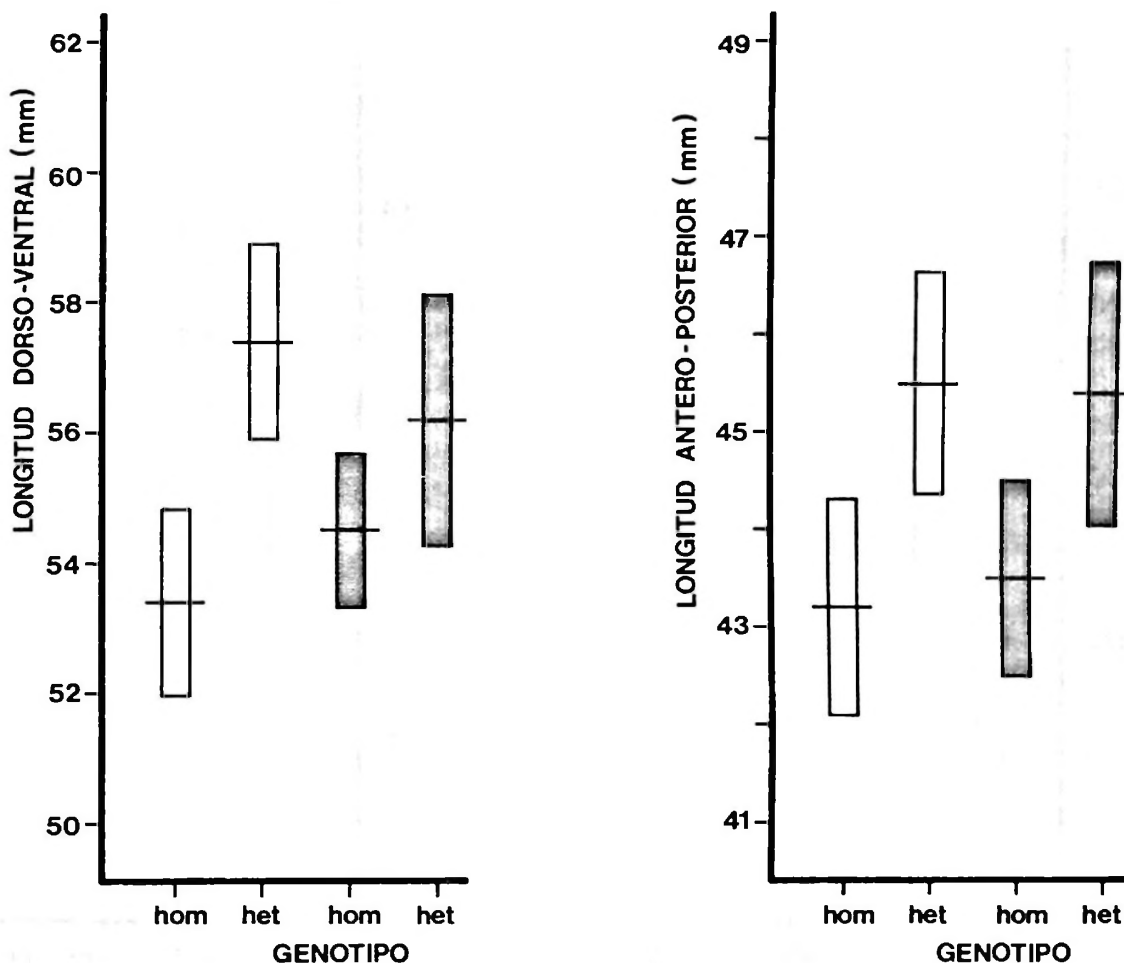


Figura 3. Medidas morfométricas promedios (líneas horizontales) de (a) longitud dorso-ventral, (b) longitud antero-posterior, y sus intervalos de confianza al 95% (barras verticales) para genotipos homocigotos y heterocigotos de los loci enzimáticos: Leucin-aminopeptidasa (barras no achuradas) y Anhidrasa carbónica (barras achuradas).

DISCUSION

En estos últimos años muchos investigadores han observado correlaciones entre caracteres genotípicos y fenotípicos, incluyéndose por ejemplo, agresión y conductas exploratorias en ratón (Garten, 1976), sobrevivencias en juncos (Baker y Fox, 1978), rasgos reproductivos en plantas (Hamrick y Allard, 1975) y en pequeños mamíferos (Smith *et al.*, 1975), morfología en mariposas (Eanes, 1978), tasa de crecimiento en peces (Reinitz, 1977), en árboles (Mitton y Grant, 1980), en humanos recién nacidos (Bottini *et al.*, 1979), y en Moluscos (Mitton y Koehn, 1985; Koehn y Gaffney, 1984; Zouros *et al.*, 1980). Un aspecto común a todos estos trabajos es que el número de loci examinados es pequeño, generalmente menores que 10. Esto genera algunas contradicciones puesto que Ea-

nes (1978) demuestra que no es esperable que unos pocos loci elegidos al azar muestren una fuerte correlación con determinados fenotipos. Zouros *et al.* (1980) sugieren que los loci enzimáticos en estudio pueden estar ligados a otros loci que afectan a esos fenotipos, de tal modo que estos loci enzimáticos pueden virtualmente ser marcadores de cromosomas completos o al menos de segmentos cromosómicos. Es también esperable que exista esta correlación entre genotipos y fenotipos cuando se produce hibridización entre especies emparentadas (Skibinski *et al.*, 1978), lo cual es difícil que suceda en las ostras del banco de Pullinque, aun cuando no ha sido aclarado a la fecha cuál es el límite sur de distribución de la *Ostrea columbiensis* Hanley, 1845, que ha sido dada para Chile por Solís (1967).

Nosotros hemos establecido que existe

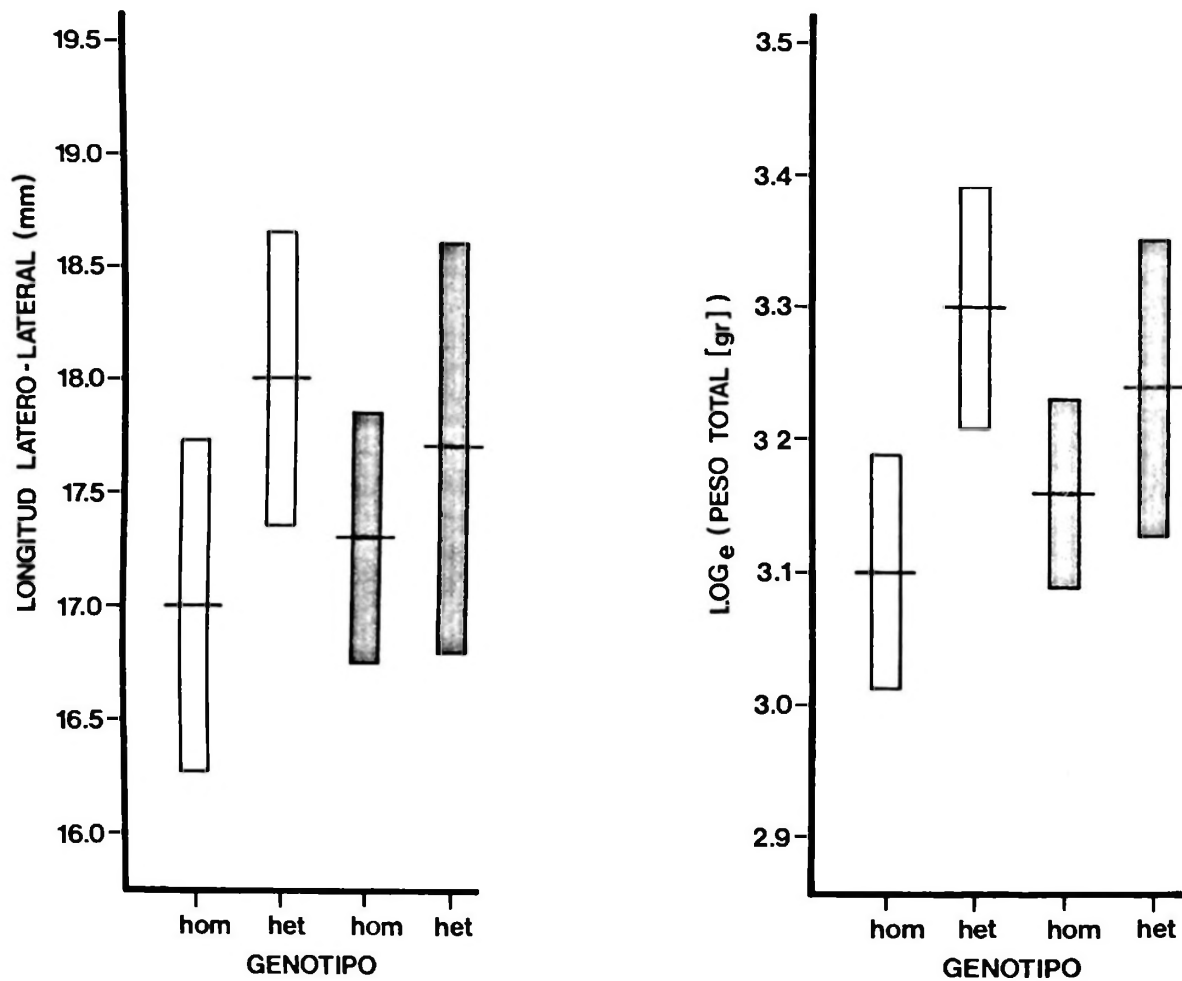


Figura 4. Medidas morfométricas promedios (líneas horizontales) de (a) longitud latero-lateral, (b) peso total, y sus intervalos de confianza al 95% (barras verticales) para genotipos homocigotos y heterocigotos de los loci enzimáticos: Leucin-aminopeptidasa (barras no achuradas) y Anhidrasa carbónica (barras achuradas).

una correlación positiva entre algunas medidas morfométricas y el grado de heterocigosidad enzimática al menos en dos loci enzimáticos, y por otra parte, que el aporte de ambos loci a la relación es diferente, sin embargo, es crítico para nuestro trabajo el hecho de que no conocemos la edad de los individuos. Esto nos genera la dificultad de que no podemos determinar si las diferencias observadas en las medidas morfométricas se deben a:

- i) Que los multiheterocigotos tengan una mayor sobrevivencia que los multihomocigotos y por lo tanto pueden lograr mayores edades, y por ende mayores tamaños (sobrevivencia diferencial).
- ii) Que los primeros tengan mayores tasas de crecimiento que los segundos, y por lo

tanto mayores tamaños (crecimiento diferencial).

iii) Un efecto de variaciones temporales del desove dependientes de los genotipos, por lo cual los heterocigotos puedan originarse previo a los homocigotos, de tal modo que pueden ser más grandes porque nacieron primero (estructura poblacional).

Guñez *et al.* (*in litteris*) logran contrastar la hipótesis (ii) en base a un diseño experimental apropiado, utilizando 4 loci enzimáticos polimórficos, y encuentran evidencias de que los multiheterocigotos presentan mayores tasas de crecimiento que los multihomocigotos. En investigaciones futuras se deben generar diseños experimentales que nos permitan poner a prueba las otras hipótesis. En *Crassostrea virginica*, se ha podido contrastar

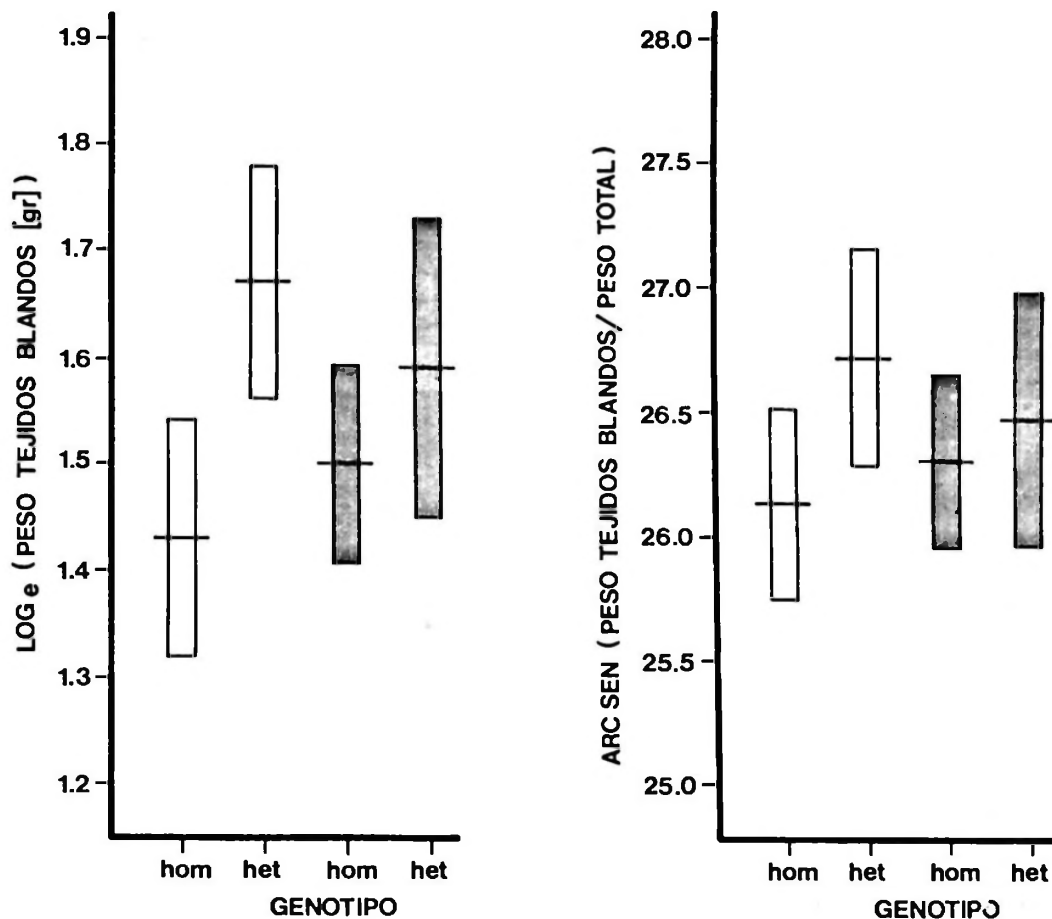


Figura 5. Medidas morfométricas promedio (líneas horizontales) de (a) peso de tejidos blandos, (b) porcentaje del peso total destinado a tejidos blandos, y sus intervalos de confianza al 95% (barras verticales) para genotipos homocigotos y heterocigotos de los loci enzimáticos: Leucin-aminopeptidasa (barras no achuradas) y Anhidrasa carbónica (barras achuradas).

las hipótesis (i) y (ii) (Zouros *et al.*, 1980; Zouros *et al.*, 1983), y se estableció que los individuos multiheterocigotos eran los que crecían más rápido y al mismo tiempo presentaban una mayor sobrevivencia. En *Mytilus edulis*, Koehn y Gaffney (1984) y Koehn (com. pers.), demuestran que la heterocigosidad multilocus está correlacionada no sólo con la tasa de crecimiento y con la viabilidad, sino también con la fertilidad.

Existen varias líneas de evidencia que han llevado a plantear la hipótesis que las ventajas de crecimiento acelerado se basan en una mayor eficiencia fisiológica de los individuos más heterocigotos, a través de consumir menos oxígeno (Koehn y Shumway, 1982; Garton *et al.*, 1984; Garton, 1984), o perder menos peso durante períodos de hambruna (Rodhouse y Gaffney, 1984), y/o tener un mayor potencial de crecimiento (scope for

growth) (Garton, 1984), todo lo cual permite justificar que los heterocigotos presentan un mejoramiento de la sobrevivencia, por una parte, y, por la otra, que la adecuación darwiniana está positivamente correlacionada con la heterocigosidad. La naturaleza metabólica o bioquímica de estos fenómenos permanecen abiertos a la experimentación. Por otra parte se ha demostrado que la relación entre medidas morfométricas y polimorfismos es altamente dependiente del tamaño del stock parental (Gaffney y Scott, 1984) y de la estructura poblacional (R. Ward, com. pers.).

Cualquiera que sea el mecanismo metabólico subyacente, es evidente que estos descubrimientos pueden tener implicancias para la acuicultura, puesto que adicionalmente a las técnicas tradicionales de programas de selección, sería posible utilizar los polimorfismos enzimáticos como verdaderos marcadores

Tabla 1
Correlaciones entre las medidas de los caracteres morfométricos y el grado de heterocigidad individual y las varianzas explicadas por los estadísticos genéticos, en la ostra chilena (*T. chilensis*).

CARACTERES	HETEROCIGOSIDAD INDIVIDUAL MULTILOCUS			HOMOCIGOTOS versus HETEROCIGOTOS			
	r ² [538]	%VE	F ² [2,537]	Locus LAP-2	Locus CA		
	r	%VE	F	r	%VE	F	r
Altura (mm)	0,157***	3,7	7,48***	4,1	12,26***	0,7	2,61
Largo(mm)	0,164***	4,1	8,09***	3,3	9,96***	1,7	5,18*
Profundidad (mm)	0,082	0,6	2,00	0,8	3,09	0,0	0,78
Peso total (PT)							
[Ln (g)]	0,132**	2,3	4,94**	3,1	9,50***	0,1	1,31
Peso tejidos blandos (PTB) [Ln (g)]	0,134**	2,3	5,00**	3,2	9,91***	0,1	1,31
Condición							
[ArcSen (g/g)]	0,090*	0,7	2,20	1,3	4,39*	0,0	0,44

r, coeficiente de correlación paramétrico, con grados de libertad en paréntesis.

%VE, porcentaje de varianza explicada, según ANOVA una vía, Modelo I.

F, estadístico F, para ANOVA una vía, con grados de libertad en paréntesis.

Probabilidad de la significancia del estadístico correspondiente:

* = < 0,05; ** = < 0,01; *** = < 0,001.

res del crecimiento, de la sobrevivencia y de la fertilidad.

Sobre la base de los antecedentes anteriores, la mejor recomendación al cultivador es incrementar el número de animales utilizados en el desove masivo en orden a aumentar la probabilidad de combinaciones génicas, para posteriormente ir eliminando de la población o cultivo aquellos individuos de menor crecimiento. Según esto, si los ostricultivadores o manejadores del recurso realizan lo inverso esto es que, a medida que los individuos logran su talla comercial son enviados al mercado, entonces sostenidamente se estarían perdiendo del banco o población las combinaciones génicas favorables al crecimiento rápido. De acuerdo a nuestros resultados, dado que los heterocigotos están más representados entre los individuos de mayor tamaño, es evidente que estos genotipos pueden ser más perjudicados por una pesquería que actúa selectivamente sobre los individuos de tallas mayores; lo cual puede producir una desestabilización de los polimorfismos y la consecuente pérdida de variabilidad genética, a través de la generación de equilibrios inestables (Wright, 1969: 43). Por lo cual, si asumimos que en bancos o cultivos de ostra en explotación se está produciendo este mismo fenómeno, entonces podemos predecir que todo loci que presente la conducta

discutida irá perdiendo variabilidad. La mencionada depauperización genética puede llevar a la especie a la extinción (Bretsky y Lorenz, 1969). Los efectos que sobre la estructura genética pueden provocar los procesos pesqueros se encuentran actualmente en estudio teórico (Zouros, com. pers.; Guñez, resultados no publicados), y debe ser corroborado por datos obtenidos del monitoreo temporal y espacial de especies en explotación extractiva o de cultivos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a Iván Solís y Raúl Norambuena por las facilidades prestadas para el muestreo en el banco ostrícola de Pullinque. Este trabajo fue financiado por el proyecto DIUC 2F/84.

Este trabajo fue presentado en parte a la XVIII Reunión Anual de la Sociedad de Genética de Chile, La Dehesa-Chile, octubre, 1985, y a las Quintas Jornadas de Ciencias del Mar, Coquimbo-Chile, octubre, 1985.

BIBLIOGRAFIA

- AHMAD, M; D.O.F. SKIBINSKY; J. A. BEARDMORE. 1977. An estimate of the amount of genetic variation in the common mussel *Mytilus edulis*. *Biochemical Genetics* 15 (9-10): 833-846.

- BAKER, M.C.; S.F. FOX. 1978. Dominance, survival, and enzyme polymorphism in dark-eyed juncos, *Junco hyemalis*. *Evolution* 32: 697-711.
- BOTTINI, E.; F. GLORIA-BOTTINI; P. LUCARELLI; A. POZONETTI; F. SANTORO; A. VARVERI. 1979. Genetic polymorphisms and intrauterine development: evidence of decreased heterozygosity in light for dates human newborn babies. *Experientia* 35: 1565-1567.
- BRETSKY, P.W.; D.M. LORENZ. 1969. Adaptive response to environmental stability: a unifying concept in paleoecology. Proceeding of the North American Paleontological Convention, pt E: 522-550.
- EANES, W.F. 1978. Morphological variance and enzyme heterozygosity in the monarch butterfly. *Nature* 276: 263-264.
- FOLTZ, D.W.; G.F. NEWKIRK; E. ZOUTOS. 1983. Genetics of growth rate in the American oyster: absence of interaction among enzyme loci. *Aquaculture* 33: 157-165.
- GAFFNEY, P.M.; T.M. SCOTT. 1984. Genetic heterozygosity and production traits in natural and hatchery populations of bivalves. *Aquaculture* 42: 289-302.
- GARTEN JR., C.T. 1976. Relationships between aggressive behavior and genic heterozygosity in the oldfield mouse, *Peromyscus polionotus*. *Evolution* 30: 59-72.
- GARTON, D.W. 1984. Relationship between multiple locus heterozygosity and physiological energetics of growth in the estuarine gastropod *Thais haemostoma*. *Physiological Zoology* 57: 530-543.
- GARTON, D.W.; R.K. KOEHN; T.M. SCOTT. 1984. Multiple-locus heterozygosity and the physiological energetics of growth in the coot clam, *Mulinia lateralis*, from a natural population. *Genetic* 5, 108: 445-455.
- GUÍÑEZ, R.; R. GALLEGUILLOS. 1985. Clinal variation in morphological distance between genotypes at the carbonic anhydrase locus in the Chilean oyster, *Tiostrea chilensis* (Philippi, 1845). Chanley and Dinamani, 1980. *Brazilian Journal of Genetics* VIII (3): 609-616.
- HAMRICK, J.L.; R.W. ALLARD. 1975. Correlations between quantitative characters and enzyme genotypes in *Avena barbata*. *Evolution* 29: 438-442.
- KOEHN, R. 1984. The application of genetics to problems in the marine environment: future areas of research. A discussion paper. Natural Environment Research Council. NERC. 11 p.
- KOEHN, R.H.; P.M. GAFFNEY. 1984. Genetic heterozygosity and growth rate in *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 82: 1-7.
- KOEHN, R.K.; S.E. SHUMWAY. 1982. A genetic/physiological explanation for differential growth rate among individuals of the American oyster (*Crassostrea virginica*). *Marine Biology Letters* 3: 35-42.
- LÉPEZ, M.I. 1983. El cultivo de *Ostrea chilensis* en la zona central y sur de Chile. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura* 5 (2): 117-127.
- LEWONTIN, R. 1974. The genetic basis of evolutionary change. New York and London, Columbia University Press. 346 p.
- MITTON, J.B.; M.C. GRANT. 1984. Associations among proteins heterozygosity, growth rate and developmental homeostasis. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 479-499.
- MITTON, J.B.; KOEHN, R. 1985. Shell shape variation in the blue mussel, *Mytilus edulis* L. and its association with enzyme heterozygosity. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology* 90: 73-80.
- NEWKIRK, G.F. 1983. Applied breeding of commercially important molluscs: A summary of discussion. *Aquaculture* 33: 415-422.
- REINITZ, G.L. 1977. Tests for association of transferrin and lactate dehydrogenase phenotypes with weight gain in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 2.333-2.337.
- RODHOUSE, P.G.; P.M. GAFFNEY. 1984. Effect of heterozygosity on metabolism during starvation in the American oyster *Crassostrea virginica*. *Marine Biology* 82: 1-7.
- SELANDER, R.K.; M.H. SMITH; S.Y. YANG; W.E. JOHNSON; J.B. GENTRY. 1971. Biochemical polymorphism and systematics in the genus *Peromyscus*. I. Variation in the oldfield mouse (*Peromyscus polionotus*). University of Texas Publication N° 7103. *Studies in Genetics* 6: 49-90.
- SKIBINSKI, D.O.F.; M. AHMAD; J.A. BEARDMORE. 1978. Genetic evidence for naturally occurring hybrids between *Mytilus edulis* and *Mytilus galloprovincialis*. *Evolution*, 32: 354-364.
- SMITH, M.H.; C.T. GARTEN JR.; P.R. RAMSEY. 1975. Genic heterozygosity and population dynamics in small mammals. En: *Isozymes, IV. Genetic and Evolution*: 85-102. C.L. Market (editor). New York, Academic Press.
- SOKAL, R.R.; F.J. ROHLF. 1981. *Biometry*, 2nd edition. San Francisco, W.H. Freeman and Co., 859 p.
- SOLÍS, I. 1967. Observaciones biológicas en ostras (*Ostrea chilensis*) de Pullinque. *Biología Pesquera, Chile*. 2: 51-82.
- WRIGHT, S. 1969. *Evolution and the genetics of populations*. Volume 2. The theory of gene frequencies. Chicago, The University of Chicago Press. 511 p.
- ZOUROS, E.; S.M. SINGH; H.E. MILES. 1980. Growth rate in oysters: an overdominant possible explanations. *Evolution* 34 (5): 856-867.
- ZOUROS, E.; S.M. SINGH; D.W. FOLTZ; A.L. MALLET. 1983. Post-settlement viability in the American oyster (*Crassostrea virginica*): an overdominant phenotype. *Genetical Research, Cambridge* 41: 259-270.

CARACTERIZACION DE LOS ESTADOS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO DEL PEJERREY *BASILICHTHYS AUSTRALIS* (EIGENMANN, 1927)*

CHARACTERIZATION OF DEVELOPMENTAL EMBRIONIC STAGES OF THE SILVERSIDES *BASILICHTHYS AUSTRALIS* (EIGENMANN, 1927)

Laura G. Huaquín¹, Nora Araya²

RESUMEN

Se caracterizan los estados del desarrollo embrionario del pejerrey (*Basilichthys australis*), de amplia distribución en aguas templadas de Chile Continental. Los estudios tendientes a su cultivo han motivado el presente trabajo. Ovocitos de hembras maduras se obtuvieron por masaje abdominal, realizándose fecundación con fluido espermático obtenido en forma similar de ejemplares machos. Se observó la evolución del desarrollo embrionario desde el huevo indiviso hasta la eclosión y se reconocieron 18 estados a la temperaturas de 14 a 22°C. El huevo fertilizado se reconoce externamente por su turgencia, el aumento del espacio perivitelino, el conspicuo micrópilo orientado en el polo animal y su gran transparencia. El período de segmentación se extiende entre las dos y las veinticuatro horas de incubación hasta la obtención del estado de blástula. El período de movimientos morfogenéticos ocurre entre las veinticuatro horas hasta alrededor de las setenta y dos horas, con la formación del escudo embrionario, período a partir del cual se inicia la organogénesis. Entre los 14 y los 16 días se produce la eclosión de las prelarvas portando un notorio saco vitelino y una bien desarrollada pigmentación.

Palabras claves: Ontogenia, Peces Dulceacuícolas, Atherinidae.

ABSTRACT

The embryonic stages of development of the silversides, *Basilichthys australis* Eigenmann, a freshwater fish of wide distribution in Chile are characterized.

Oocytes from mature females were obtained by abdominal massage and fertilized with seminal fluid from male specimens.

The evolution of embryonic development was observed from the uncleaved egg stage up to hatching. Eighteen stages were obtained by using temperatures of 14°C to 22°C.

The fertilized egg is recognized for its turgescence, the increase of the perivitelline space, the conspicuous micropyle in the animal pole, and its great transparency.

Cleavage occurs between the second and twenty fourth hour of incubation, until the blastula stage is reached. The period of morphogenetic movements takes place between twenty four and seventy two hours of incubation and last until the formation of the embryonic shield, when organogenesis begins. Between fourteen and sixteen days later, hatching occurs; the larvae show a conspicuous yolk sac and a marked pigmentation.

Key words: Ontogenic, Freshwater fishes, Atherinidae.

INTRODUCCION

El pejerrey, *Basilichthys australis* Eigenmann, de amplia distribución en aguas templadas de Chile Continental, es un recurso alimentario de alternativa con posibilidades

de aumentar su producción si lográramos su cultivo. Constituye uno de los recursos más abundantes en los ambientes límnicos chilenos (Soto, 1978) y está entre los peces de

*Proyectos B-1551-8213, 8323, 8433 y 8544, Departamento de Investigación y Bibliotecas, Universidad de Chile.

¹Departamento de Silvicultura, Escuela de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Casilla 9206. Santiago, Chile.

²Departamento de Anatomía Patológica, Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile.

agua dulce más capturados en nuestro país (Duarte *et al.*, 1971; Moreno *et al.*, 1977). Pertenecen a la familia Atherinidae, representada en las aguas continentales por otras especies caracterizadas insuficientemente.

La atherinicultura, se ha desarrollado exitosamente en Argentina y México. Ringuelet (1943) y González y Mastrarrigo (1948) han realizado estudios y prácticas de cultivos de pejerrey argentino *Odontesthes bonariensis*. De Buen (1940), realizó trabajos sobre cultivo y ontogenia en pejerreyes del género *Chirostoma* del lago Pátzcuaro en México. No se han realizado estudios en peces chilenos de agua dulce relacionados con cultivos y ontogenia y sólo se realizaron intentos de cultivo en la piscicultura de Curicó creada en 1942 para crianza de peces de aguas templadas (Hironaka, 1978).

Durante la última década, han aumentado las investigaciones en *B. australis*, referidas al estudio de aspectos ecológicos, hábitos alimentarios (Urzúa *et al.*, 1977; Bahamondes *et al.*, 1979; Vila y Soto, 1981), edad, crecimiento, ciclo reproductivo (Soto, 1978), proporción de sexos, fecundidad (Moreno *et al.*, 1977) y aspectos estructurales y ultraestructurales de ovarios y ovocitos (Cerisola *et al.*, 1978; Huaquín, 1980). Sin embargo, no hay descripciones ni ilustraciones referentes a algunos aspectos reproductivos que son fundamentales en caso de pretender su cultivo artificial.

En este trabajo se examinan las características del desove y las condiciones de fertilización. Además se caracterizan los principales estados del desarrollo embrionario de *B. australis*.

El análisis del desarrollo embrionario, comprende desde la fecundación artificial, realizada en terreno y en el laboratorio, continuando con el seguimiento del desarrollo a través de la segmentación, movimiento morfogenético, hasta la eclosión de las prelarvas.

MATERIAL Y METODOS

Se recolectaron adultos de *B. australis* en el río Angostura, afluente del río Maipo en la zona Central de Chile (33°55' Long. S.; 70°44' Long. W.), durante los períodos de reproducción natural entre agosto y enero. El material se trasladó en bidones con agua del mismo río y se mantuvo en acuarios hasta ser revisado.

Obtención de gametos y fecundación

Las hembras maduras se hicieron desovar dentro de las 24 horas posteriores a su captura, anestesiándolas con tricainametasulfonato (M S 222) 100 mg/l y realizando un suave masaje abdominal desde las aletas pectorales hacia el poro genital. Un tratamiento similar, pero sin anestesia, permitió la obtención de espermatozoides.

Los ovocitos fueron recogidos en cápsulas plásticas en seco. Se realizaron mediciones de ovocitos sin fecundar y fecundados después de la hidratación.

De dos o tres machos se obtuvo el espeso fluido lechoso en que van compactados los espermatozoides, se dejó caer este fluido directamente sobre los huevos que estaban en las cápsulas, 30 minutos después se lavaron con agua filtrada en miliporo de 0,4 µm y se trasladaron a acuarios con esta misma agua, provistos de bomba de filtrado y oxigenación. Se impidió que los huevos fecundados permanecieran en el fondo, colocándolos en cestas de plástico horadadas, durante su incubación. Los rangos de temperaturas extremas del agua fluctuaron entre 14°C y 22°C, mediciones realizadas entre el primero y el último día de incubación.

Para evitar el desarrollo de hongos, sobre los huevos de pejerreyes, se lavaron las cestas de incubación cada tres días con una solución de acriflavina al 0,05%. Se cuantificó la mortalidad en una muestra de 193 embriones incubados en laboratorio.

Para describir los estados del desarrollo de otras especies de teleósteos se ha recurrido a remover el corion, a teñir los embriones (Saksena y Yamamoto, 1961; Long y Ballard, 1976) o a aclarar los huevos para su observación (Campos, 1972). En este caso, las observaciones, descripciones y dibujos esquemáticos de los estados del desarrollo, se realizaron en embriones vivos, aprovechando su transparencia y tamaño, alrededor de 2 mm. Además se sacaron muestras de las cestas de incubación cada dos horas los dos primeros días, y dos veces al día el resto del período de incubación, las que se fijaron en formalina al 10%, líquido de Bouin y glutaraldehído al 3% para realizar cortes histológicos y observaciones con microscopio de barrido (MEB).

Como control del desarrollo se utilizaron huevos de diferentes estados obtenidos directamente de los lugares de desove natural que se cultivaron paralelamente con los huevos fecundados en laboratorio, en las mismas

condiciones de incubación para comparar los diferentes estados del desarrollo producto de una fecundación natural, con los huevos obtenidos por masaje de las hembras fuera de su ambiente natural. Para designar y caracterizar los estados del desarrollo embrionario se ha empleado la terminología usada por Long y Ballard (1976), en el estudio del desarrollo experimental de *Catostomus commersoni*.

Las microfotografías se han obtenido con un microscopio Leitz Ortholux y un dispositivo fotográfico Aristophot. Las microfotografías de barrido se obtuvieron en el Austoscan Siemens del Instituto de Investigación y Ensayos de Materiales (IDIEM) de la Universidad de Chile.

RESULTADOS

Desove y Fecundación

Entre las hembras de *B. australis* capturadas con el propósito de hacerlas desovar, hubo tres comportamientos: a) Hembras que a la suave presión realizada sobre el abdomen eliminaron entre 300 a 500 ovocitos. b) Otro grupo que parece no haber estado en condiciones suficientes de maduración eliminó pocos ovocitos y no viables (20 a 40). c) Un tercer grupo de hembras aparentemente maduras, con similar tratamiento no desovaron, aunque sus ovocitos eran de un tamaño semejante a las del primer grupo.

Los ovocitos al salir del ovario a través del poro genital de la hembra, sufren una descompresión y desenrollan sus filamentos adhesivos, característicos de los aterínidos (Figura 1A). Son blandos, opacos y amarillentos. Al cabo de una hora después de la fecundación, hay cambios en la consistencia de la membrana externa, que se hidrata y se endurece. Este efecto puede observarse al presionar con una pinza. Todo esto se traduce en un aumento en la turgescencia y transparencia del huevo. Estas modificaciones pueden ser atribuidas al cambio que sufren los huevos al pasar desde el medio interno corporal al medio externo hipotónico representado por el medio dulceacuícola y a la entrada del espermio al huevo, a través del micrópilo situado en el polo animal, que provoca la liberación del contenido de los gránulos corticales con el consecuente aumento del espacio perivitelino y posteriormente la elevación del micrópilo en forma de un pequeño volcán (Figuras 1B y 1C), estructura que antes de la fecundación constituía un área depri-

mida (Figura 1D). Por el contrario, los ovocitos no fecundados pronto se vuelven opacos y en pocas horas comienza su lisis. Una descripción de los acontecimientos que siguen a la fecundación han sido estudiados en detalle por Iwamatsu y Keino (1978) en la superficie de los huevos de *Oryzias latipes*, mediante microscopía electrónica de transmisión y de barrido.

Como se puede observar en la Figura 2, en una muestra de 312 ovocitos y 443 huevos provenientes de dos hembras, medidos entre el desove y los catorce días de desarrollo (antes de eclosionar), se aprecia un aumento de diámetro. Realizando un análisis de la Figura 2, podemos observar tres curvas donde es posible separar claramente los ovocitos recién desovados (no fecundados), con un diámetro modal de 1,8 mm, de los huevos fecundados en segmentación entre 1 y 24 horas y de los embriones en desarrollo dentro del corión después de 24 horas hasta 14 días de incubación, con diámetros modales de 2,2 y 2,3 mm, respectivamente. Se nota un aumento de diámetro en los últimos estados, a medida que avanza el desarrollo. Con el objeto de comprobar si existía diferencias de diámetro en las tres muestras señaladas, se realizó un análisis de varianza, donde el diámetro promedio de los 312 ovocitos recién desovados fue de 1,88 mm. En la muestra de 93 huevos recién fecundados y con embriones en segmentación se obtuvo un promedio de 2,16 mm. En la muestra de 350 embriones en desarrollo entre las 24 horas y 14 días de incubación, el promedio observado fue de 2,24 mm de diámetro. Las diferencias entre estos tres promedios fueron significativas ($p < 0,01$).

Aplicando prueba de Scheffé para comparar cada una de las medias entre sí, todas las diferencias fueron significativas al 1%. La mayor diferencia se observa entre la media del primer grupo, comparada con la del grupo de mayor tiempo de desarrollo. La primera curva presenta una distribución normal, en cambio en la última, se observa una asimetría hacia los valores de diámetro más altos.

El porcentaje de huevos fecundados artificialmente, en dos muestras analizadas, arrojaron un resultado de un 91,4% de fecundación en la primera muestra con un total de 490 ovocitos y un 86,3% en la segunda, con un total de 351 ovocitos, las que provienen de dos hembras cuya longitud total (LT) fue de 175,0 mm y 205,0 mm respectivamente.

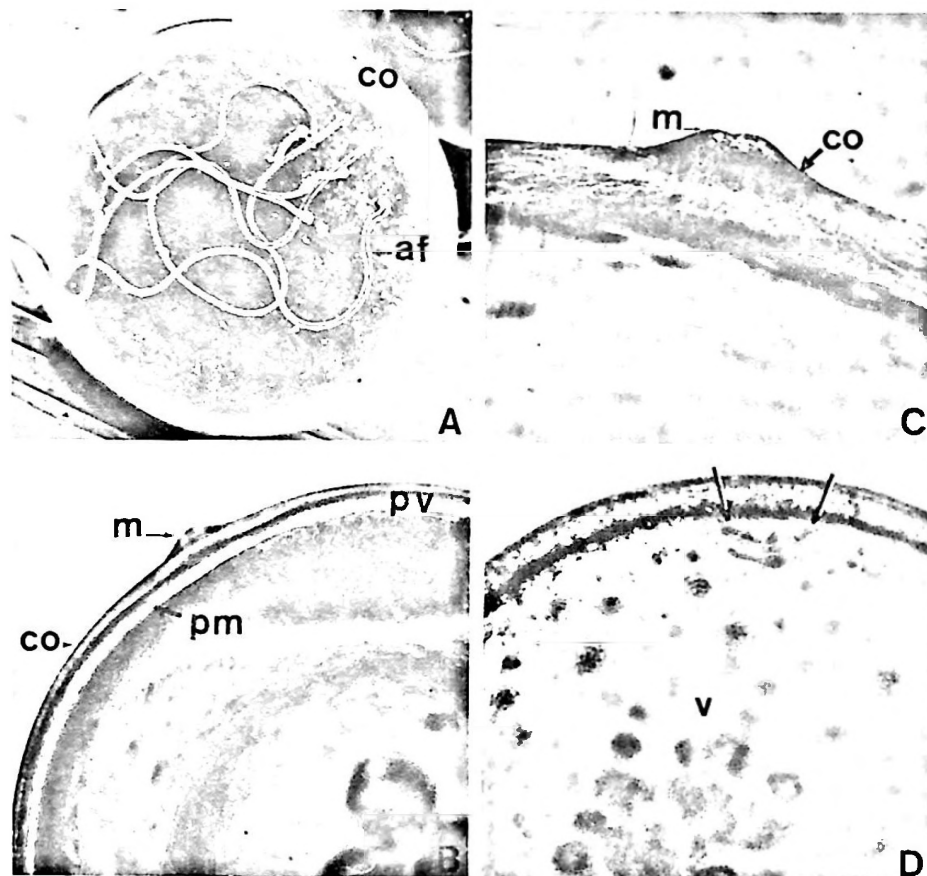


Figura 1

- A. Microfotografía con microscopía de barrido (MEB) de huevo desovado mostrando los filamentos adhesivos (af) unidos al corion (co). Diámetro 2 mm.
- B. Microfotografía con microscopía óptica del huevo fecundado, se visualiza el micrópilo (m) y la notoria separación del corion (co) de la membrana plasmática (pm) quedando entre ellas el espacio perivitelino (pv). 45x.
- C. Área del micrópilo (m) a mayor aumento, observándose esta elevación que compromete a parte del corion (co). 100x.
- D. Ovocito hidratado pero no fecundado, puede verse la zona micropilar señalada por flechas como un área deprimida. (V) - Vitelo. 100x.

Del análisis de una muestra de 193 huevos fecundados e incubados, se observó que la mortalidad de los embriones se debió principalmente a la contaminación por hongos y microorganismos, siendo ésta de un 15,5% (Tabla 1). En esta misma muestra se observaron también cinco embriones anómalos, dos de ellos con microcefalia, uno con microoftalmia, uno con anomalía caudal y un embrión doble fusionado en el extremo caudal. Este corresponde al segundo caso observado en nuestro Laboratorio (Huaquín, 1983). El primer caso de embrión doble o "siamés" se obtuvo de una muestra de huevos obtenidos en lugares de desove natural (Huaquín, 1978).

Observaciones de los estados del desarrollo

El tiempo de desarrollo entre fecundación y eclosión de las prelarvas, fue de 15 días \pm 1, a temperaturas de 14 – 22°C. Se distinguieron tres períodos o fases donde se incluyeron los estados del desarrollo, determinándose para *B. australis* 18 estados (Tabla 2).

I. Período de Segmentación

Estado 1. Huevo indiviso o cigoto (0-3 horas). Veinte minutos después de realizada la fecundación y una vez que se ha hidratado el corion, hay aumento del espacio perivitelino y de la transparencia del cigoto. El micrópilo

se muestra a las dos horas como una elevación bien definida en el polo animal del huevo (Figuras 1B, 1C y 4A). Localizados en el polo opuesto se observan los filamentos coriales o adhesivos (Figuras 1A y 4A), cuyo número puede fluctuar entre 0 y 10, siendo más frecuentes los huevos con 5 y 6 filamentos. En el citoplasma, el contenido vitelino es un material amarillento y traslúcido. Se observan además unos 30 a 50 glóbulos de aceite amarillentos y de diferentes tamaños, agrupados en el centro o hacia el polo vegetativo del huevo. Como la mayoría de los huevos de peces, éstos son telolecitos, por lo cual, su segmentación es meroblástica y discoidal.

Estado 2. Dos blastómeros (3-5 horas). Aproximadamente tres horas post-fecundación, en el blastodisco del huevo, se observa el comienzo del primer surco de segmentación como una hendidura que lo divide parcialmente en dos partes. El blastodisco así dividido crece hacia el espacio perivitelino, y ya entre las 4 y 4 1/2 horas post-fecundación

pueden verse completamente los dos primeros blastómeros de igual tamaño como proyecciones globosas de este disco (Figuras 3A y 4B). En el vitelo persisten gran cantidad de glóbulos de aceite de diferentes tamaños.

Estado 3. Cuatro blastómeros (5-6 horas). Como puede observarse en la microfotografía de la Figura 3B y en los dibujos esquemáticos de la Figura 4C, a 6 horas post-fecundación, ya existen cuatro blastómeros también como prominencias globosas del área germinativa, expandidas hacia el espacio perivitelino.

Estado 4. Ocho blastómeros (6-8 horas). Pueden individualizarse ocho blastómeros más pequeños, siendo menor la expansión hacia el espacio perivitelino (Figura 4D).

Estado 5. Mórula (8-20 horas). Se observan los blastómeros sin el aspecto globoso de los estados anteriores, aún pueden reconocerse sus límites celulares. Aparentemente toda el área germinativa se ve más delimitada y el conjunto toma un aspecto más uniforme, co-

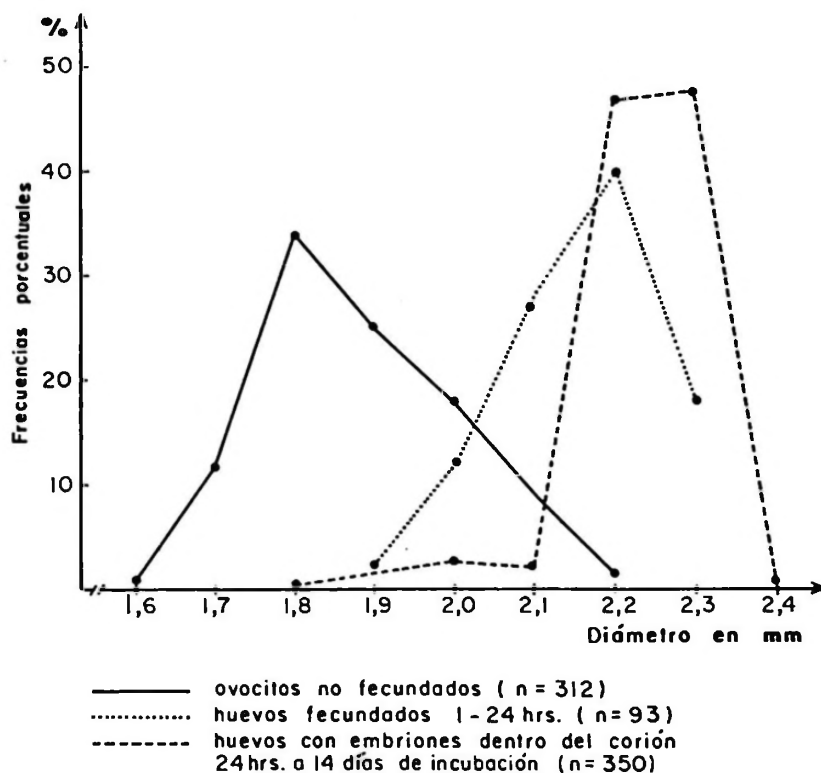


Figura 2

Distribución de frecuencias porcentuales del diámetro en un grupo de ovocitos recién desovados, en una muestra de huevos fecundados y con embriones en segmentación (1 a 24 horas de incubación) y en una muestra de huevos con embriones en diferentes estados de desarrollo después de la segmentación (24 a 14 días de incubación). Se observa una tendencia de desplazamiento de la curva en la tercera muestra a diámetros entre 2,2 y 2,3 mm.

mo puede observarse en las microfotografías de la Figura 3C, y en el dibujo esquemático de la Figura 4D.

Estado 6. Blástula (20-24 horas). En esta etapa ya no es posible reconocer el límite entre los blastómeros. Se distingue en cambio un grupo de blastómeros centrales que ocupan un área circular. Rodeando a éstos, se observa un grupo de blastómeros periféricos. Estos últimos aparecen limitados por un borde regular, muy cerca se observa otro borde de límite irregular, el área entre estos dos bordes corresponde al periblasto (Figura 4F). El periblasto es el área sincitial, de citoplasma continuo, del borde del blastodermo (Nelsen, 1953). Lagler (1970) lo define como una capa sincitial transitoria que se extiende sobre el vitelo junto con la extensión del blastodermo y está destinada a ser la envoltura de la masa vitelina. Su función es importante ya que es el contacto entre el área blastodérmica con los elementos nutritivos de la región vitelina. Ballard (1973a), lo describe en el desarrollo embrionario de *Salmo gairdneri* Richardson, como una corona que se extiende más allá del borde del blastodisco y que se observa particularmente cuando se aplica

fijador a los embriones. Coincidimos con esta observación de Ballard, ya que igualmente en las blástulas fijadas en formalina de *B. australis* es más notoria esta estructura.

En el área vegetativa pueden verse alrededor de 20 glóbulos de aceite. Hay blástulas en las cuales estas gotas lipídicas se han unido para formar una gota oleosa de mayor tamaño como se observa en la microfotografía de la Figura 3C.

II. Período de los movimientos morfogenéticos

Este período se caracteriza por movimientos epibólicos del blastodermo (Long y Ballard, 1966; Long, 1984) formándose el anillo germinal y el escudo embrionario (Tabla 3).

Estado 7. Blastodermo expandido (24-30 horas) (Figura 5A). Alrededor de 24 horas postfecundación se observa el inicio de los movimientos epibólicos que se traducen en una extensión del blastodermo sobre el vitelo. El blastodermo se adelgaza y se extiende como un casquete desde el polo animal hacia el ecuador del huevo, llegando a cubrir más de un tercio de él.

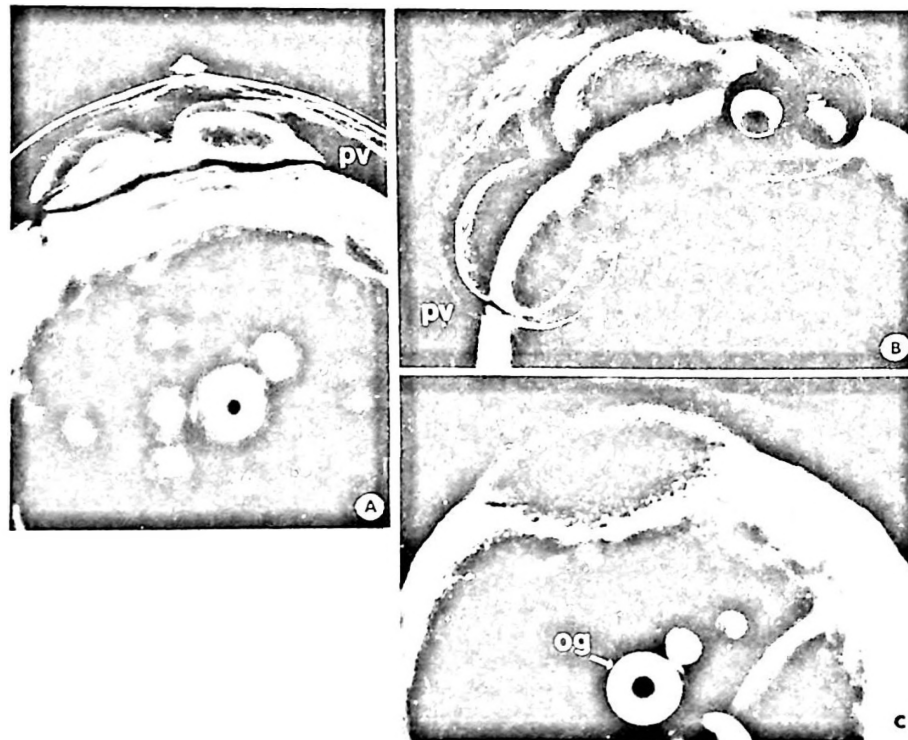


Figura 3

Microfotografías de campo obscuro de embriones de los estados de dos blastómeros (A), cuatro blastómeros (B) y mórula (C). Con este tipo de observación se destaca la forma y el volumen en el área de segmentación. 100x.

pv = espacio perivitelino, og = gota oleosa

En general en este estado, y en el anteriormente descrito, se aprecia una rotación del embrión dentro del corion, pues, el área del blastodermo queda desplazada con respecto a la ubicación del micrópilo. En algunas oportunidades es posible ver los filamentos coriales en la zona del ecuador del embrión.

Estado 8. Anillo germinal (30-50 horas) (Figura 5B). En este estado se pueden observar dos áreas, una marginal que corresponde al anillo germinal, que se muestra como una banda sobre el ecuador del huevo y un área clara central delimitada por este anillo germinal. Según Long (1984), la formación del anillo germinal en teleósteos se produce por una acumulación de células profundas en el margen del blastodisco cuando comienzan los movimientos epibólicos.

Pronto aparece en una zona del borde interno de este anillo un engrosamiento que aumenta de tamaño por agregación de células. Estas células comienzan a desplazarse hacia lo que será la futura región cefálica. La orientación de este grupo de células es perpendicular a la del anillo germinal (Figura 5B). Esta situación nos está indicando la diferenciación de un eje anteroposterior del futuro embrión.

Algunos embriones, 30 horas post-fecundación, todavía están al estado de mórula, notándose la pérdida de sincronía en el desarrollo. Esta asincronía ha sido observada durante el desarrollo de otros teleósteos (Saksena *et al.*, 1961; Wourms, 1972; Luchini y Cruz, 1981) y en el desarrollo de invertebrados como la sanguijuela (Fernández, 1980).

Estado 9. Escudo embrionario (50-72 horas) (Figura 5C). Entre el segundo y tercer día de incubación aumenta el número de células con orientación anteroposterior perpendicular al anillo germinal, formando una cuña o escudo con una banda en el centro que se proyecta hacia el extremo anterior del embrión y que constituirá posteriormente la región cefálica.

La formación de este escudo embrionario ha sido explicado por movimientos de convergencia de las células del anillo germinal en un punto del mismo (Ballard, 1973b; Long, 1984), lo que permite señalar en este estado la orientación del futuro embrión, correspondiendo este punto al extremo posterior; según Long y Speck (1984) el escudo embrionario visible marca el plano de simetría bilateral.

Los posibles mecanismos que llevan a la formación del escudo embrionario en un punto del anillo germinal están señalados por Long (1984) en un modelo computarizado, apoyado en el tipo de movimientos de las células de la blástula. En ésta, las células profundas del centro del blastodisco tienden por epibolia a desplazarse hacia los bordes. Las células que están en el borde del blastodisco convergen hacia la línea media dorsal y hay células que pueden detener sus movimientos por una barrera física tanto del borde del blastodermo como por los grupos celulares de mayor densidad en los que se dificulta el movimiento.

La formación del engrosamiento interno del anillo germinal y del escudo embrionario en *B. australis*, semeja a lo que ocurre en el estado 11 del desarrollo embrionario normal de *Catostomus commersoni* descrito por Long y Ballard (1976) y a los estados 7 al 11 del desarrollo de salmónidos (Ballard, 1973a).

Estado 10. Placa neural (72-86 horas). Ya en el tercer día de incubación, la migración de células en el escudo embrionario hacia el extremo anterior es más marcada, formándose la placa neural ensanchada de la región cefálica que va a originar más adelante las vesículas encefálicas. Por debajo de la región cefálica se ubica una gota de aceite de aproximadamente 0,2 mm de diámetro formada por la confluencia de gotas más pequeñas observadas en estados anteriores. También es posible observar en algunos embriones el surco de formación de los primeros somitos. En la región posterior del embrión se aprecia el blastoporo con el tapón vitelino, representado en el esquema de la Figura 5D.

III. Período de organogénesis

Estado 11. Formación de vesículas encefálicas (86-100 horas). Entre el tercero y cuarto día de incubación, se forman en la región cefálica vesículas encefálicas engrosadas, la más anterior que constituye el cerebro anterior o prosencéfalo es más estrecho en este estado que el cerebro medio o mesencéfalo, el cual se ve más dilatado. La vesícula más posterior desarrollada es el cerebro posterior o rombencéfalo observadas en el dibujo esquemático de la Figura 5E. Tempranamente hacen su aparición las vesículas ópticas como proyecciones laterales ovaladas del cerebro anterior. En el tronco se ven cuatro a seis somitos.

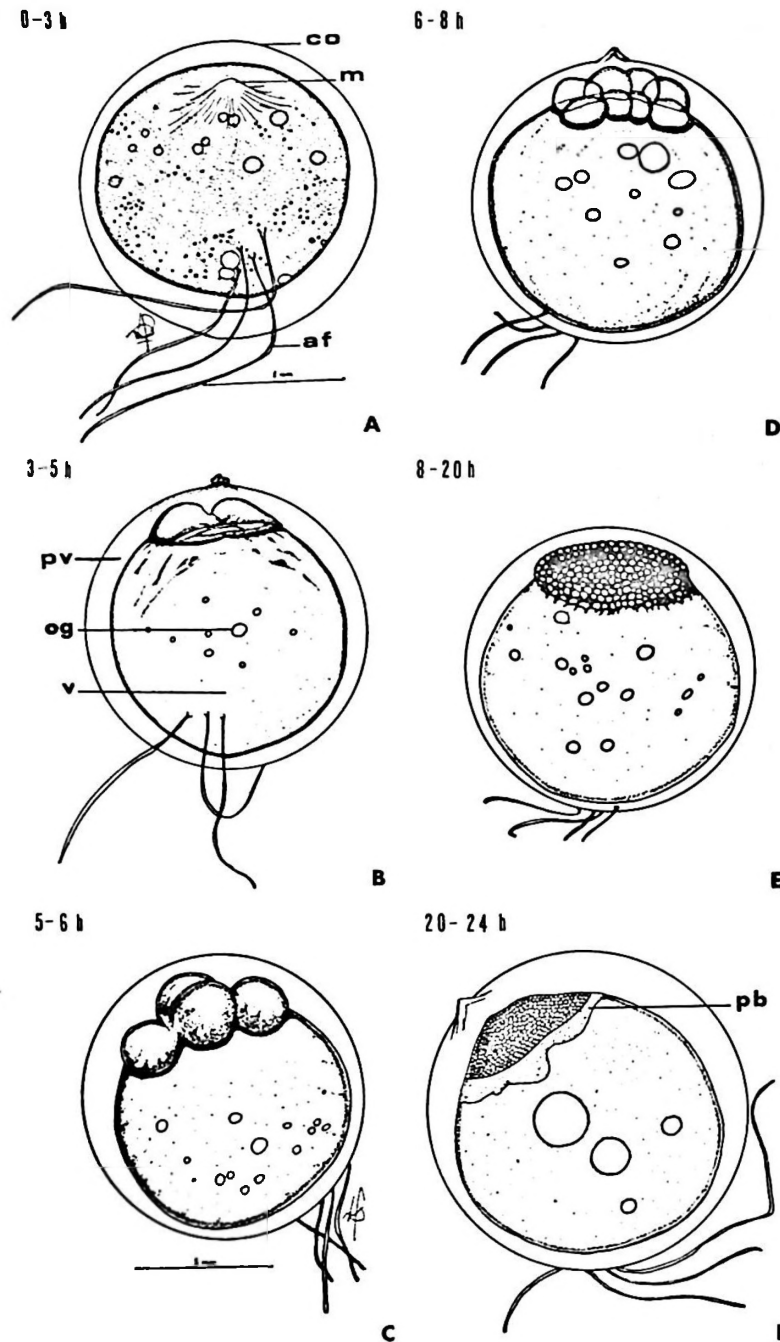


Figura 4. Representación esquemática del huevo y de estados de segmentación de *B. australis* incubados a temperatura de laboratorio (14°-22°C).

- A. Huevo fecundado indiviso, se observan el corion (co), los filamentos adhesivos (af) y el micrópilo (m).
- B. Estado de dos blastómeros, estas células se observan proyectándose hacia el espacio perivitelino (pv), por debajo de ellas el vitelo (v) contiene numerosas gotas oleosas (og).
- C. Estado de cuatro blastómeros, también estas células se expanden hacia el espacio perivitelino y su forma es globosa.
- D. Estado de ocho blastómeros, es menor la expansión hacia el espacio perivitelino persistiendo el aspecto globoso.
- E. Mórula: la disminución de tamaño de los blastómeros derivada de las divisiones celulares hace menos aparente esta proyección hacia el espacio perivitelino observada en los estados anteriores.
- F. Blástula, es difícil reconocer los límites celulares, el borde externo corresponde al periblasto (pb), las gotas de aceite se fusionan formándose glóbulos oleosos de mayor tamaño.

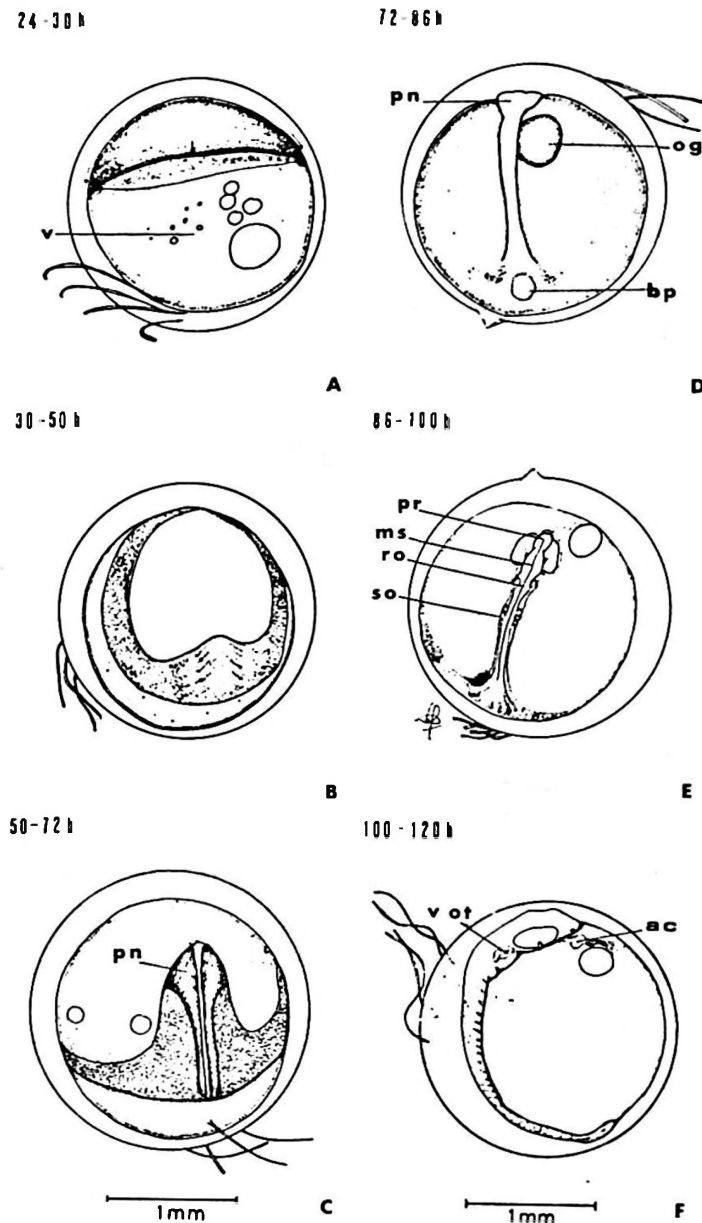


Figura 5. Representación esquemática del desarrollo embrionario desde la expansión del blastodermo hasta el estado 12, en el cual se observan los primeros movimientos del corazón.

- A. Blastodermo expandido: Las células de la blástula comienzan a migrar en dirección del ecuador, formándose un casquete de células embrionarias por sobre el vitelo (v).
- B. Anillo germinal: Los movimientos celulares característicos del período de gastrulación, permiten la formación de una banda de células de disposición supraecuatorial que delimitan un área central clara. Esta banda corresponde al anillo germinal, en el cual hay un grupo de células que convergen hacia una zona que determinará la región anterior del futuro pez.
- C. Escudo embrionario: Es el área de convergencia celular con orientación anteroposterior, en la región más anterior se comienza a originar la placa neural (pn).
- D. Placa neural (pn): Parte engrosada de células de la región anterior del embrión. La gota oleosa (og), ahora única se ubica por debajo de la placa neural. El blastoporo (bp) está limitando la región más caudal del embrión.
- E. Vesículas encefálicas: Se observan las tres vesículas primarias, cerebro anterior (pr), medio (ms) y posterior (ro), además de las vesículas ópticas (vo) que constituyen proyecciones laterales del cerebro anterior. Se ven también los primeros somitos (so).
- F. Primeros movimientos del corazón: Puede verse el área cardíaca (ac) por delante de la región cefálica, el corazón observado *in vivo*, manifiesta latidos que impulsan la sangre hacia el cuerpo del embrión.

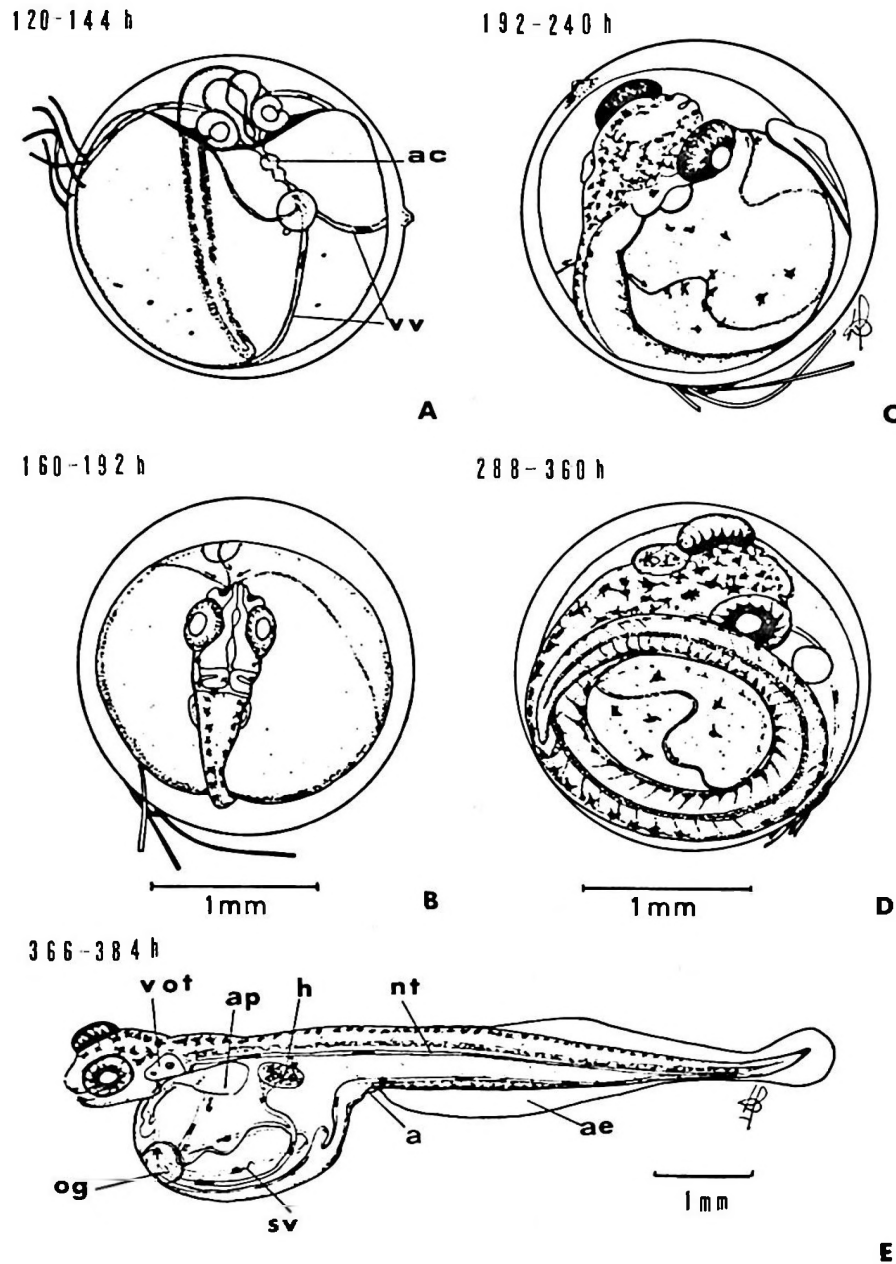


Figura 6. Representación esquemática de los estados del desarrollo desde circulación vitelina hasta larva recién eclosionada.

- A. Circulación vitelina, son notorias las venas vitelinas (vv) derecha e izquierda que se dirigen con un flujo sanguíneo hacia el área cardíaca (ac). Un tercer vaso desde la región caudal del embrión también viene a desembocar en el corazón. Las flechas indican el sentido de la circulación.
- B. Pigmentación ocular y dorsal, comienza la pigmentación de ellos, por detrás de los ojos y a ambos lados del cuerpo se desarrollan melanóforos estrellados.
- C. Movimientos corporales, se observan en vivo. Se nota un crecimiento del embrión y se pigmenta la región cefálica dorsal.
- D. Elongación del embrión, se hace evidente con el enrollamiento del embrión sobre sí mismo.
- E. Larva recién eclosionada. En el esquema se observa la forma general de la larva que eclosiona con gran cantidad de pigmentación. Externamente se visualiza la aleta pectoral (ap) y entre el saco vitelino (sv) y la aleta embrionaria (ae), la abertura anal (a). Además puede observarse por transparencia la vesícula ótica (vot), el hígado (h), el glóbulo de aceite (og) y la notocorda (nt).

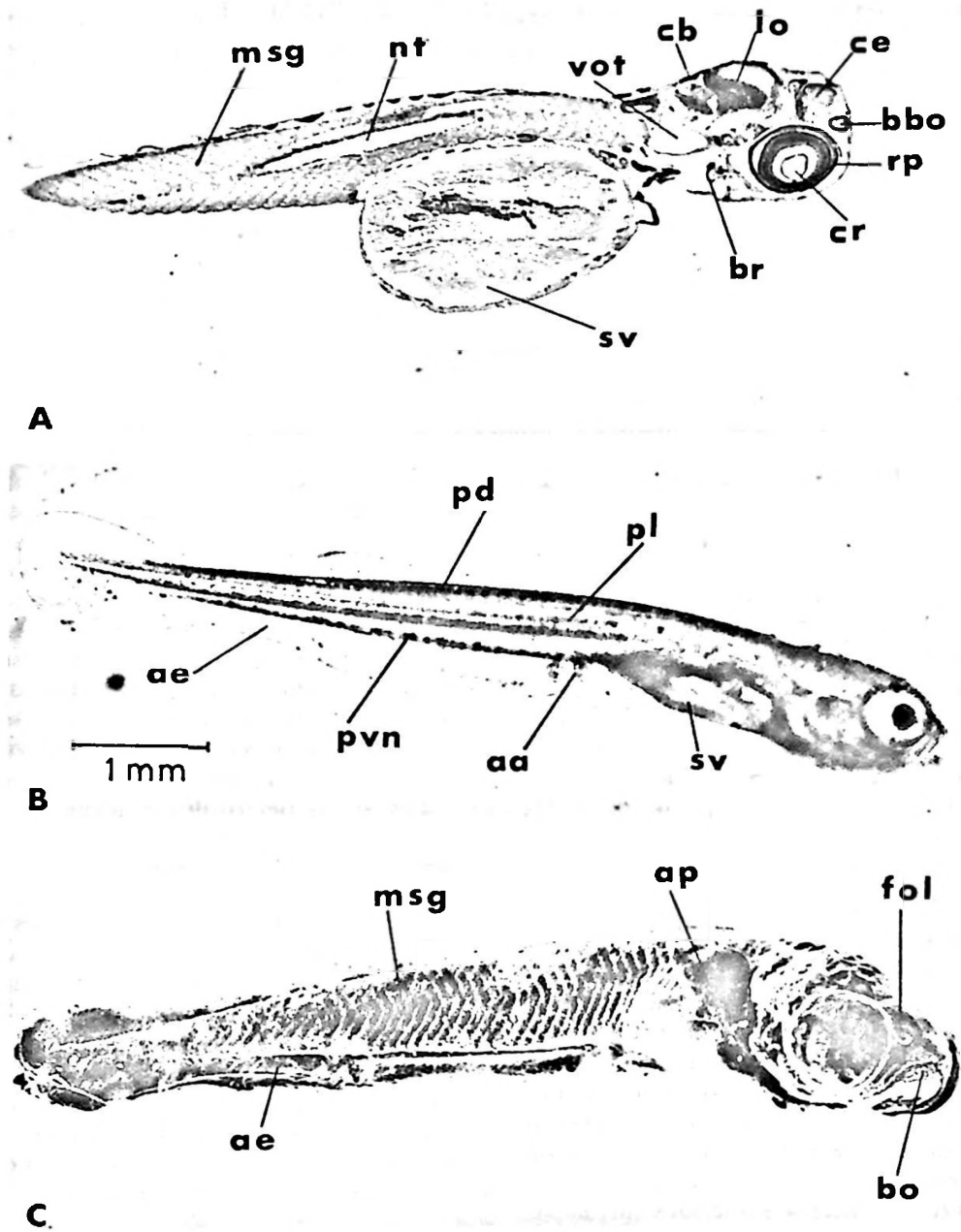


Figura 7. Microfotografías de prelarvas con tres métodos diferentes de observación.

A. Corte histológico longitudinal de larva recién eclosionada. Se observa en la región troncal la musculatura segmentada (msg), saco vitelino (sv), notocorda (nt). En la región cefálica vemos el bulbo olfatorio (bbo), cerebro (ce), lóbulo óptico (lo), cerebelo (cb). En los ojos se destacan la retina pigmentada (rp) y el cristalino (cr). Por efecto del corte la vesícula ótica aparece vacía (v ot).

B. Prelarva observada en vivo alrededor de 48 horas después de eclosionar, la abertura anal (aa) se ubica entre la aleta embrionaria (ae) por detrás del saco vitelino (sv). Se visualizan además tres corridas de pigmentos, dorsal (pd), lateral (pl) y ventral (pvn).

C. Con microscopía de barrido es posible analizar cuantitativamente la musculatura segmentada (msg). En la región cefálica es posible observar fosa olfatoria (fol), posición y magnitud que alcanzan los ojos (oj) y la boca (bo). La aleta embrionaria (ae) y la aleta pectoral, presentan artefactos de técnica relativos a su fragilidad como puede apreciarse en B.

TABLA 1
Alteraciones del desarrollo de *B. australis* detectadas al examen de una muestra de 193 huevos fecundados y cultivados en condiciones de laboratorio.

	Nº de huevos	% de huevos
Huevos citolisados y muertos por contaminación	30	15,53
Embriones anormales	5	2,59
Embriones que alcanzaron el estado de prelarvas	158	81,86
TOTAL	193	100,00%

Estado 12. Primeros movimientos del corazón (100-120 horas). Entre el cuarto y quinto día de incubación se observa un mayor desarrollo de las vesículas encefálicas y ópticas, visualizándose el cristalino (Figura 5F). Son notorias también las cápsulas olfatorias y las vesículas óticas. Ha aumentado el número de somitos y se observan los primeros movimientos del corazón ubicado por delante de la región cefálica.

Estado 13. Circulación vitelina (120-144 horas). A los seis días de incubación, se nota un mayor desarrollo del cerebro medio y se ha desarrollado el cerebelo (Figura 6). Las cápsulas ópticas aparecen levemente pigmentadas. Por detrás de los ojos, se han desarrollado cápsulas óticas. En el saco vitelino se observa la circulación de la sangre por las venas vitelinas derecha e izquierda, cuyo flujo se dirige hacia el corazón embrionario donde se perciben notoriamente los latidos cardíacos.

Estado 14. Pigmentación ocular y dorsal (160-192 horas) (Figura 6B). Entre el séptimo a octavo día de incubación, se nota un aumento de tamaño del embrión. En los ojos, el cristalino ya está incluido en las copas ópticas y la pigmentación es más evidente. Por la pigmentación y el brillo, los ojos son muy buenos indicadores de si el embrión está vivo, lo que constituye una característica útil e importante en acuicultura para detectar y extraer tempranamente los embriones sin vida. El resto de la pigmentación corporal también se acentúa, hay dos bandas de pigmentos con melanóforos de tipo estrellado por detrás de los ojos que convergen en la línea

media por detrás de las vesículas óticas para continuar hacia la región caudal en una banda de pigmentos cubriendo hacia atrás dos tercios del cuerpo. Hay también algunos melanóforos distribuidos en el saco vitelino.

En las vesículas óticas es posible visualizar en este estado un par de otolitos en cada una.

Las aletas pectorales emergen como pequeñas proyecciones laterales por detrás y ventral a las vesículas óticas.

Estado 15. Movimientos corporales del embrión (192-240 horas) (Figura 6C). Hacia el décimo día de incubación continúa el aumento progresivo de tamaño del embrión así como de su pigmentación. La aleta caudal alcanza a tocar la cabeza rodeando así el saco vitelino. El extremo caudal de la cola se separa del saco vitelino quedando libre. Se aprecian además notorios movimientos corporales del embrión dentro del corion.

Estado 16. Movimientos de ojos y mandíbulas (240-288 horas). Entre los diez y doce días de incubación comienzan los movimientos del globo ocular y movimientos de apertura y cierre de la boca. Aumenta la longitud de los embriones llegando el extremo posterior a sobrepasar la cabeza. Las venas vitelinas se ven más acodadas. La pigmentación es más profusa y ha avanzado hasta el morro en la región cefálica.

Estado 17. Elongación del embrión (288-360 horas). Entre el decimotercero y el decimoquinto día de incubación hay un aumento de tamaño total del embrión a expensas del vitelo, llegando a enrollarse sobre sí mismo (Fi-

gura 6D). El pigmento del dorso toma una disposición especial sugiriendo que a cada segmento correspondiera un melanóforo estrellado. Se intensifican los movimientos del embrión dentro del corion y los movimientos de las mandíbulas, pareciendo que éstas ayudan a raspar el interior del corion, ocasionando un adelgazamiento de esta membrana, lo que favorecerá la eclosión de la prelarva.

Estado 18. Eclosión (336-384 horas). Hay un intervalo de tiempo más o menos amplio en que las larvas eclosionaron, aunque la mayoría lo hicieron después de los quince días de incubación. La excepción la constituyó un grupo de huevos dejados para observación sin oxigenar, que nacieron a los 14 días en su totalidad.

Antes de eclosionar, los embriones experimentan movimientos de rotación dentro del corion, estos movimientos son impulsivos y arrítmicos. Hay un adelgazamiento del corion, probablemente aumenta la permeabilidad de esta membrana protectora, aumen-

tando el volumen de líquido en el interior y como consecuencia se produce una ruptura en la zona más delgada, por ella emerge en primer lugar el extremo caudal de la prelarva, los movimientos se intensifican para tratar de desalojar la región cefálica que ha quedado encapuchada por el corion. Una vez que se ha desprendido completamente de la membrana que la envolvía, se desplaza con movimientos natatorios en la cápsula de cultivo y pareciera esforzarse en mantener su saco vitelino que la lleva un poco a fondo.

Larva recién eclosionada o prelarva (Figuras 6E y 7A)

Tiene alrededor de 8 mm de longitud total (LT) y está entre las de mayor tamaño comparando la longitud de eclosión de otras especies de aterínidos (Tabla 3). En la región cefálica los ojos son grandes, prominentes, la boca terminal, se aprecian movimientos de las mandíbulas. Por detrás de los ojos se ven las cápsulas óticas y por transparencia dentro de ellas, un par de otolitos de diferente tama-

TABLA 2

Estados y tiempo de desarrollo de *B. australis* (14 - 22°C)

Estado	Tiempo	Características
1	0 - 3 hrs	Huevo indiviso
2	3 - 5 hrs	2 blastómeros
3	5 - 6 hrs	4 blastómeros
4	6 - 8 hrs	8 blastómeros
5	8 - 20 hrs	Mórula
6	20 - 24 hrs	Blástula
7	24 - 30 hrs	Blastodermo expandido
8	30 - 50 hrs	Anillo germinal
9	50 - 72 hrs	Escudo embrionario
10	72 - 86 hrs	Placa neural
11	86 - 100 hrs	Vesículas encefálicas y primeros somitos.
12	100 - 120 hrs	Primeros movimientos del corazón
13	120 - 144 hrs	Desarrollo de circulación vitelina.
14	160 - 192 hrs	Pigmentación ocular y corporal dorsal, desarrollo de las aletas pectorales.
15	192 - 240 hrs	Comienzan movimientos corporales del embrión.
16	240 - 288 hrs	Comienzan movimientos oculares y mandibulares.
17	288 - 360 hrs	Elongación del embrión y enrollamiento sobre sí mismo. Intensificación de los movimientos rotatorios dentro del corion.
18	336 - 384 hrs	Eclosión

TABLA 3

Comparación de datos morfométricos, tiempo y temperatura de incubación en el desarrollo embrionario de siete especies de aterínidos, incluyendo *B. australis*.

Especie	Diámetro del huevo (mm)	Temperatura de incubación (°C)	Duración del período de incubación	Longitud de eclosión de la prelarva	Referencias
<i>Odontesthes bonariensis</i>	1,6	15 - 21	10 días	—	González y Mastrarrigo, 1948
<i>O. (Austromeniidia) regia</i>	1,35-2,0	20 - 22	12-14 días	5 - 7 mm	Chirinos y Chuman, 1964
<i>Odontesthes debueni</i>	1,65-1,86	—	—	5,5 - 7 mm	Fischer, 1963
<i>O. regia laticlavia</i>	1,8 -2,15	—	—	6 - 7 mm	Fischer, 1963
<i>Labidesthes sicculus</i>	1,1 -1,4	—	—	5,3 mm	Rasmussen, 1980
<i>Membras vagrans</i>	0,9 -0,94	—	—	3-3,5 mm	Flores-Coto, 1983
<i>Basilichthys australis</i>	1,7 -2,4	14 - 22	15 días	~ 8 mm	Datos del presente trabajo

ño en cada una. Los de mayor tamaño corresponden a los "sagittae". El otolito más pequeño de cada cápsula corresponde al "lapillus". La pigmentación bastante profusa, alcanza hasta el reborde de la maxila en el extremo anterior. Hacia atrás por sobre la región cefálica y troncal, la pigmentación se extiende sobre el eje axial. También se disponen dos bandas de pigmento a ambos lados del cuerpo y una longitudinal a ambos lados de la aleta ventral (Figura 7B).

Las aletas pectorales presentan seis a siete rayos. La aleta embrionaria dorsal única se extiende hasta la caudal, continuándose en la aleta ventral hasta la desembocadura del ano (Figura 7B).

En cortes histológicos longitudinales es posible observar la disposición de la musculatura segmentada troncal interrumpida por la notocorda y el tubo neural cuando la sección pasa por el plano sagital. Sin embargo, su cuantificación se dificulta, porque no tenemos la seguridad de tener exactamente el corte longitudinal completo. Con microscopía de barrido observada en la Figura 7C, ha sido posible contabilizar alrededor de 50 miómeros.

El saco vitelino es prominente en la región ventral, presentando aún una gota oleosa y pigmentos en la superficie dorsal. Se reduce entre tres a cuatro días de desarrollo larval. El estado larval resultante después de la reabsorción del vitelo ha sido denominado por algunos autores como postlarva (Lagler, 1970). Aunque estas larvas aún mantienen

sus características que las hacen diferentes de un individuo juvenil.

Con la reducción del saco vitelino se estiliza la figura de la larva. La aleta dorsal comienza a diferenciarse, la región del pedúnculo se hace más angosta desde donde nace la aleta caudal, que se presenta redondeada y con desarrollo de rayos caudales.

DISCUSION

Uno de los problemas que llama la atención y preocupa por los aspectos prácticos que involucra, es el comportamiento de las hembras traídas desde el ambiente natural con el propósito de provocar su desove en el laboratorio. El desove no siempre se obtuvo con facilidad, aun cuando las hembras tuvieran manifiestas características indicadores de maduración gonadal, hubo especímenes que no desovaron. Es necesario buscar las causas de este comportamiento diferente entre las hembras.

Se conoce bien que son los estímulos ambientales (fotoperíodo, temperatura, pluviosidad), los que desencadenan los eventos reproductivos en peces, provocando, después del paso de la información a centros neurales, la liberación de gonadotrofinas hipofisarias que estimulan la producción de esteroides sexuales en la gónada, los que serán responsables de la maduración de los ovocitos (Hoar y Randall, 1969; Harvey y Hoar, 1980). Estos autores señalan también que las etapas finales del desarrollo de los ovocitos y

foliculos pueden disociarse experimentalmente de la ovulación, es decir, puede haber ovocitos en etapas finales de maduración, pero no cumplirse las condiciones necesarias para que se desencadene la ovulación (expulsión del ovocito fuera del foliculo) y el desove (oviposición al medio ambiente). Estas condiciones serían independientes del control hipofisiario a criterio de Harvey y Hoar (1980), sin embargo, Stacey *et al.* (1984), demuestran el aumento de las gonadotropinas plasmáticas en el momento de la ovulación y durante el desove natural de *Catostomus commersoni* y citan a muchos autores que concuerdan que en una gran variedad de peces teleosteos las gonadotropinas plasmáticas aumentan dramáticamente al momento de la ovulación y el desove.

Si en la práctica hay algunos especímenes de *B. australis* que desovan es posible pensar que los que no lo hacen es porque aún no han completado la maduración ovocitaria, o bien habiéndose completado, habría una inhibición de la descarga ovulante de la hormona luteinizante (LH) frente a las condiciones temporales de cautiverio. Es posible entonces que sea la falta de estímulos ambientales o las condiciones de stress sufridas en cautiverio, o la adición de ambas causales las que podrían estar inhibiendo la descarga hormonal que desencadena el desove en especies silvestres no acostumbradas aún a confinamiento.

Por su tamaño y transparencia es posible visualizar con claridad las etapas del desarrollo embrionario en huevos de *Basilichthys australis*. Se constató una duración del periodo de incubación desde la fecundación del ovocito, hasta la eclosión de la prelarva de 15 ± 1 día a temperaturas entre 14-22°C, determinándose 18 estados.

Podemos comparar el desarrollo ontogénico de esta especie en sus aspectos morfológicos generales con la de otros aterínidos descritos por Fischer (1963), Chirinos y Chuman (1964), Rasmussen (1980), y observamos bastante similitud. Sin embargo, no es posible hacer comparaciones relativas al periodo de incubación y número de estados del desarrollo de peces, ya que no son comparables en la mayoría de los casos las metodologías y objetivos de estudio de los diferentes autores, esto se desprende de la confrontación de los datos señalados por diferentes autores para siete especies de aterínidos (Tabla 3). Fischer (1963) y Rasmussen (1980), estudia-

ron muestras de huevos obtenidos desde el ambiente natural, sin conocer exactamente el momento de la fecundación, por consiguiente sin hacer referencia a la duración de los estados ni al periodo de incubación. Long y Ballard (1976) en un prolijo estudio del desarrollo de *Catostomus commersoni* describen 21 estados desde el huevo fertilizado e indiviso hasta la eclosión, a temperaturas constantes diferentes (entre 10° y 20°C), en condiciones experimentales, sin el corion.

Como afirma Chirinos y Chuman (1964) el periodo de incubación es variable, de acuerdo con las especies. Entre los aterínidos de aguas templado-frías, *Menidia* eclosiona alrededor de los 16 días a temperaturas entre 12° y 18°C; *Odontesthes (Austromenidia) regia regia* entre los 12 y 14 días a temperaturas alrededor de 20°C y *O. bonariensis* a los 10 días en rangos de temperaturas de 15° a 20°C. Las especies que, como los salmónidos, se desarrollan en aguas frías (5°-10°C) tienen un periodo de incubación más extenso, alrededor de 60 días y, por contrario, especies de aguas templadas (24°-28°C) tienen periodos de incubación muy cortos entre 24 a 28 horas. Entre estas últimas podemos citar como ejemplo el "bagre negro" *Rhamdia sapo* que eclosiona a las 30 horas de incubación a temperaturas entre 24° a 25°C (Luchini y Cruz, 1981). Teniendo en cuenta la importante influencia de la temperatura en el desarrollo embrionario de peces, la cual al aumentar puede acelerar los procesos del desarrollo dentro de ciertos límites, es necesario a futuro relacionar el tiempo de incubación con el grado térmico acumulado por los huevos, con el fin de obtener un índice de unidades térmicas de incubación para esta especie si pretendemos su cultivo. Nos parece necesario destacar que éste puede llegar a ser un provechoso recurso proteico de alternativa al desarrollarse estudios de cultivo y manejo de la especie.

Finalmente nos atrevemos a sugerir que los huevos, embriones y larvas de *B. australis*, por las características ya analizadas, constituyen un material de gran utilidad en las prácticas demostrativas de embriología de peces.

Anexo: Análisis de varianza para un grupo de 755 huevos de *B. australis* divididos en tres muestras obtenidas a distintos tiempos.

El análisis se realizó para comprobar si

existían diferencias entre promedios del diámetro en 312 ovocitos recién desovados, 93 huevos fecundados y en división (1 a 24 horas) y 350 huevos con embriones en desarrollo después de las 24 horas hasta 14 días de incubación. Si la hipótesis es afirmativa y hay

diferencias de diámetros nos permite inferir que hay aumentos del diámetro de los huevos con embriones a mayor cantidad de tiempo de incubación.

Los datos de las 3 muestras se consignan en la siguiente tabla:

d	f	yi	yx _d	d	f	yi	yx _d	d	f	yi	yx _d
1,6	(3)	4,8	7,68	1,9	(2)	3,8	7,22	1,8	(1)	1,8	3,24
1,7	(42)	71,4	121,38	2,0	(11)	22,0	44,0	1,9	—	—	—
1,8	(104)	187,2	336,96	2,1	(26)	54,6	114,66	2,0	(9)	18,0	36,0
1,9	(71)	134,9	256,31	2,2	(37)	81,4	179,08	2,1	(8)	16,8	35,28
2,0	(54)	108,0	216,0	2,3	(17)	39,1	89,93	2,2	(163)	358,6	788,92
2,1	(33)	69,3	145,53					2,3	(167)	384,1	883,43
2,2	(5)	11	24,2					2,4	(2)	4,8	11,52
	312	586,6	1.108,66		93	200,9	434,89		350	784,1	1.758,39

Se obtuvieron los siguientes promedios:

Muestra X₁ = 1,88
 X₂ = 2,16
 X₃ = 2,24

Donde: d = diámetro
 f = frecuencia
 yi = d × f

Resumen de datos

		Σx	Σx ²
Muestra 1	312	586,6	1.108,06
Muestra 2	93	200,9	434,89
Muestra 3	350	784,1	1.758,39
Total	755	1.571,6	3.301,34

FC = 3.271,43

Tabla de ANOVA

F. Var.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.
Trat.	22,05	2	1,1025	1,050
Error	7,86	752	0,0105	
Total	29,91	754		

Las diferencias entre los 3 promedios fueron significativas (p < 0,01)

Prueba de Scheffé

Se aplicó para comparar cada una de las medias entre sí y ver si entre ellas había diferencias significativas de diámetro.

Comparación entre 1ª muestra y 2ª muestra.
 X₁ - X₂

$$\sqrt{0,0105 \left(\frac{1}{312} + \frac{1}{93} \right)} \cdot \sqrt{4,6 \cdot 2}$$

0,01211 · 3,033 = 0,036

0,28 > 0,036 ⇒ hay ≠ significativa al 1%

Comparación entre 1ª y 3ª muestra
 X₁ - X₃

$$\sqrt{0,0105 \left(\frac{1}{312} + \frac{1}{350} \right)} \cdot 3,033$$

0,00798 · 3,033 = 0,0242

0,36 > 0,242 ⇒ hay ≠ significativa al 1%

Comparación entre 2ª y 3ª muestra
 X₂ - X₃

$$\sqrt{0,0105 \left(\frac{1}{93} + \frac{1}{350} \right)} \cdot 3,033$$

0,01195 · 3,033 = 0,036

0,08 > 0,036 ⇒ también hay diferencias significativas.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer al Dr. Juan Fernández y Dr. Jorge Arrau, la revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias. Al profesor Harald Schmidt, la traducción del texto de Fischer. Al personal de microscopía electrónica de IDIEM. A la Dra. M. Angélica Marles su colaboración en el análisis estadístico. A la señora Carmen Graff las mediciones de ovocitos y embriones en la primera etapa del

trabajo. Al señor Alejandro Miranda por la preparación del material fotográfico y al señor Fermín Camilo por su ayuda en la recolección de muestras en terreno y mantención de acuarios en el laboratorio.

Este estudio ha sido posible gracias al apoyo parcial de los proyectos B-1551-8213, 8323, 8433 y 8544 del Departamento de Investigación y Bibliotecas de la Universidad de Chile.

REFERENCIAS

- BAHAMONDES, I.; D. SOTO e I. VILA. 1979. Hábitos alimentarios de los pejerreyes (Pisces Atherinidae) del Embalse Rapel. Chile. Medio Ambiente 4(1): 3-18.
- BALLARD, W.W. 1973a. Normal embryonic stages for Salmonid fishes based on *Salmo gairdneri* Richardson an *Salvelinus fontinalis* (Mitchill). The Journal of Experimental Zoology, 184: 7-26.
- BALLARD, W.W. 1973b. Morphogenetic movements in *Salmo gairdneri* Richardson. The Journal of Experimental Zoology, 184: 27-48.
- CAMPOS, H. 1972. Breeding season and early development of *Brachygalaxias bullocki* (Osteichthyes: Galaxiidae). The Texas Journal of Science, 23 (4): 531-544.
- CERISOLA, H.; F. GRISOLIA y E. MÉNDEZ. 1978. Aspectos estructurales y ultraestructurales del ovario del pejerrey de agua dulce *Basilichthys australis* Eigenmann. Anales del Museo de Historia Natural, Valparaíso, 11: 175-190.
- CHIRINOS DE V., A. y D.E. CHUMAN. 1964. Notas sobre el desarrollo de huevos y larvas del pejerrey *Odonthestes (Austromeniidia) regia regia* Humboldt. Boletín del Instituto del Mar del Perú, 1(1): 1-31.
- DE BUEN, F. 1940. Huevos, crías, larvas y jóvenes de *Chirostoma* del lago Pátzcuaro. Estación Limnológica de Pátzcuaro. Trabajo N° 3: 1-14.
- DUARTE, W.; R. FEITO; C. JARA; C. MORENO y A.E. ORELLANA. 1971. Ictiofauna del sistema hidrográfico del río Maipo. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 32: 227-268.
- FERNÁNDEZ, J. 1980. Embryonic development of the Glossiphoniid leech *Theromyzon rude*: Characterization of developmental stages. Developmental Biology, 76: 245-262.
- FISCHER, W. 1963. Die Fische des Brachwassergebietetes Lenga bei Concepción (Chile). Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie, 48 (3): 419-511.
- FLORES-COTO, C. 1983. Descripción del huevo y el desarrollo larvario de *Membras vagrans* (Goode y Bean) con notas sobre su época de desove en la laguna de Tamiahua, Veracruz. (Pisces: Atherinidae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 10 (1): 237-248.
- GAJARDO, G. y G. ARRATIA. 1980. Aspectos sistemáticos de *Basilichthys* en Chile (Peces: Atherinidae). Archivos de Biología y Medicina Experimental, Sociedad de Biología de Chile, 13(1): R-140.
- GONZÁLEZ, T. y V. MASTRARRIGO. 1948. Piscicultura del pejerrey. Dirección de Piscicultura, Pesca y Caza Marítima. Publicaciones Misceláneas.
- HARVEY, B. y W. HOAR. 1980. Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces. Ottawa, Ontario. CIID. 48 p.
- HIRONAKA, L. 1978. Centros piscícolas estatales de Chile. Informe Servicio Nacional de Pesca.
- HOAR, W.S. y D.J. RANDALL. 1969. Fish Physiology. Vol. 3. Academic Press, New York and London.
- HUAQUIN, L. 1978. Un caso de embriones "siameses" en el pejerrey *Basilichthys australis* Eigenmann 1927 (Atherinidae). Ciencias Forestales, 1(2): 61-69.
- HUAQUIN, L. 1980. Filamentos coriales en ovocitos y huevos de *Basilichthys australis* Eigenmann 1927 (Osteichthyes: Atherinidae). Archivos de Biología y Medicina Experimental, Sociedad de Biología de Chile, 13(1): R-75.
- HUAQUIN, L. 1983. Embriones siameses de pejerrey chileno. Revista Creces, 4(4): 38-41.
- IWAMATSU, T. and H. KEINO. 1978. Scanning electron microscopic study on the surface change of eggs of the teleost, *Oryzias latipes*, at the time of fertilization. Development Growth & Differentiation, 20(3): 237-250.
- LAGLER, K.F. 1970. Freshwater fishery biology. W.M.C. Brown Company Publishers. Dubuque. Iowa. 421 p.
- LONG, W. 1984. Cells movements in teleost fish development. Bioscience, 34(2): 84-88.
- LONG, W.K. and W. BALLARD. 1976. Normal embryonic stages of the white sucker, *Catostomus commersoni*. Copeia, 2: 342-351.
- LONG, W.K. and N.A. SPECK. 1984. Determination of the plane of bilateral symmetry in the teleost fish, *Oryzias latipes*. The Journal of Experimental Zoology, 229: 241-245.
- LUCHINI, L. y C. CRUZ. 1981. Reproducción inducida y desarrollo larval del "bagre negro", *Rhamdia sapo* (Val) Eigenmann. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 12: 1-7.
- MORENO, C.; R. URZÚA y N. BAHAMONDES. 1977. Breeding season, sexual rate and fecundity of *Basilichthys australis* Eigenmann 1927, from Maipo River, Chile (Atherinidae, Pisces). Studies on Neotropical Fauna and Environment, 12: 217-233.
- NELSEN, O. 1953. Comparative embryology of the Vertebrates. The Blakiston Company Inc. Toronto.
- RASMUSSEN, R.P. 1980. Egg and larval development of Brook Silversides from the Peace River, Florida. Transactions of the American Fisheries Society, 109: 407-416.
- RINGUELET, R. 1943. Piscicultura del pejerrey o Atherinicultura. Editorial Suelo Argentino, 6: 1-162.
- SAKSENA, V.; K. YAMAMOTO and C. RIGGS. 1961. Early development of the Channel catfish. The Progressive Fish Culturist, 23(4): 156-161.
- SOTO, D. 1978. Edad, crecimiento y ciclo reproductivo de *Basilichthys australis* (Pisces, Atherinidae) Eigenmann 1927 en el Embalse Rapel. Chile. 57 p., 21 fig. Tesis de grado. Licenciatura en Ciencias, Universidad de Chile, Fac. de Ciencias, Depto. de Biología. Santiago, Chile.
- STACEY, N.E.; D.S. MACKENZIE; T.A. MARCHANT; A.L. KYLE y R.E. PETER. 1984. Endocrine changes during natural spawning in the white sucker, *Catostomus commersoni*. I. Gonadotropin, growth hormone, and thyroid hormones. General and Comparative Endocrinology, 56: 333-348.
- URZÚA, R.; C. DÍAZ; E. KARMY y C. MORENO. 1977. Alimentación natural de *Basilichthys australis* (Eigenmann) en Tejas Verdes, Chile (Atheriniformes, Atherinidae). Biología Pesquera, Chile, 9: 45-61.

VILA, I. and D. SOTO. 1981. Atherinidae (Pisces) of Rapel Reservoir, Chile. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie*, 21: 1334-1338.

WOURMS, J. 1972. Development Biology of annual fishes. Stages in the normal development of *Austrofundulus myersi* Dahl. *The Journal of Experimental Zoology*, 182(2): 143-169.

**REPRODUCTIVE CYCLE OF THE PACIFIC SARDINE,
SARDINOPS SAGAX MUSICA (GIRARD, 1854)
FROM THE FISHERY AREA OF TALCAHUANO,
CHILE (1983-1984)**

**CICLO REPRODUCTIVO DE LA SARDINA ESPAÑOLA,
SARDINOPS SAGAX MUSICA (GIRARD, 1854)
EN EL AREA PESQUERA DE TALCAHUANO,
CHILE (1983-1984)**

Eduardo A. Aguilera¹, Ciro Oyarzún, Javier Chong.

ABSTRACT

This report describes the spawning cycle of the Pacific sardine *Sardinops sagax musica* (Girard, 1854) during 1983-1984, in the Talcahuano fishery area (36°41'S; 73°06'W), using gonadic histological analysis. Information on gonosomatic index and the presence of eggs and larvae in the plankton are also used.

The results show Pacific sardine to be a serial spawner with continuous breeding throughout the year, and two peaks of reproductive activity—a main peak during winter and early spring (june to september), and a secondary peak in february.

The implications of this two spawning peaks, and an index of larval survival index in relation to environmental biotic and abiotic conditions are discussed.

First maturity sizes were found to be 29.5 cm total length for males and 30.0 cm for females, which approximately corresponds to 5 year of age.

The reproductive cycle in Talcahuano is similar to that found in the north of Chile. This could mean that the southern stock originated from the northern stock, but the reproductive differences between the both areas (e.g. first maturity size) might indicate the existence of at least two populations along the Chilean coast.

Keywords: Fish reproduction, Sardinops sagax musica, Histological analysis, first maturity, Chile.

RESUMEN

En este trabajo se describe el ciclo reproductivo de la sardina española *Sardinops sagax musica* (Girard, 1854) en el área de Talcahuano (36°41'S; 73°06'W) durante 1983-1984, mediante análisis histológico de gónadas, índice gonosomático y verificación de la presencia de huevos y larvas en el plancton.

Los resultados indican que la sardina española es un desovante parcial y se reproduce todo el año, con un máximo de actividad reproductiva en invierno y principio de primavera (junio a septiembre), y un máximo secundario en febrero. Se discuten las implicancias de ambos máximos de desove, y de un índice de sobrevivencia larvario, en relación con características ambientales bióticas y abióticas.

Se determina la talla de primera madurez a los 29,5 cm de longitud total en machos y de 30,0 cm en hembras, longitudes que equivalen aproximadamente a 5 años de edad.

Se determina que el ciclo reproductivo tiene un patrón similar al de la zona norte de Chile, por lo que el stock del sur podría haberse originado a partir de aquél, pero las diferencias reproductivas entre estos dos stocks, tales como talla de primera madurez, podría estar evidenciando la existencia de a lo menos dos stock poblacionales en la costa de Chile.

Palabras claves: Reproducción de peces, Sardinops sagax musica, análisis histológico, primera madurez, Chile.

INTRODUCTION

The Pacific sardine, *Sardinops sagax musica* (Girard, 1854), is the main pelagic fishery resource in Chile (SERNAP, 1984; 1985). In

the Talcahuano area, this species was entirely unknown to the fishermen before 1973 (Serrá, 1983). Since 1973 it begun to be signi-

Depto. Pesquerías, Area de Biología y Tecnología del Mar (BIOTECMAR), Pontificia Universidad Católica de Chile-Talcahuano, Casilla 127, Talcahuano, Chile.

¹Present address: Depto. Oceanología, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

ficant in the landings, becoming the second pelagic fishery resource in this area after the jack mackerel (*Trachurus murphyi*, Nichols, 1920). In 1984, the catch of *S. sagax* in the Talcahuano area reached 93,885 ton from a total of 2.57×10^6 ton for the whole country (SERNAP, 1984); while in 1985, landings were 67,648 ton for Talcahuano from a total of 2.89×10^6 ton (SERNAP, 1985).

The Pacific sardine *S. sagax musica* is distributed in Chile from 18°S (De Buen, 1958) to 42°S (Chiloé Island) (C. Oyarzún unpublished data). From ichthyoplankton surveys, carried out in 1981-1982, three spawning areas can be recognized: a large northern area (18° to 26°S), a small central area (around 30°S), and a southern area (32° to 40°S) (Rojas *et al.*, 1983). The existence of these areas, could represent a mechanism for relative reproductive isolation associated to the maintenance of different stocks (Cushing 1975; Iles & Sinclair, 1982).

All previous studies on the reproduction of *Sardinops sagax musica* in Chile have been conducted in the northern zone. They describe a continuous spawning from april-may to november-december following a bimodal cycle, with the main peak around august (Serra *et al.*, 1979). However, the timing of the secondary peak is conflictive. Serra (1983) locates it around february, using macroscopic gonadic analysis and based upon the gonosomatic index. A recent study in the same zone using gonadic histology and gonosomatic index, indicates that the principal peak extends from august to september but the secondary peak was not reported, probably because of the occurrence of an "El Niño" event during the study period (Retamales & González, 1984; 1985). On the other hand, Martínez *et al.*, (1984) based upon macroscopic observations, reported the existence of two peak of reproductive activity, the main from july to september and the secondary one between january and february, but they also report that during the "El Niño" event of 1982-1983 the secondary peak was not observed. These authors also reported that the proportion of monthly mature females never fell below 60%.

Ichthyoplankton surveys from Valparaíso Bay (33°S) indicate the presence of eggs and larvae in the plankton all over the year (Baltontín & Garretón, 1977), meaning that *S. sagax* is a serial spawner at that latitude.

The present investigation was carried out

with the following aims: i) to know the reproductive cycle of *Sardinops sagax musica* (Girard, 1854), in the Talcahuano fishery area, the southernmost spawning area known for this species; ii) to determine the spawning pattern; iii) to determine first maturity size; and iv) to compare the information obtained with the information available for the northern area.

MATERIALS AND METHODS

Samples were obtained in commercial landings from the Talcahuano fishery area (36°41'S; 73°06'W), since april 1983 to september 1984. A total of 851 individuals were used to determine total length, total weight and gonad weight. A cross-section piece from the mid region of each gonad, was preserved in 10% formalin/sea water for histological analysis. Ovary tissues were embedded in paraffin, cut in slices 7 and 10 μ m thick and stained with Meyer's Hematoxyline and 1% Eosine. Gonosomatic Index (Nikolsky, 1963) was expressed as: (gonad weight/(Total weight-gonad weight)) \times 100.

Homogenous gonadic maturation was checked in both males and females at different stages of maturity. Five sections from different portions along of both gonads were analyzed in 11 males and 11 females, which were between 25.7 to 36.4 cm of total length, following histological procedure described before for each section.

Ovaries were histologically classified in five stages (plate 1):

I. Inactive. Containing primary oocytes about 0.12 mm in diameter, with basophilic cytoplasm, and a large nucleus with many nucleoli under the nuclear membrane.

II. Previtellogenic. Containing enlarged oocytes 0.25 mm in diameter, with a ring of lipidic vacuoles under the cytoplasm membrane.

III. Vitellogenic. Containing oocytes 0.30 mm in diameter in yolk accumulation process. Nuclei are larger and irregular, the granulate and radiate zones of the follicles are clearly distinguished.

IV. Mature. Containing oocytes 0.49 mm in diameter in which the yolk accumulation process has been completed. Polar position of the nucleus or hydrating eggs sometimes present.

V. Mature post batch spawning. Presence of postovulatory follicles is verified. These structures can be detected only up to 48 hr

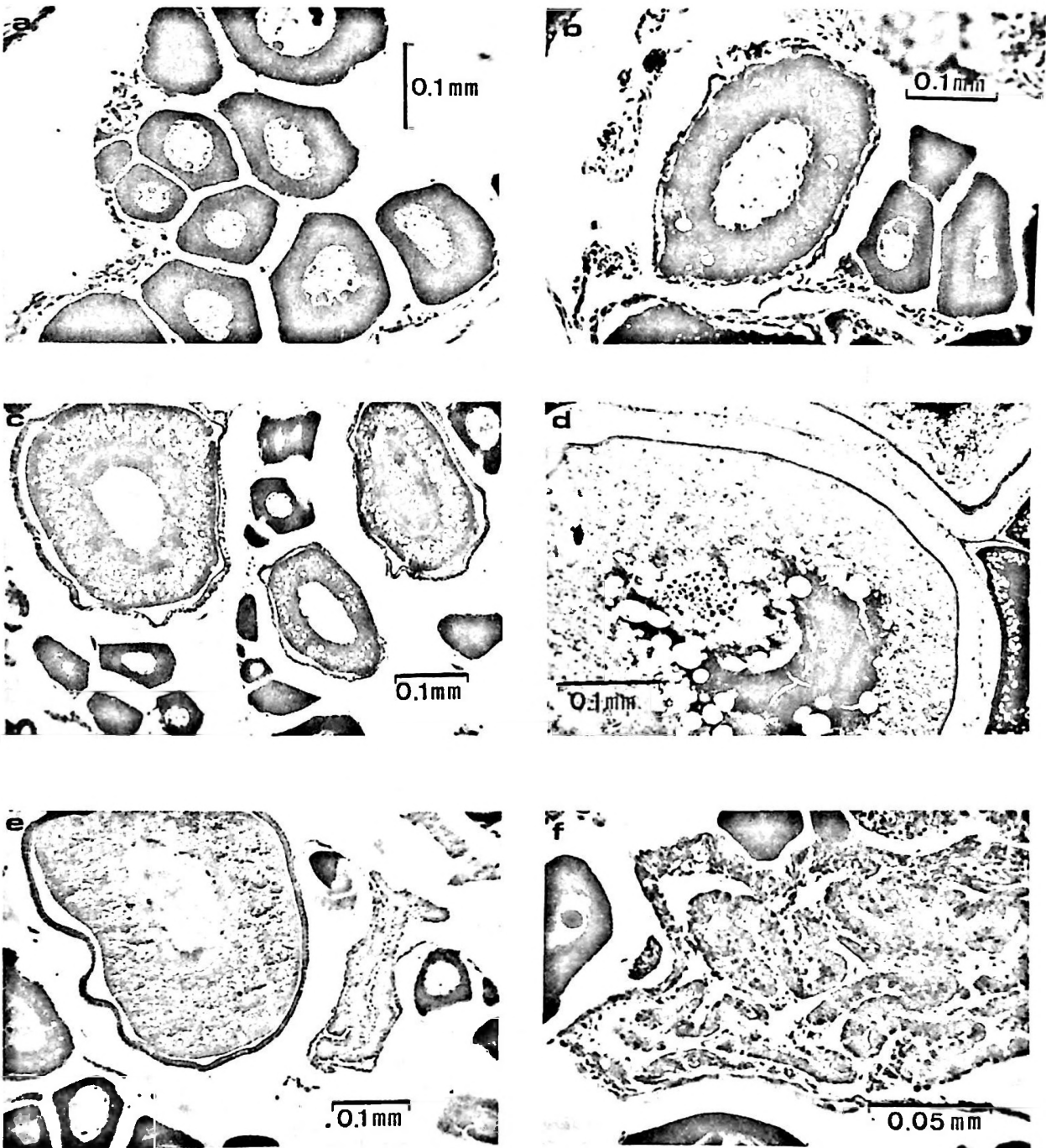


Plate I. Gonadal development stages in females of *Sardinops sagax musica*. (a) Inactive ovary with primary oocytes; (b) Previtellogenic ovary with vacuolated oocytes; (c) Vitellogenic ovary with yolked oocytes; (d) Mature ovary with mature oocytes with accumulation yolk process finished; (e) Mature post batch-spawning ovary with postovulatory follicles and vitellogenic oocytes, sometimes mature oocytes; and (f) Postovulatory follicle.

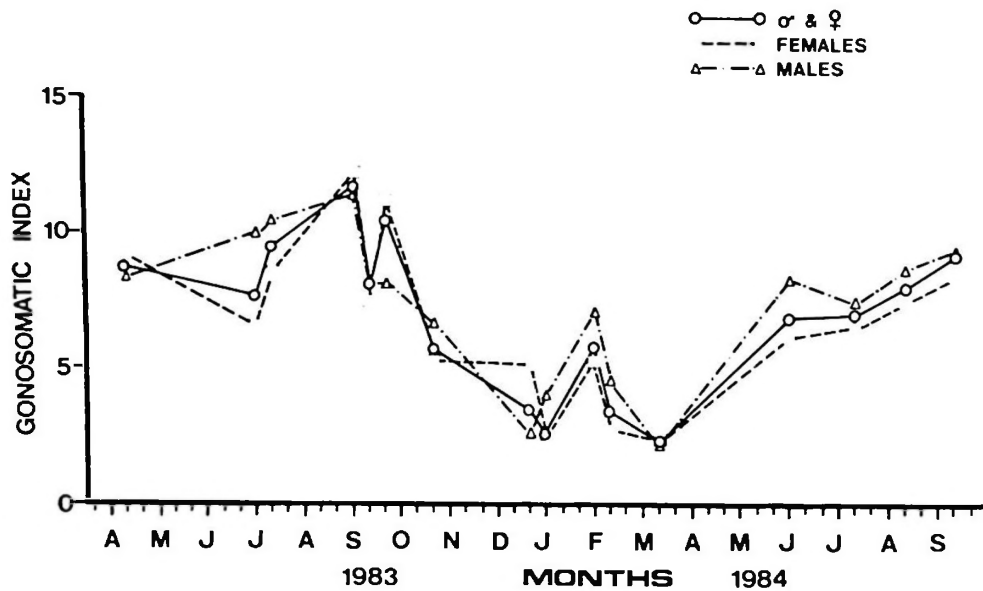


Figure 1. Gonosomatic Index of *Sardinops sagax musica* of males and females pooled, and separated sexes.

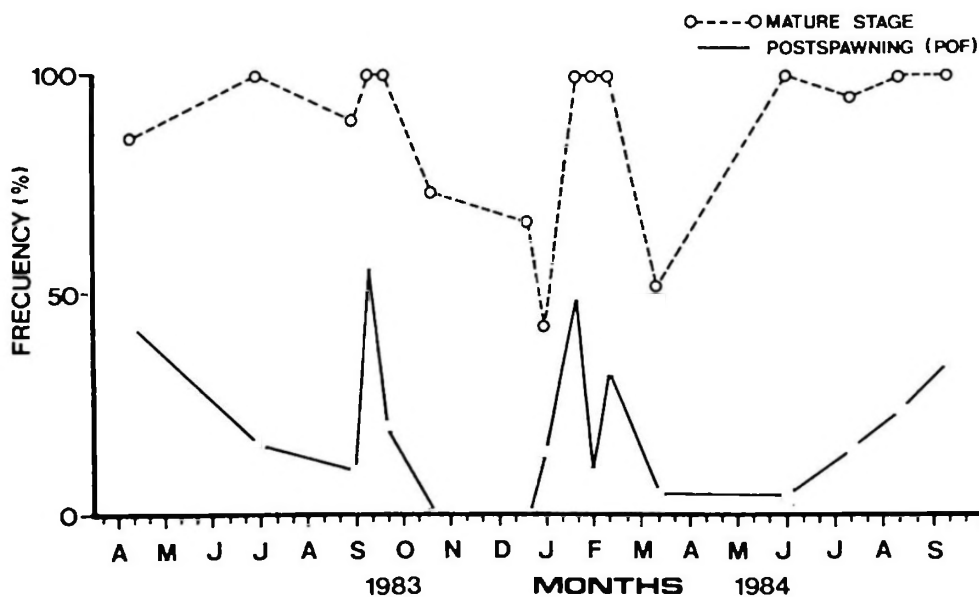


Figure 2. Female frequency of *Sardinops sagax musica*, mature plus mature post batch-spawning (with postovulatory follicles).

after spawning (Alarcón *et al.*, 1984; Goldberg *et al.*, 1984).

For the analysis of monthly maturity frequencies, stages IV and V were considered as mature and fishes smaller than first maturity size were not considered for histological analysis and Gonosomatic Index analysis.

Testicles maturity was classified according to the criteria of Oliva *et al.* (1982).

First maturity for both males and females

was determined by interpolation as the size with at least 50% mature specimens.

Fulton's Condition Factor was expressed as $(\text{total weight}/(\text{total length})^3) \times 100$.

Age of the fishes were estimate according to the size-age determinations done in the northern zone of Chile (Aguayo *et al.*, 1984).

Sea Surface Temperature data was obtain from Navarro (1984).

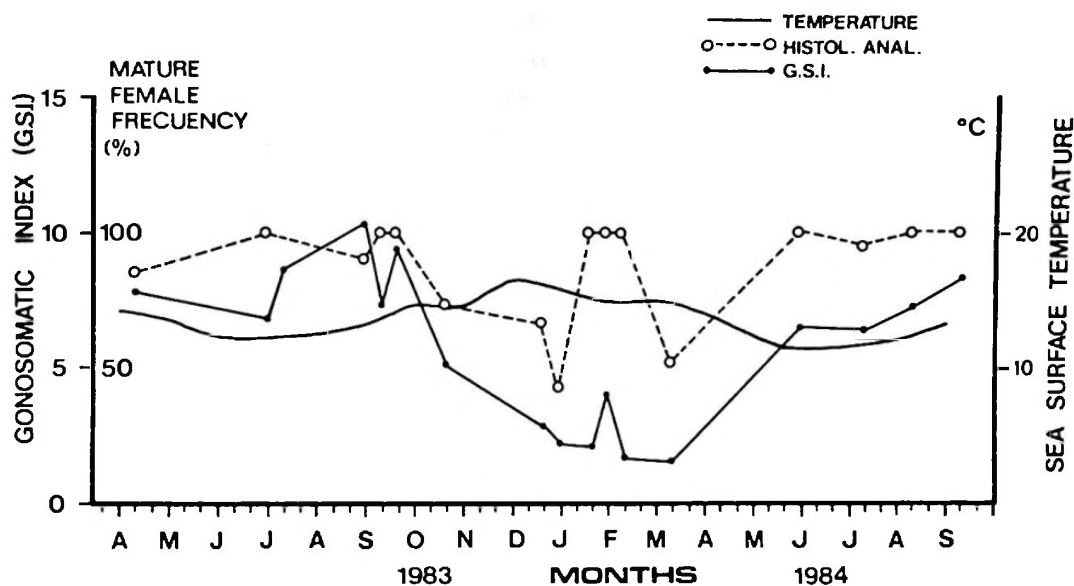


Figure 3. Relationships between reproductive activity expressed as mature female frequency and Gonosomatic Index with superficial sea temperature, in *Sardinops sagax musca*.

RESULTS

Considering the pooled samples, the sexual ratio was 49.94% of females (426 males: 425 females), indicating positively a 1: 1 sexual ratio (Chi square test with $P < 0.05$), however, the sexual ratio was not 1: 1 in 11 out of 17 of the individual samples ($P > 0.05$) (Table 1).

Size frequency distributions indicated that samples were composed by fishes between 24.5 and 37.5 cm (approximately 3 to 12 years old) and the more frequent sizes were between 29.5 cm. and 35.5 cm (approximately 6 to 9 years of age), summer samples were composed mainly by fishes below the size of first maturity (29.5 - 30.0 cm total length).

Fulton's Condition factor reached high values (approximately 1.5) during Summer, being around 1 during the other seasons (Table 1).

Gonosomatic Index Analysis

Trends of Gonosomatic Indexes (GSI) (Fig. 1) did not show large differences for males, females or pooled mean monthly values, and they are inter-correlated (Kendall Concordance $W = 0.93$). From July to October 1983, a large and fast increase of GSI in females was observed, followed by a decrease during the next four months. GSI in males

increased and decreased more gradually. Pooled GSI values were low from November 1983 to January 1984; they increased in February, only to decrease in March, increasing again in winter 1984 (June to September) to reach a higher value than the one from February. This means that the reproductive cycle determined by GSI shows two peaks of high activity (bimodal curve), being the main peak placed during winter.

Histological Analysis

The histological analysis of all the sections obtained throughout the both gonads indicated that maturity process was homogeneous for both males and females, independently of the maturity stage or fish-size.

Histological analysis of the gonads showed the occurrence of high frequencies of pre- and postspawned mature females during the whole sampling period, indicating continuous spawning (Fig. 2, Plate 1), accordingly the Pacific sardine off Talcahuano behave as a multiple or serial spawner. Thus 42.9% females were mature in the month of lowest reproductive activity, period when early maturity stages were also dominant (Table 2). During the main reproductive period, up to 100% of females in the sample were mature. During 1983 the main spaw-

TABLE 1
Monthly composition of the samples *Sardinops sagax musica*
from Talcahuano, Chile

Month	Sample date	N° ind. sample	Female frequency (%)	Fulton's Conditions Factor
April '83	26/04/83	18	50.00	0.98
July '83	15/07/83	40	70.00*	0.92
	20/07/83	33	48.50	0.92
Sept '83	13/09/83	27	44.44	0.91
	28/09/84	28	28.57*	0.94
Oct '83	03/10/83	24	45.83	0.88
Nov '83	04/11/83	34	64.71*	0.93
Jan '84	05/01/84	25	48.00	0.97
	11/01/84	14	71.43*	1.08
Feb '84	01/02/84	31	74.19*	1.46
	24/02/84	26	73.08*	1.30
	29/02/84	16	68.75*	1.15
March '84	29/03/84	88	60.23*	1.02
June '84	20/06/84	100	64.00*	0.95
July '84	28/07/84	111	49.55	0.87
Aug '84	24/08/84	80	60.00*	0.91
Sept '84	22/09/84	156	14.10*	0.89

* Sexual ratio different from 1: 1, with Chi square test significative at $P < 0.05$

TABLE 2
Frequency of the different maturity stages in females *S. sagax musica*
from Talcahuano, Chile.

Month	Sample date	N	Ovary Maturity Stage				
			I	P	V	M	POF
April '83	26/04/83	7	0.0	0.0	14.3	85.7	42.9
July '83	15/07/83	13	0.0	0.0	0.0	100.0	15.4
Sept '83	13/09/83	10	0.0	10.0	0.0	90.0	10.0
	28/09/83	7	0.0	0.0	0.0	100.0	57.1
Oct '83	03/10/83	10	0.0	0.0	0.0	100.0	20.0
Nov '83	04/11/83	19	0.0	15.8	10.5	73.7	0.0
Jan '84	05/01/84	6	0.0	16.7	16.7	66.7	0.0
	11/01/84	7	14.3	28.6	14.3	42.9	14.3
Feb '84	01/02/84	2	0.0	0.0	0.0	100.0	50.0
	24/02/84	11	0.0	0.0	0.0	100.0	9.1
	29/02/84	3	0.0	0.0	0.0	100.0	33.3
March '84	29/03/84	21	19.0	14.3	14.3	52.4	4.8
June '84	20/06/84	23	0.0	0.0	0.0	100.0	4.4
July '84	28/07/84	20	5.0	0.0	0.0	95.0	15.0
Aug '84	24/08/84	21	0.0	0.0	0.0	100.0	23.8
Sept '84	22/09/84	20	0.0	0.0	0.0	100.0	35.0

I = Inactive ovary stage
P = Previtellogenic ovary stage
V = Vitellogenic ovary stage
M = Mature ovary stage
POF = Ovary with Postovulatory Follicles

ning peak was from April to October, after a drastic decrease of the frequency of mature females in November. During summer reproductive activity was low, except for February, when a secondary reproductive peak was observed. Reproductive activity was low again in March, only to rise again in winter and early spring, 1984 (from June to September).

Size of first maturity—with 50% mature fishes—was estimated to be 29.5 cm total length in males and 30.0 cm total length in females. That size would correspond to fishes averaging 5-6 years old. The smallest male and female reaching maturity in this study were 28.3 and 26.4 cm total length respectively (approximately 5 and 4 years old).

Monthly ichthyoplankton hauls from a station located 8 nautical miles West off Concepción Bay, and sporadic observations from the Arauco Gulf and Concepción Bay, indicate the presence of eggs and larvae in the plankton throughout the year (G. Herrera pers. comm.).

An inverse relationship between spawning incidence and sea surface temperature (SST) (Fig. 3) was observed during this study using either GSI or histologically-determined maturity.

DISCUSSION

Maturity stages shows no histological differences with previous descriptions (Macer, 1974; Scott, 1974; Crossland, 1977; Hodgkiss & Man, 1978; Hunter & Goldberg, 1980; De Martini & Fountain, 1981; Treasurer & Holliday, 1981), and the only changes done here refers to the nomenclature of stages.

Asynchronous gamete development indicates that Pacific sardine *S. sagax* is a serial or multiple spawner at this latitude. Continuous gamete releasing was demonstrated by the presence of postovulatory follicles during the whole sampling period, since this structures can only be recognized up to 48 hr after spawning (Alarcón *et al.*, 1984; Goldberg *et al.*, 1984). The observation of eggs and larvae in the plankton all year around in the area further confirm the continuous character of spawning activity in this species.

The sexual ratio on the average was 1:1 for the whole sampling period. However, the monthly variations observed might indicate that some specific reproductive behaviour is taking place, characterized by partial spatial

segregation by sex during spawning. This has been previously recorded for other Clupeiform species (Hunter & Goldberg, 1980; Blaxter & Hunter, 1982). The numerical dominance of males in the spawning schools may represent a mechanism to ensure a high rate of fertilization, a situation that would be favoured by natural selection (Conover, 1984; Conover & Kinard, 1984). High male dominance was observed in *Sardinops sagax musica* during September 1984, when only 14.9% of all fishes sampled were females. Besides, both males and females were mature. Males presented a high GSI (8.9 ± 1.3), and 35% of the females showed evidence of recent spawning (Postovulatory follicles).

Determinations of first maturity sizes of 23.0 cm by Vidal in 1967 (*vide* Serra *et al.*, 1979), and 26.0 cm by Retamales & González (1985) for sardine from the north of Chile are not consistent with our estimations for the Talcahuano area, which, could suggest the existence of at least two populations.

GSI information appears to be consistent with histological data, but great care is necessary when using it as the main tool of analysis. A non-linear relationship between gonad weight and body weight has been reported in serial spawners (De Vlaming *et al.*, 1982). Also GSI might not be a suitable index because experimental evidence has shown variations of this index with non histological correlates in the gonad (Lam, 1983). Available information indicates the same for *Sardinops sagax musica* (Aguilera, 1984). Even GSI is open to misinterpretation, however, as it is influenced not only by changes in gonad weight, but also by change in somatic weight; it is thus necessary to have an estimate of change in somatic weight; in that sense the conventional Fulton's Condition Factor is useful.

Gametes were released during the whole year. Nevertheless, a main peak was observed during winter and early spring (June to September), and a secondary peak during February, although this last peak is not as notorious using GSI as with histological analysis. Spawning activity would be less intense the rest of the year.

Fulton's condition factor was uncoupled with the main winter reproduction activity, while it exhibited a peak in February, coincident with the secondary reproductive peak of sardine this situation could be faced the GSI variation.

In the northern zone of Chile the sardine population spawns every night and a single female could spawn every 5-6 days (Retamales & González, 1984). It is possible that in Talcahuano female spawning has a lower frequency because of lower SST.

In the Talcahuano area, the main spawning peak is uncoupled with the production cycle (Bernal *et al.*, 1982; Castillo *et al.*, 1985) and represents a clear example of mis-match in the sense of Cushing (1975); the secondary reproductive peak lags 1 or 2 months those of primary and secondary production. On the contrary, in the north of Chile there exists a close coupling between spawning and the production cycle, because upwelling also occurs in winter (Bernal *et al.*, 1982). The main winter reproductive peak in Talcahuano is associated with low SST (Fig. 3), low surface Ekman transport, and moderate turbulence, while in the northern area this peak is associated with low SST, low turbulence but high Ekman transport. Conditions that are consistent with the criteria of Smith & Lasker (1978) regarding optimum for larval survival. The secondary summer reproductive peak is associated in Talcahuano, with high SST, high Ekman transport, and high turbulence while in the northern zone it is associated with high SST, low Ekman transport, and low turbulence (Bakun & Parrish, 1982; Parrish *et al.*, 1983; Bakun, 1985).

A comparison of apparent survival ratios of sardine for both north (18°S) and south (37°S) (Castillo *et al.*, 1985), suggests that the southern larvae spawned in winter have a higher probability of survival than those spawned in summer, despite the low SSTs found in the area, which sometimes reaches critical low temperature for the development of larval sardines (Garretón & Balbontín, 1982). Also, both winter and summer larval survival are higher for the northern area than in Talcahuano (Castillo *et al.*, 1985), a fact that reflects the "border" character of the local population off Talcahuano with respect to the geographical range of the species.

Thus, of course to Smith & Lasker hypothesis (1978), only the winter reproductive peak at Talcahuano would be successful because the environmental conditions are favourable for larval development in this season, while in the northern area both reproductive peaks would succeed, because of better environmental conditions over the whole year.

Results indicate a "northern-like" spawning pattern (timing) for the Talcahuano sardine, despite large differences of environmental conditions. This could indicate that the southern stock originated from the northern stock, but differences in some demographic characteristics, e.g. the larger size at first maturity, could represent adaptations of a local population, suggesting the existence of a relatively isolated southern stock of *Sardinops sagax musica*, hypothesis that needs further testing

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank to José Morillas for his help with photographs; and Guillermo Herrera, Hermann Muñoz, Dr. Patricio A. Bernal, Dr. Eduardo Tarifeño and an anonymous reviewer for their suggestions and constructive comments on the manuscript.

REFERENCES

- AGUAYO, H.M.; V. ERBS G.; E. ESTAY M.; R. GILI V. & M. STEFFENSA. 1984. Elaboración de claves edad-talla de sardina española, jurel, anchoveta y caballa para el año 1982. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero, Chile AP 83-3.
- AGUILERA, E.A. 1984. Ciclo reproductivo de la sardina española, *Sardinops sagax musica* (Girard, 1854), en el área de Talcahuano. Unidad de Investigación para obtener el Grado de Licenciado en Biología Marina, Universidad de Concepción, Chile, Departamento de Zoología, 83 pp.
- ALARCÓN, V.H.; S.R. GOLDBERG & J. ALHEIT. 1984. Histología de folículos postovulatorios de la sardina (*Sardinops sagax*) del Perú. Boletín del Instituto del Mar del Perú-Callao, 8(1): 1-16.
- BALBONTÍN, F. & M. GARRETÓN. 1977. Desove y primeras fases de desarrollo de la sardina española, *Sardinops sagax musica*, en Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso, Chile, 16(2): 171-181.
- BAKUN, A. & R.H. PARRISH. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Perú Current System. CalCOFI Reports, 23: 99-112.
- BAKUN, A. 1985. Comparative studies and the recruitment problem: searching for generalizations. CalCOFI Reports, 26: 30-40.
- BERNAL, P.A.; F.L. ROBLES & O. ROJAS. 1982. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes Chile-Perú. Monografías Biológicas, 2: 75-102.
- BLAXTER, J.M.S. & J.R. HUNTER. 1982. The biology of the Clupeoid fishes. Advances in Marine Biology, 20: 1-223.
- CASTILLO, G.; E. AGUILERA; G. HERRERA; P.A. BERNAL; J.L. BUTLER; J. CHONG; H. GONZÁLEZ; C. OYARZÚN & C. VELOSO. 1985. Larval growth rates of the Pacific sardine *Sardinops sagax* off Central Chile, determina-

- ted by daily ring counts in otoliths. *Biología Pesquera* (Chile), 14: 3-10.
- CONOVER, D.O. 1984. Adaptive significance of temperature dependent sex determination in a fish. *American Naturalist*, 123: 297-313.
- CONOVER, D.O. & B.E. KYNARD. 1984. Field and laboratory observation of spawning periodicity and behaviour of a northern population of the atlantic silverside, *Menidia menidia* (Pisces: Atherinidae). *Environmental Biology of Fishes*, 11(3): 161-172.
- CROSSLAND, J. 1977. Seasonal reproductive cycle of snapper *Chrysophrys auratus* (Forster) in the Hauraki Gulf. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 11(1): 37-60.
- CUSHING, D.H. 1975. *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge University Press, Great Britain, 278 pp.
- DE BUEN, F. 1958. Peces de la superfamilia Clupeoidae en aguas de Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, Chile, 8: 83-110.
- DE MARTINI, E.E. & R.K. FOUNTAIN. 1981. Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the queenfish, *Seriphus politus*: attributes representatives of serial spawning fishes. *Fishery Bulletin*, 79(3): 547-560.
- DE VLAMING, V.; G. GROSSMAN & F. CHAPMAN. 1982. On the use of gonosomatic Index. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 73A(1): 31-39.
- GARRETÓN, M. & F. BALBONTÍN. 1982. Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario y crecimiento inicial de las larvas de la sardina española, *Sardinops sagax musca* en condiciones de laboratorio. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, Chile, 18 (1): 57-71.
- GOLDBERG, S.R.; V.H. ALARCÓN & J. ALHEIT. 1984. Post-ovulatory follicle histology of the pacific sardine, *Sardinops sagax*, from Peru. *Fishery Bulletin*, 82(2): 443-445.
- HODGKISS, I.J. & H.S.M. MAN. 1978. Reproductive biology of *Sarotherodon mossambicus* (Cichlidae) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Environmental Biology of Fishes*, 3(3): 287-292.
- HUNTER, J.R. & S.R. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin*, 77(3): 641-652.
- ILES, T.D. & M. SINCLAIR. 1982. Atlantic herring: stocks discreteness and abundance. *Science* 215: 627-633.
- LAM, T.J. 1983. Environmental influences on gonadal activity in fish. *in: Fish Fisiology*, 9B: 65-116, Edited by W.S. Hoar, D.J. Randall and E.M. Donaldson. Academic Press, Orlando, U.S.A. 477 pp.
- MACER, C.T. 1974. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the North Sea and English Channel. *Journal of Fish Biology*, 6: 415-438.
- MARTÍNEZ F. C.; C. SALAZAR Z.; G. BOHM S.; A. ARANIS R.; J. MENDIETA V. & A. TORRES G. 1984. Estado de situación de las pesquerías pelágicas: Análisis de las pesquerías pelágicas 1978-1983. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero, Chile AP 84-26.
- NAVARRO, N. 1984. Variabilidad de los procesos de surgencia en el área de Talcahuano, Chile. Unidad de Investigación para optar al Grado de Licenciado en Biología Marina, Universidad de Concepción, Chile, Depto. de Oceanología, 22 pp. + anexos.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, New York, 352 pp.
- OLIVA N.J.; W. CARBAJAL V. & A. TRESIERRA A. 1982. Reproducción e Histología de gónadas en peces. Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Depto. de Ciencias Biológicas, Sección de Recursos Acuáticos. 93 pp.
- PARRISH, R.H.; A. BAKUN; D.M. HUSBY & C.S. NELSON. 1983. Comparative climatology of selected environmental processes in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. *In: Sharp, G.D. & J. Csirke* (eds). *Proceedings of the Expert Consultation to examine changes in abundance and species of neritic fish resources*. *FAO Fish. Rep.*, (291), 3: 731-777.
- RETAMALES, R. & L. GONZÁLEZ. 1984. Fecundidad de sardina española (*Sardinops sagax musca*). Programa Estudio de Recursos Pelágicos. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero, Chile AP 84-5.
- RETAMALES, R. & L. GONZÁLEZ. 1985. Incidencia del fenómeno El Niño 1982-1983 en el desove de sardina española (*Sardinops sagax*). *Investigaciones Pesqueras* (Chile), 32: 161-165.
- ROJAS J. O.; A. MUJICA R.; M. LABRA C.; G. LEDERMANN J. & H. MILLES U. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero, Chile AP 83-31.
- SCOTT, D.B.C. 1974. The reproductive cycle of *Mormyrus kannaume* Forsk. (Osteoglossomorpha, Mormyri-formes) in Lake Victoria, Uganda. *Journal of Fish Biology*, 6: 447-454.
- SERNAP. 1984. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Chile. 82 pp.
- SERNAP. 1985. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Chile. 180 pp.
- SERRA, J.R. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. *in: G.D. Sharp & J. Csirke* (eds), *Proceedings of the Expert Consultation to examine changes in abundance and species of neritic fish resources*. *FAO Fish. Rep.* (291), 2: 553 pp.
- SERRA, J.; O. ROJAS; M. AGUAYO; F. INOSTROZA & J. CAÑÓN. 1979. Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Sardina española. Bases para un desarrollo pesquero. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero, Chile AP 79-18.
- SMITH, P.E. & R. LASKER. 1978. Position of larval fish in an ecosystem. *Rapports et Procs-Verbaux des Réunions du Conseil International pour L'Exploration de la Mer*, 173: 77-84.
- TREASURER, J.W. & F.G.T. HOLLIDAY. 1981. Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. A histological description of the reproductive cycle. *Journal of Fish Biology*, 18: 359-376.

CORRIENTES EN LA BAHIA DE CONCEPCION, CHILE

CURRENTS IN CONCEPCION BAY, CHILE

Jorge M. Mesías*, Sergio Salinas M.**

RESUMEN

Las mediciones de variables oceanográficas realizadas en la Bahía de Concepción y que han sido ya informadas, sugieren que en los períodos de surgencia sus fluctuaciones espacio temporales son moduladas por el intercambio con las aguas costeras vecinas. Las nuevas mediciones de corrientes que aquí se informan, hechas durante el verano de 1984, aportan evidencia de que las mareas son uno de los factores determinantes en la intrusión de estas aguas. En las bocas de la bahía se presenta una estructura de dos capas de agua con una de ingreso por el fondo y otra de salida por la superficie. El transporte medio es de $8,7 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$, implicando un tiempo de residencia de 3,2 días. Los resultados obtenidos son similares a los publicados por otros autores.

Palabras claves: Corrientes de Plataforma, Surgencia, Transporte, Tiempo de Residencia.

ABSTRACT

The reported measurements of oceanographic variables made in Concepción Bay, up to now suggest that the spatial and temporal fluctuations during the upwelling season are modulated by the exchange with offshore waters. New current measurements, made during Summer 1984, provide evidence that tides are one of the greatest factors forcing the intrusion of these waters. A two-layer structure of the water column, with an inshore flow at the bottom and an offshore flow at the surface, has been found in bouth mouths of the bay. The average transport is of $8.7 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$, which implies a residence time of 3.2 days. The results obtained are similar to those published by other authors.

Key Words: Shelf-currents, Upwelling, Transport, Residence Time.

INTRODUCCION

Durante los meses de Primavera-Verano la costa de Chile entre los 36°S y 38°S está sometida predominantemente a vientos del Sur-Oeste (Saavedra, 1980) que generan la surgencia de aguas frías y ricas en nutrientes (Ahumada & Chuecas, 1979; IFOP, 1979). Estas aguas, que han sido identificadas por sus variables medias como Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (Silva & Konow, 1975; Ahumada *et al.*, 1984; Blanco, 1984), forman parte del sistema general de circulación del Pacífico Sureste y son responsables de la alta producción biológica de las áreas costeras en donde afloran (Matrai, 1981; Ahumada *et al.*, 1983; Arcos & Salamanca, 1984).

Particularmente, las mediciones de variables físico-químicas y de biomasa fito y zooplanctónica en la Bahía de Concepción (Ar-

cos, 1981; Ahumada *et al.*, 1983; Rudolph *et al.*, 1984), permiten establecer que tanto sus altos valores así como sus fluctuaciones temporales son fuertemente influenciados por el intercambio de las aguas interiores con las afloradas por la acción del viento en la costa adyacente. Las características del intercambio de aguas han sido determinadas a partir del campo de densidad (Arcos, 1981) y con mediciones de corrientes (Ahumada & Chuecas, 1979); sin embargo, estas escasas y esporádicas mediciones no han sido hechas con una adecuada resolución temporal ni espacial.

La topografía del fondo de la Bahía de Concepción hace suponer que el movimiento de las aguas debe tener una fuerte componente de mareas y de ondas de plataforma

*Departamento de Física, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 127, Talcahuano, Chile
**Instituto de Oceanografía Universidad de Gotemburgo, Box 4038, 40040 Gotemburgo, Suecia

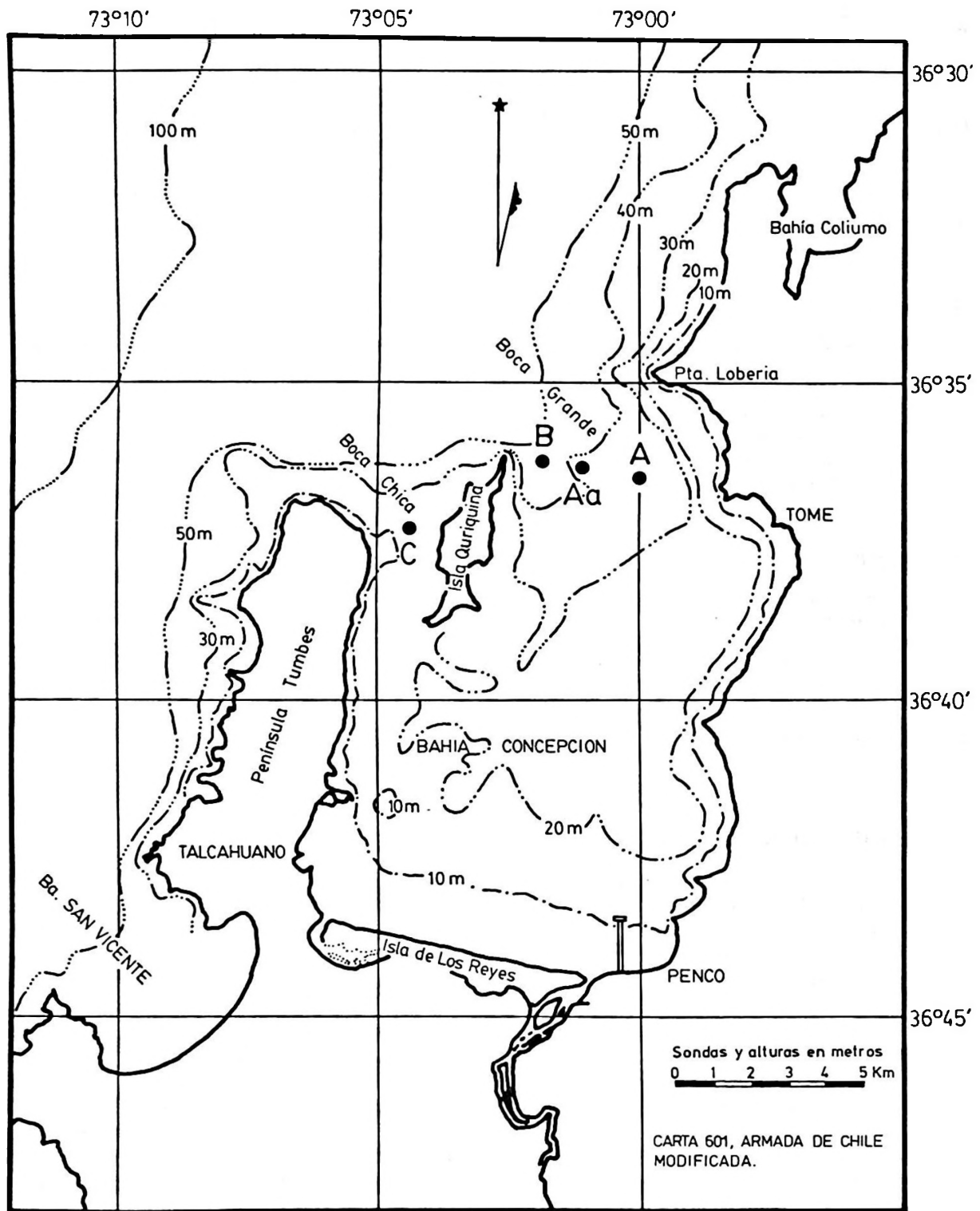


Figura 1. Ubicación de las Estaciones A, B y C en las bocas de la Bahía de Concepción. El lugar identificado como Aa señala el fondeo de un correntómetro Aandera a 30 m de profundidad.

que se propagan en el Océano Pacífico, además de ser afectadas por los vientos locales. Así, la circulación debe poseer una estructura y una dinámica complejas que para su adecuada identificación requieren de nuevas mediciones, complementarias de las ya informadas.

Con el objetivo de cuantificar el intercambio de las aguas de la Bahía de Concepción con las aguas costeras vecinas, se realizaron mediciones de corrientes en las bocas de esta bahía durante un período de tres días del verano de 1984. Los resultados del experimento, que aquí se presentan y discuten, son similares a los encontrados en la literatura anteriormente citada.

MATERIALES Y METODOS

Las mediciones de corrientes fueron realizadas en las bocas de la Bahía de Concepción ($36^{\circ} 40' S$, $73^{\circ} 02' W$) los días 13/01/84, 01/02/84 y 02/02/84, en lapsos de 12 horas cada día y en las estaciones identificadas como A, B y C en la Figura 1. El lugar marcado como Aa indica el fondeo de un correntómetro Aandera durante los meses de enero y febrero de

1984. La navegación se realizó a bordo del B/O TOBAGO, perteneciente a la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano.

La velocidad del agua se midió con correntómetros de péndulo-gelatina (Hammer, 1974; Shaffer, 1982) dispuestos cada 5 m de profundidad y fondeados por unos 20 minutos en forma reiterada durante los intervalos de medición. Estos correntómetros tienen una precisión de ± 5 grados en la dirección y de ± 2 cm/s en la rapidez, pero son inapropiados para medir la velocidad del agua en la capa superficial (5 m de profundidad). Los valores de rapidez obtenidos en la estación B, la más cercana al lugar de fondeo del correntómetro Aandera, son muy similares a los registrados por este último, constándose una desviación máxima de + 3 cm/s y una diferencia cuadrática media de 2,2 cm/s, lo que es un indicador de la exactitud de estos sencillos instrumentos de terreno.

Para asegurar una adecuada precisión en la estimación de las secciones a considerar en el cálculo del transporte de agua, se realizó una batimetría de las bocas de la bahía usando un ecosonda como instrumento de medición.

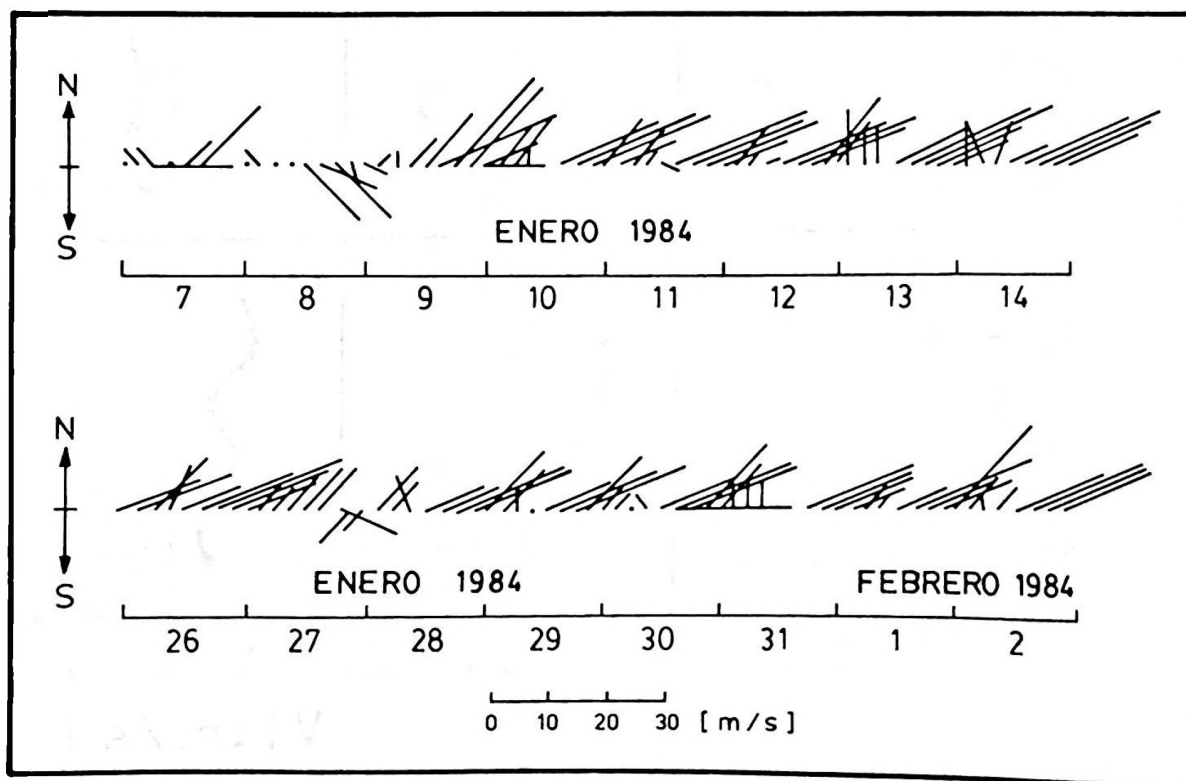


Figura 2. Intensidad y dirección del viento cada 3 horas, según registros de la Estación Meteorológica del aeropuerto de Carriel Sur, graficados de acuerdo a la convención oceanográfica.

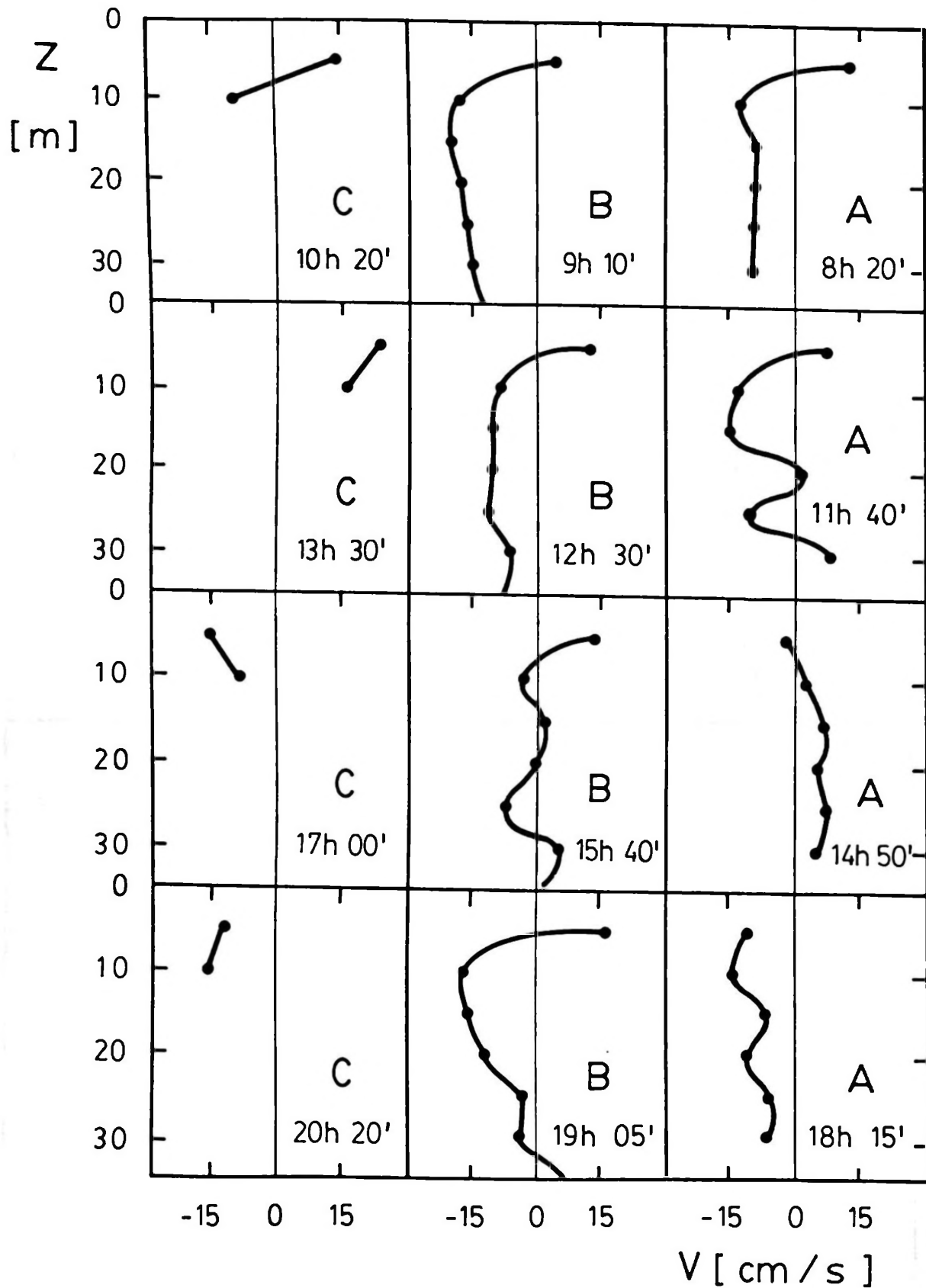


Figura 3. Perfiles verticales de las componentes a los 344 grados de la velocidad de las corrientes en las estaciones A, B y C; siendo las profundidades máximas respectivas de 35, 40 y 15 metros. En los vértices inferiores se indican las horas locales de inicio y finalización de las mediciones.

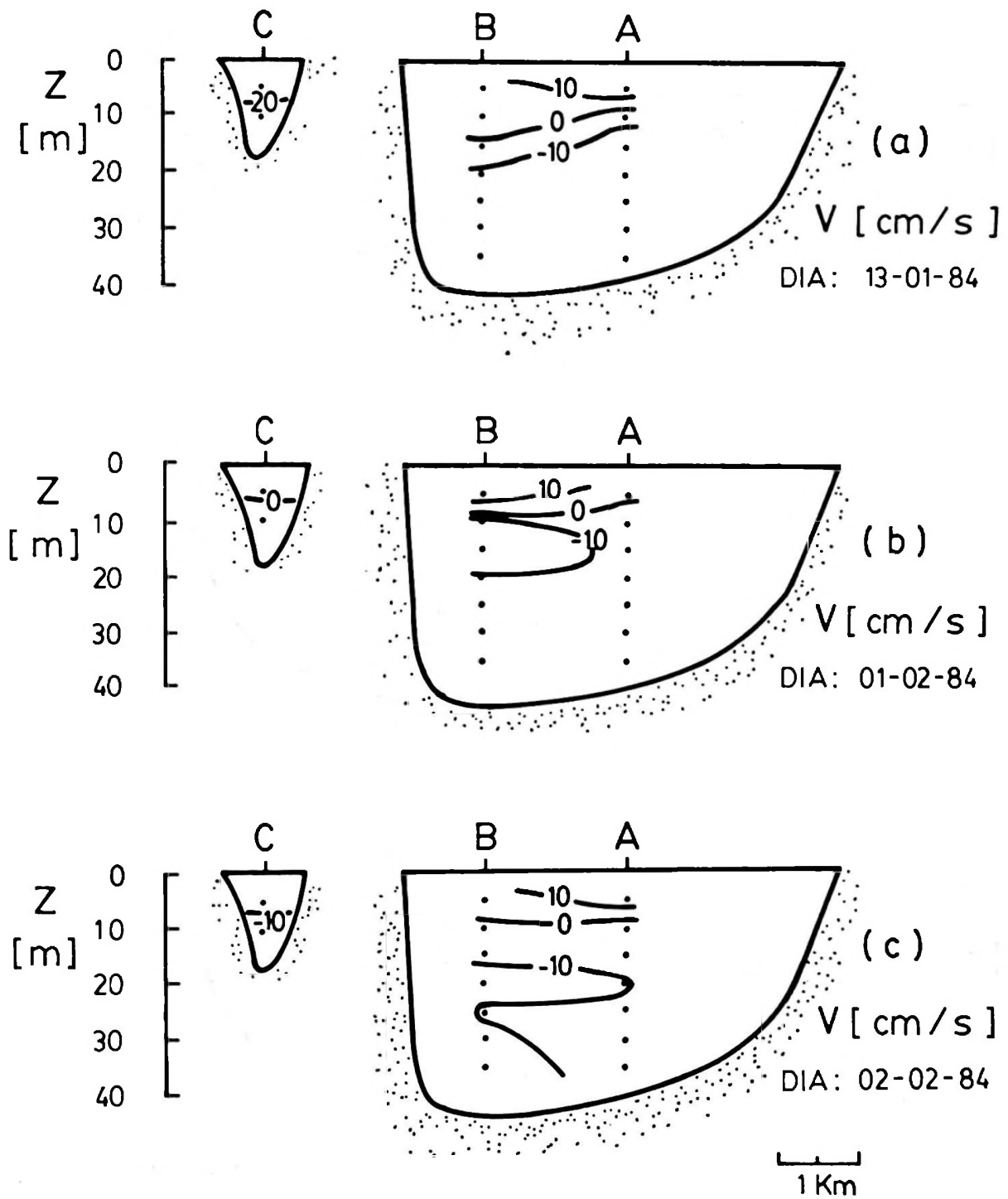


Figura 4. Estructura espacial de las componentes a los 344 grados de la velocidad media diaria de las corrientes en las bocas de la Bahía de Concepción.

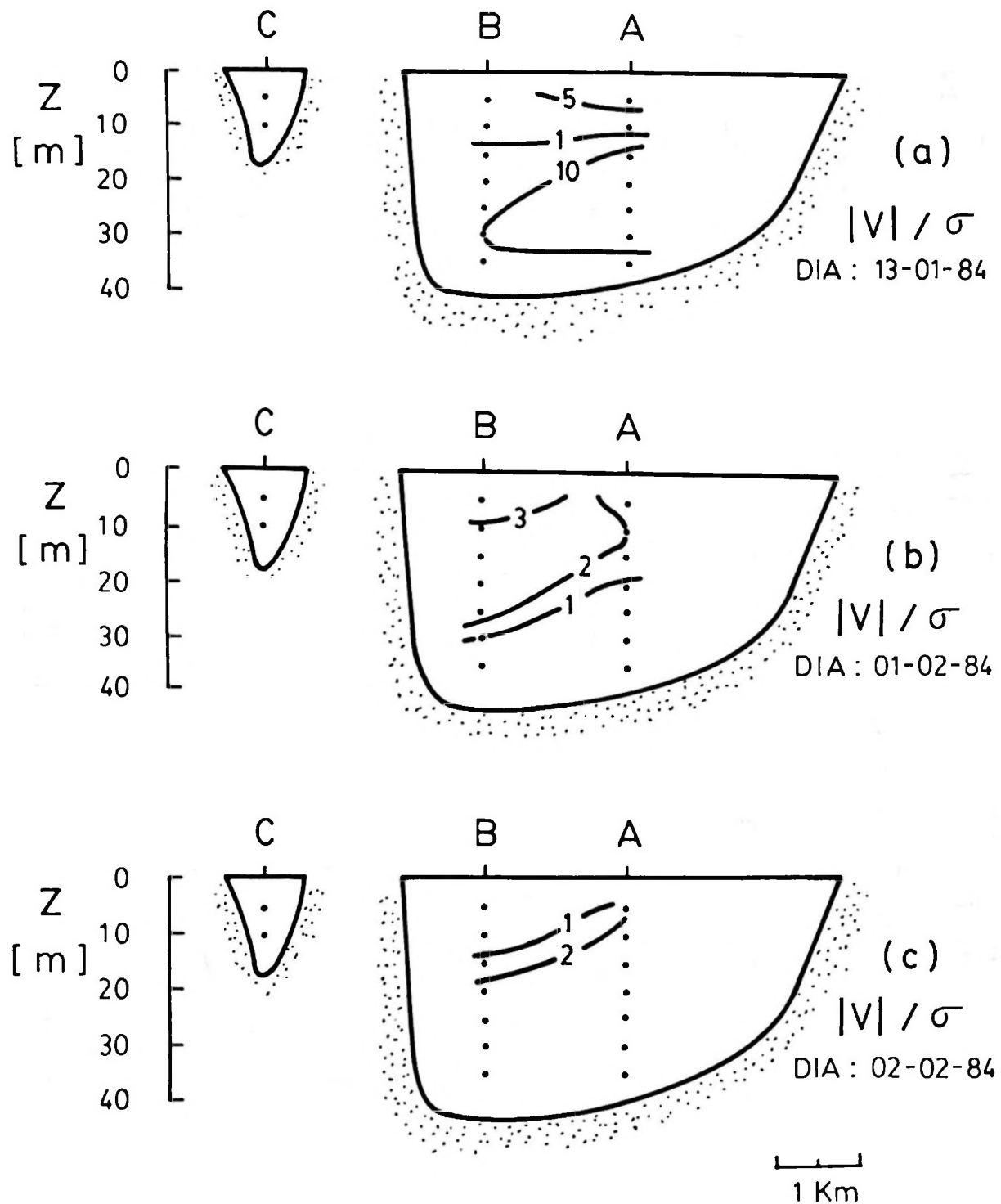


Figura 5. Estructura espacial del cociente entre las componentes a los 344 grados de la velocidad media diaria y sus desviaciones estándar.

TABLA 1

Transporte neto de agua a través de las bocas de la Bahía de Concepción para los diferentes intervalos de medición, indicando las horas de inicio y finalización.

Los asteriscos señalan valores de transporte neto sólo a través de las estaciones A y B.

TRANSPORTE NETO DE AGUA/10 ³ (m ³ /s)					
Intervalo (h : min)	Día 13/01/84	Intervalo (h : min)	Día 01/02/84	Intervalo (h : min)	Día 02/02/84
6:30- 8:35	- 2,8	8:20-10:20	-12,7	7:15- 9:20	-16,5
9:45-11:25	- 2,4	11:40-13:30	- 1,8	10:40-12:50	-16,2
12:35-13:20	- 2,5*	14:50-16:55	3,0	14:10-16:30	6,8
15:30-16:20	-10,2*	18:15-20:20	-12,0	17:50-20:20	-12,9
17:35-18:20	-13,3*				

La información meteorológica del período fue obtenida de la Estación Carriel Sur, ubicada a 10 km al Sur de las bocas de la bahía, lográndose registros de intensidad y dirección del viento cada 3 horas.

RESULTADOS

De los vectores de velocidad del viento que se presentan en la Figura 2, puede notarse que en los días precedentes y durante el período de medición, los vientos predominantes fueron los provenientes del WSW y del SW, favoreciendo la generación de surgencias de las aguas subsuperficiales.

En la Figura 3 se muestran las componentes a los 344 grados, respecto del Sur magnético, de la velocidad de las corrientes en las estaciones A, B y C para el día 01/02/84. Los 344 grados corresponden a la dirección en la cual la variabilidad (desviación estándar) de las corrientes es máxima, resultado coincidente para las tres estaciones.

Se destaca el movimiento barotrópico de las mareas que afecta a toda la columna de agua. Con excepción del cuadro superior, las componentes de velocidad en la Boca Chica (Est. C) toman valores claramente positivos o negativos. En la Boca Grande de la bahía (Est. A y B) se observa una tendencia de las aguas a penetrar (sentido negativo de la abscisa) por debajo de los 10 m de profundidad, fluctuando a través de las 12 horas de un ciclo de marea, mientras que por encima tienden a salir hacia la costa vecina (sentido positivo de la abscisa), formándose una estructura vertical de dos capas.

Las capas de agua anteriormente identificadas se aprecian claramente en la Figura 4,

donde se grafican los promedios temporales diarios de las componentes de velocidad a los 344 grados (V). La persistencia de las capas profunda y superficial puede apreciarse, además, en la Figura 5 donde se han graficado los cocientes $|V|/\sigma$, siendo σ la desviación estándar máxima correspondiente.

El transporte de agua a través de las bocas de la Bahía de Concepción, ha sido calculado usando las componentes de velocidad V y parcelando el plano transversal de la boca en un número igual de secciones que el de componentes de velocidad consideradas. Como las componentes de velocidad perpendiculares a los 344 grados son muy pequeñas, el transporte de agua en dicha dirección ha sido despreciado, transformando el cálculo en un problema unidimensional.

Los valores del transporte de agua obtenidos, correspondientes a los tres días de medición, se presentan en la Tabla 1. Debido a la imposibilidad de completar las mediciones del día 13/01/84 en la estación C, los valores de transporte neto indicados con asterisco introducen una imprecisión en los resultados finales. El que los correntómetros de péndulo no nos permitan un adecuado cálculo de los valores por encima de los 5 m de profundidad, se refleja en el hecho que el flujo neto en un período de marea no se anula. Con el fin de disminuir la influencia de los problemas de medición en el cálculo del tiempo de residencia, el transporte de agua que ingresa a la bahía ha sido estimado como el valor absoluto medio de los obtenidos para cada intervalo de medición (Tabla 1), siendo su valor de $8,7 \times 10^3$ m³/s. Considerando, además, que el volumen total de la Bahía de Concepción es aproximadamente de $2,4 \times$

10⁹ m³, el tiempo de residencia de las aguas en su interior es de 3,2 días.

DISCUSION

Estas mediciones sugieren que las mareas son uno de los factores más importantes en la intrusión de las aguas hacia el interior de la Bahía de Concepción. Los vientos predominantes del WSW y SW, además, permiten suponer (Ahumada & Chuecas, 1979) la surgencia de aguas subsuperficiales durante todo el período de medición, no siendo posible una cuantificación de su influencia en la estructura de la columna de agua con los datos disponibles.

La estructura vertical de dos capas de agua en las bocas de la bahía, con una de ingreso por el fondo y otra de salida por la superficie, es coincidente con el modelo desarrollado por Arcos (1981). Cuantitativamente, sin embargo, el transporte de agua y el tiempo de residencia, importantes en la cuantificación de los procesos de mineralización y fertilización, presentan diferencias significativas con los obtenidos aplicando la aproximación geostrofica (Arcos, 1981) y los de correntometría ya publicados (Ahumada & Chuecas, 1979). Sin embargo, la disminución de los errores debidos a los problemas de medición y al bajo número de estaciones, no debería alterar el orden de magnitud de los resultados obtenidos en este trabajo.

Las mediciones que aquí se presentan no permiten una cuantificación de los procesos de mezcla en el interior de la Bahía de Concepción, determinantes en la productividad biológica, lo que requeriría de mediciones complementarias de temperatura y salinidad.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Dirección de Investigaciones de la Pontificia Universidad Católica de Chile y forma parte de los resultados del Proyecto INF 258 B de la Sede Regional Talcahuano. Agradecemos

la valiosa colaboración de los colegas del Departamento de Física, prestada durante el período de medición de corrientes.

LITERATURA CITADA

- AHUMADA, R. & L. CHUECAS. 1979. Algunas condiciones hidrográficas estacionales de la Bahía de Concepción y áreas adyacentes. *Gayana Miscelánea*, 8: 1-56.
- AHUMADA, R.; A. RUDOLPH & V. MARTÍNEZ. 1983. Circulation and fertility of waters in Concepción Bay. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 16: 95-105.
- AHUMADA, R.; R. MORALES; A. RUDOLPH & P. MATRAI. 1984. Efectos del afloramiento costero en la diagénesis temprana de los sedimentos de la Bahía de Concepción, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 55: 135-146.
- ARCOS, D. 1981. Upwelling and distribution of chlorophyll *a* within the Bay of Concepción, Chile. Master of Science Thesis. Marine Environmental Sciences. State University of New York at Stony Brook. 32 p.
- ARCOS, D. & M. SALAMANCA. 1984. Distribución de clorofila y condiciones oceanográficas superficiales frente a Chile Central (latitudes 32°S-38°S, febrero de 1982). *Biología Pesquera*, 13: 5-14.
- BLANCO, J.L. 1984. Características de la circulación sobre la plataforma continental de Talcahuano. Tesis de Oceanografía. Universidad Católica de Valparaíso. 42 p.
- HAMMER, J. 1984. Current measurements with gelatin pendulums. *Vatten*, 1: 49-52.
- IFOP. 1979. Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e Isla Mocha. Informe mimeografiado (*in letteris*). 194 p.
- MATRAI, P. 1981. Distribución de la masa fitoplanctónica y su relación con la distribución de nutrientes en un área de surgencia frente a la Bahía de Concepción (36°40'S, 73°02'W), Chile, en octubre de 1979. Memoria para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción. 41 p.
- RUDOLPH A.; R. AHUMADA & S. HERNÁNDEZ. 1984. Distribución de la materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno orgánico y fósforo total en los sedimentos recientes de la Bahía de Concepción. *Biología Pesquera*, 13: 71-82.
- SAAVEDRA, N. 1980. La presión y la dirección del viento en Concepción. *Tralka*, 1 (2): 153-162.
- SHAFFER, G. 1982. On the upwelling circulation over the wide shelf off Perú: I Circulation. *Journal of Marine Research*, 40 (2): 294-314.
- SILVA, N. & D. KONOW. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental (Expedición Krill. Cruceros 3-4, julio-agosto de 1974). *Revista del Comité Permanente del Pacífico Sur*, 3: 63-75.

PARASITOS DEL PEJEGALLO, *CALLORHYNCHUS CALLORHYNCHUS* (L.), EN CHILE: ASPECTOS BIOLÓGICOS Y SISTEMÁTICOS

PARASITES OF THE ELEPHANT FISH, *CALLORHYNCHUS CALLORHYNCHUS* (L.), IN CHILE: BIOLOGICAL AND SYSTEMATIC ASPECTS

Jacqueline C. Fernández*, César S. Villalba*, Andrés Alviña**.

RESUMEN

Se estudió la parasitofauna de 55 ejemplares de *Callorhynchus callorhynchus* (Lineo, 1758) capturados frente a las costas de Concepción (36° 49'S; 73° 10'W), Chile. Los parásitos encontrados son: MONOGENEA: *Callorhynchicola branchialis* Brinkman, 1952; *Espocotyle callorhynchi* (Manter, 1955). ASPIDOGASTREA: *Trigonostoma callorhynchi* Szidat, 1966. CESTODARIA: *Gyrocotyle rugosa* Diesing, 1850; *G. maxima* Mac Donagh, 1927. COPEPODA: *Caligus teres* Wilson, 1905; *Kroyerina meridionalis* Ramírez, 1975. HIRUDINEA: *Branchellion callorhynchus* Szidat, 1972. ISOPODA: *Meinertia* sp. Las mayores prevalencias corresponden a *G. rugosa* (92,7%) y *E. callorhynchi* (53,7%), mientras que las mayores intensidades medias son de *C. teres* (10,7) y *E. callorhynchi* (5,1). De la totalidad de parásitos, las dos últimas especies presentan una distribución altamente sobredispersa ($s^2/\bar{x} > 1$), indicando una distribución agrupada y no al azar, mientras que la de *G. rugosa* es homogénea o regular (normalmente se encontró sólo 2 individuos en cada pez).

La mayoría de los parásitos de *Callorhynchus callorhynchus* (6 de 9 especies), corresponderían a parásitos de tipo filogenético con cierto grado de coevolución con su hospedador y una especificidad muy alta. *B. callorhynchus*, *C. teres* y *Meinertia* sp. corresponden a parásitos de tipo ecológico, pudiendo llegar a presentar una alta especificidad, como *B. callorhynchus*.

Palabras claves: Peces, Holocephali, Coevolución, Distribución cuantitativa.

ABSTRACT

The parasites of 55 elephant-fishes, *Callorhynchus callorhynchus* (Lineo, 1758) caught in front of Concepción coast (36° 49'S; 73° 10'W), Chile, were studied. The parasites founded are: MONOGENEA: *Callorhynchicola branchialis* Brinkman, 1952; *Espocotyle callorhynchi* (Manter, 1955). ASPIDOGASTREA: *Trigonostoma callorhynchi* Szidat, 1966. CESTODARIA: *Gyrocotyle rugosa* Diesing, 1850; *G. maxima* Mac Donagh, 1927. COPEPODA: *Caligusteres* Wilson, 1905; *Kroyerina meridionalis* Ramírez, 1975. HIRUDINEA: *Branchellion callorhynchus* Szidat, 1972. ISOPODA: *Meinertia* sp.

The highest prevalence belongs to *G. rugosa* (92,7%) and *E. callorhynchi* (53,7%), and the highest mean intensity to *C. teres* (10,7) and *E. callorhynchi* (5,1). From the totality of parasites, only the last two species present a highly sobredispersed distribution ($s^2/\bar{x} > 1$) showing a clumped and not a random distribution, while *G. rugosa* shows a regular or homogeneous distribution within the host population (commonly only two *G. rugosa* were found in the spiral valve of each fish).

Most of *Callorhynchus callorhynchus* parasites (6 out of 9 species) would belong to phylogenetic parasites, showing some coevolutionary features with its host and a very high specificity. *B. callorhynchus*, *C. teres* and *Meinertia* sp. are ecological parasites, that could present a high specificity, like *B. callorhynchus*.

Key words: Pisces, Holocephali, Coevolution, Quantitative distribution.

INTRODUCCION

El género *Callorhynchus* está representado en la actualidad por 4 especies: *C. milii* Bory de St. Vincent, de Nueva Zelanda y Australia; *C. capensis* Dumeril, de Sudáfrica; *C. ca-*

llorhynchus (Lineo), presente en el cono sur de Sudamérica y *C. antarcticus* (Bory de St. Vincent), distribuido alrededor del continente antártico. Sin embargo, el estatus taxo-

*Departamento de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales. Universidad de Concepción. Casilla 2407. Concepción-Chile.

**Dos Poniente N° 550, Lo Barnechea, Las Condes. Santiago-Chile.

nómico de las especies está aún en duda, pudiendo refundirse algunas de éstas.

El estudio de los parásitos del pejegallo, *Callorhynchus callorhynchus* (Lineo, 1758), reviste importancia desde 2 puntos de vista: uno por pertenecer a la subclase Holocephali, un pequeño grupo aislado de peces cartilaginosos muy antiguos, datados desde el Devónico, y representado en la actualidad por sólo 6 géneros; y por otra parte, por constituir actualmente un recurso pesquero nacional y mundial con potencialidades futuras.

En Chile, el pejegallo aparece como fauna acompañante en la pesquería de *Merluccius gayi*, no constituyendo un recurso objeto. Sin embargo, los desembarques de pejegallo en la última década alcanzaron en promedio 1.300 toneladas anuales, de las cuales, el 70% se destinó a consumo en fresco, 12% a congelado, 10% a la elaboración de harina y 6,5% a productos seco-salados, lográndose con esto un buen nivel de precio de venta. Estos hechos hacen necesario el estudio de sus diferentes aspectos biológicos, y dentro de estos, el parasitismo (IFOP, 1984).

Hasta la fecha se ha señalado la presencia de 5 especies parásitas de *Callorhynchus callorhynchus* en la costa chilena: *Callorhynchicola branchialis* Brinkman, 1952 (Monogenea); *Kroyerina meridionalis* Ramírez, 1975 y *Caligusteres* Wilson, 1905 (Copepoda); *Branchellion lobata* Moore, 1952 y *B. callorhynchus* Szidat, 1972 (Hirudinea) (Brinkman, 1952; Fagetti & Stuardo, 1961; Castro & Baeza, 1984; Ringuelet, 1985).

En el presente trabajo se da a conocer la parasitofauna encontrada en 41 ejemplares de *C. callorhynchus*, su ubicación y los niveles de infección encontrados, con las implicancias ecológicas de la estructura parasitaria.

MATERIALES Y METODOS

Entre septiembre de 1984 y enero de 1985 se recolectaron 41 ejemplares de *Callorhynchus callorhynchus* provenientes de capturas realizadas por barcos arrastreros frente a las costas de la VIII Región (36° 49'S; 73° 10'W). Todos los ejemplares fueron numerados, medidos (longitud total), pesados y sexados por examen de las gónadas.

Se examinó el tegumento, aletas, branquias, vísceras y cavidad celómica, cuantificando los parásitos encontrados. Protozoos, bacterias, virus y hongos no fueron considerados.

Todos los parásitos fueron fijados al formaldehído 7% y traspasados posteriormente a alcohol 70%. Los helmintos fueron teñidos con Carmin Clorhídrico o Carmin Acético de Semichon y montados en Entellan (R). Algunos copépodos fueron montados temporalmente en glicerina, para la observación de los apéndices que son caracteres diagnósticos.

Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para docimar la diferencia en la estructura de tallas entre machos y hembras de *C. callorhynchus*. Para cada parásito se calculó prevalencia, intensidad media, rango y coeficiente de dispersión, considerando el total de machos y hembras por separado. Se calculó además el coeficiente de correlación de Spearman entre la talla del hospedador y la abundancia parasitaria. Para dichos cálculos se utilizó un microcomputador Digital Rainbow y el paquete estadístico Stackpack. La metodología estadística general corresponde a Sokal & Rohlf (1979). La nomenclatura parasitológica usada, es la propuesta por Margolis *et al.* (1982).

Además de los 41 ejemplares recolectados con fines cuantitativos, se analizó un total de 14 pejegallos capturados en diferentes tiempos entre los años 1982 y 1985, de los cuales se obtuvieron algunas especies que complementan lo encontrado en la muestra cuantitativa.

Los dibujos se realizaron con la ayuda de una cámara lúcida. Las fotografías de Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) se obtuvieron en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Concepción. El material examinado mediante SEM se preparó de acuerdo al procedimiento clásico: deshidratación en acetona, punto crítico y sombreado con oro-paladio. Las fotografías de *Gyrocotyle* spp. se obtuvieron directamente con un lente de 50 mm.

Para cada parásito se entrega una breve diagnosis y un esquema para facilitar su reconocimiento posterior.

RESULTADOS

I. Aspectos taxonómicos

MONOGENEA

Callorhynchicola branchialis Brinkman, 1952 (Figs. 1, 2)

Opisthaptor formado por un cotilóforo con 4 pares de pinzas alternadas, simétricas,

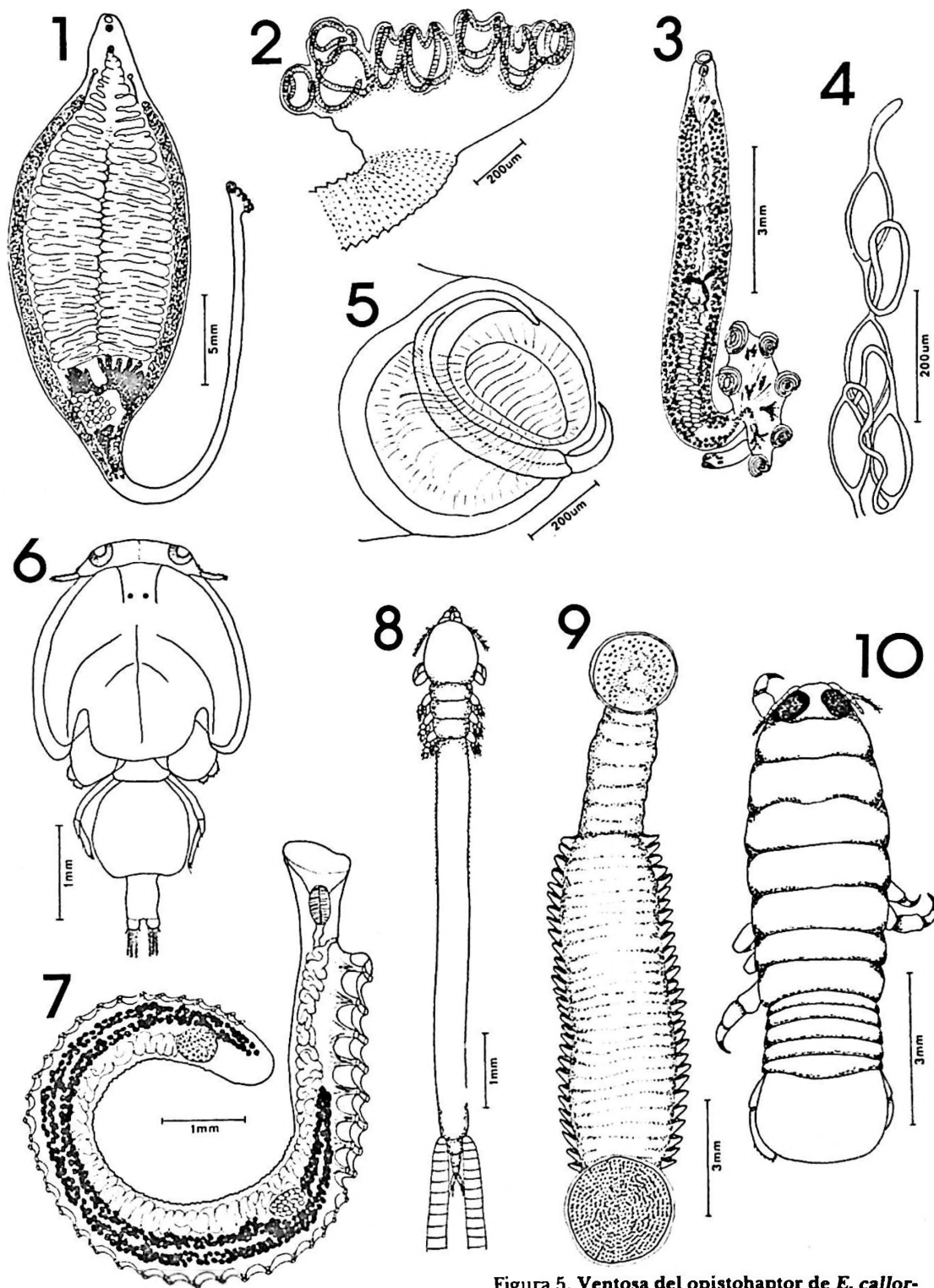


Figura 1. *Callorhynchicola branchialis*, ejemplar completo.

Figura 2. Detalle del opisthaptor de *C. branchialis*.

Figura 3. *Erpocotyle callorhynchi*, ejemplar completo.

Figura 4. Huevos de *E. callorhynchi*.

Figura 5. Ventosa del opisthaptor de *E. callorhynchi*.

Figura 6. *Caligus teres*, vista dorsal.

Figura 7. *Trigonostoma callorhynchi*, vista lateral.

Figura 8. *Kroyerina meridionalis*, vista dorsal.

Figura 9. *Branchellion callorhynchus*, vista ventral.

Figura 10. *Meinertia* sp. (juvenil), vista dorsal.

en estructura. Cotilóforo separado del cuerpo por un pedúnculo prominente. Intestino sacular en la región anterior, se divide en dos ramas laterales a nivel de las aberturas vaginales. Ramas laterales con divertículos laterales y medianos. Dos ovarios, ramificados. Vitelaria entre las ramas intestinales y la pared del cuerpo, desde el poro genital hasta el comienzo del pedúnculo. Huevos sin filamento polar y con una membrana muy delgada. Testículos numerosos. Cirro inerme. El útero ocupa la mayor parte del cuerpo. Canal genito-intestinal presente. Posee dos poros vaginales ventrolaterales con vaginas independientes conectadas con la vitelaria.

Observaciones: El género *Callorhynchicola* fue creado por Brinkman (1952) para incluir en él la especie *C. branchialis*, provenientes de *C. callorhynchus* capturados en el Seno de Reloncaví. Desde este primer registro, *C. branchialis* no había vuelto a ser encontrada. Posteriormente, Manter (1955) describe *C. multitesticulatus*, parásita de *Callorhynchus milii* en Nueva Zelanda, siendo las dos únicas especies del género. El material aquí estudiado corresponde a *C. branchialis*, aunque hay dos ejemplares provenientes de *C. callorhynchus* de Bahía de Concepción (noviembre, 1983), que presentan características similares a *C. multitesticulatus*. Sin embargo, se asigna tentativamente a *C. branchialis* a la espera de un mayor número de ejemplares.

Erpocotyle callorhynchi (Manter, 1955) (Figs. 3, 4, 5)

Opistohaptor formado por 3 pares de ventosas esclerotizadas, con un esclerito curvo en forma de hoz. Ventosas con papilas y estrías marcadas en el lumen. Escleritos posteriores más pequeños que los otros 2 pares. Apéndice posterior con 2 ventosas y 2 ganchos centrales. Boca ventral. Intestino bifurcado. Testículos foliculares, en número de 40 a 60, postovarianos, intercecales. Ovario lobulado, irregular, se une al canal genito-intestinal y reservorio vitelino antes de entrar al ootipo. Útero dirigido anteriormente. Vagina doble, cada una se abre independientemente, lateral al atrio genital. Vitelaria coextensiva con el intestino, penetra levemente en el opistohaptor. Huevos fusiformes, conectados en serie por los filamentos polares.

Observaciones: *Erpocotyle callorhynchi* fue descrito originalmente por Manter (1955) sobre la base de material proveniente de *Ca-*

llorhynchus capensis de Sudáfrica y *C. milii* de Nueva Zelanda. Posteriormente Dillon & Hargis (1968) reencuentran dicha especie en Nueva Zelanda. Suriano e Incorvaia (1982) describen *Callorhynchocotyle marplatensis* de *C. callorhynchus* en Mar del Plata, Argentina, basándose principalmente en la presencia de un haptor asimétrico, huevos no interconectados, ootipo liso y en la posición sistemática y geográfica del hospedador. A pesar de conocer el trabajo original de Manter (1955), desconocen el de Dillon & Hargis (1968) en el que se redescubre la especie. Se considera necesario reestudiar la especie de Suriano e Incorvaia para determinar su verdadera posición taxonómica, ya que la presencia de *Erpocotyle callorhynchi* en Nueva Zelanda, Sudáfrica y costas de Chile, sugiere también su presencia (en el mismo hospedador) en la costa argentina.

E. callorhynchi es el único monogéneo hexabótrido parásito de peces no elasmobranchios, por lo que se le puede considerar indicador de la afinidad existente entre elasmobranchios y holocéfalos.

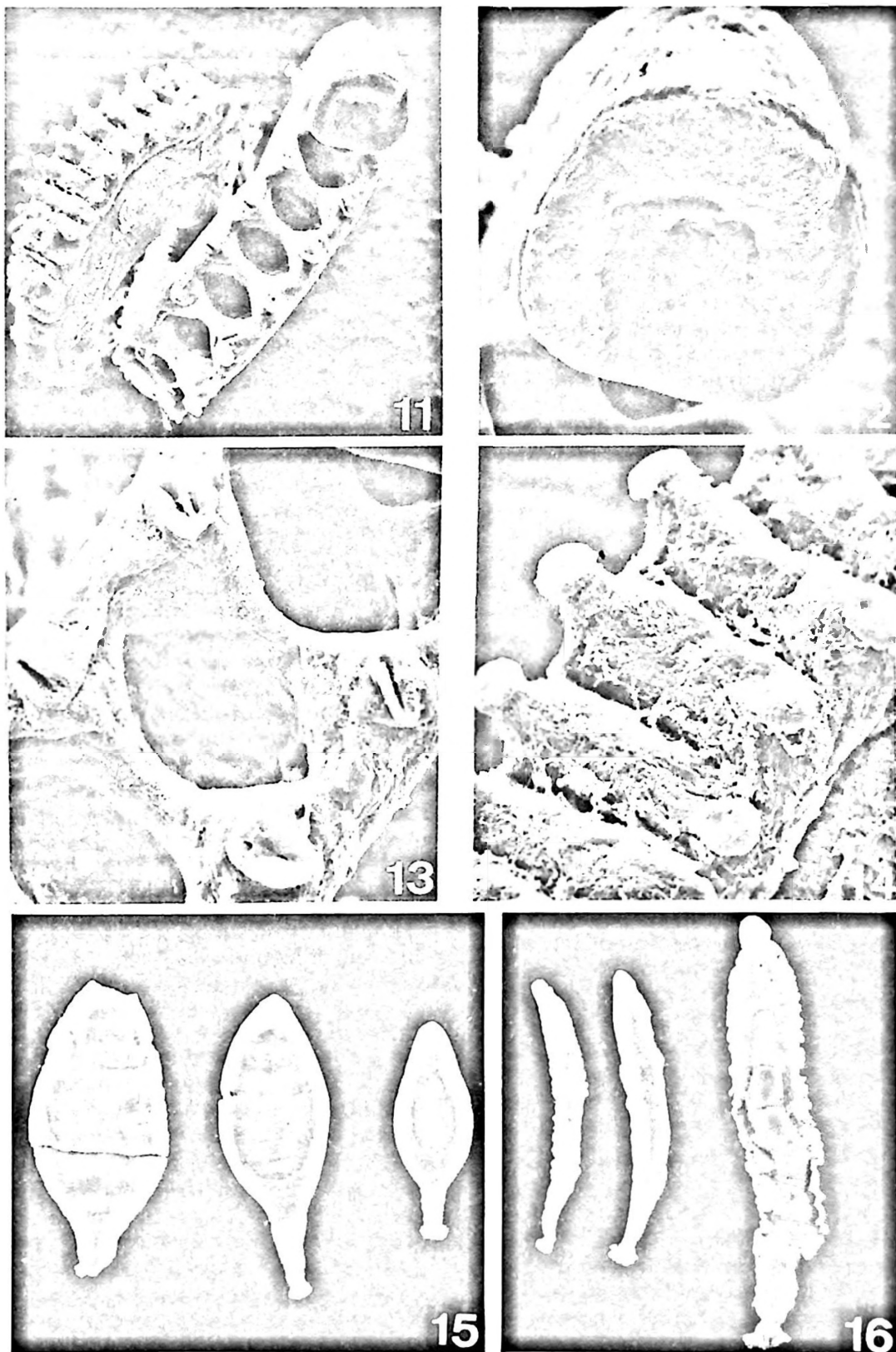
Aspidogastrea

Trigonostoma callorhynchi Szidat, 1966 (Figs. 7, 11, 12, 13, 14)

Extremo anterior en forma de embudo o con una placa triangular perpendicular al eje del cuerpo (dependiendo del método de fijación del material), al centro de la cual se abre la boca. Poro genital detrás de la cabeza, a nivel de la faringe. Faringe seguida por un esófago dilatado que desemboca en un intestino sacular. Testículo grande, ovalado, en el extremo posterior del cuerpo. Ovario piriforme, en la región central del cuerpo. El útero ocupa todo el canal central. Vitelaria compuesta por folículos distribuidos a lo largo de todo el cuerpo.

Disco ventral de fijación dividido en 2 regiones: región anterior formada por 6 a 7 ventosas bien desarrolladas (que se encuentran aun en los juveniles), en cuyos vértices se encuentra una papila con una pequeña ventosa. Región posterior formada por numerosas barras transversales fuertemente musculares, en cuyos extremos también se encuentra una pequeña papila. Estas barras transversales aumentan en número con el crecimiento de los individuos, no así las 6-7 ventosas anteriores.

Observaciones: *Trigonostoma callorhynchi* fue



Figuras 11-14. *Trigonostoma callorhynchi*:

Figura 11. Ejemplar completo, 36X.

Figura 12. Detalle del disco oral, 128X.

Figura 13. Detalle de las ventosas anteriores, 136X.

Figura 14. Detalle de las barras transversales, 160X.

Figura 15. *Gyrocotyle rugosa*, vista ventral, 0,5X.

Figura 16. *Gyrocotyle maxima*, vista ventral, 0,5X.

descrito por Szidat (1966) sobre la base de material procedente de *Callorhynchus callorhynchus* capturados en la costa atlántica de Argentina. Szidat crea el género y describe la especie diferenciándola de *Taeniocotyle elegans* (parásita del holocéfalo *Chimaera monstrosa* en el Atlántico Norte) por la estructura del extremo anterior, la posición del gonoporo y principalmente por la estructura del disco ventral que presenta dos tipos de estructuras: ventosas (Fig. 13) y barras (Fig. 14). Manter (1954) señala la presencia de *Taeniocotyle elegans* en *C. milii* de Nueva Zelanda. Según Dienske (1968) tal registro es dudoso, ya que seguramente se trata de otra especie. Por otra parte, la figura que presenta Manter de su ejemplar, muestra la diferencia existente entre las 6-7 ventosas anteriores y las restantes, pero no comenta nada al respecto en el texto. Se sugiere que la especie encontrada por Manter (1954) corresponde realmente a *Trigonostoma callorhynchi*.

Cestodaria

Gyrocotyle rugosa Diesing, 1850 (Fig. 15)

Cuerpo unisegmentado, aplastado, especímenes maduros de 40-150 mm de longitud aproximadamente. Cuerpo altamente contractil, con estrías transversales. Acetábulo en el extremo anterior, fuertemente muscular. Roseta relativamente pequeña y simple, aproximadamente 1/3 del diámetro máximo del cuerpo. Márgenes laterales sin ondulaciones. Espinas acetabulares presentes dispuestas en dos grupos a ambos lados del acetábulo, de 200-400 μm de longitud. Sin espinas en el resto del cuerpo. Poro genital masculino ventral, generalmente a la derecha de la línea media, formando una papila diferenciada. Poros genitales y uterino cerca del extremo anterior. Huevos de cáscara delgada, no operculados, embrionados con una licófora. Útero tubular, fuertemente plegado transversalmente, las asas se extienden de lado a lado. Sin saco uterino.

Observaciones: *Gyrocotyle rugosa* fue descrita por Diesing con material proveniente de Valparaíso y Sudáfrica, aunque los hospedadores señalados no corresponden a los reales, debido a un error en las etiquetas (Joyeaux & Baer, 1951). *G. rugosa* es una especie frecuente, específica de *Callorhynchus* spp. Se encuentra además en *C. milii*, *C. capensis* y probablemente también en *C. antarcticus*.

Además de los ejemplares provenientes de los 41 peces muestreados, se estudiaron 26 ejemplares con las siguientes características:

- 4 ejemplares, noviembre 1979, Talcahuano
- 5 ejemplares, noviembre 1983, Bahía de Concepción
- 15 ejemplares, 1984, Talcahuano
- 2 ejemplares, noviembre 1985, Talcahuano

Gyrocotyle maxima Mac Donagh, 1927 (Fig. 16)

Cuerpo unisegmentado, aplastado. Especímenes maduros hasta 130 mm de longitud aproximadamente. Cuerpo muy contractil. Márgenes del cuerpo replegados, ligeramente festoneados. Acetábulo en el extremo anterior, muscular. Roseta con sus bordes fuertemente plegados, pedicelo muy corto. Poro genital masculino ventral, formando un cono genital, desplazado hacia la derecha. Útero de ancho uniforme, forma asas regulares que ocupan solamente el tercio central del cuerpo a lo largo de toda su extensión. El útero desemboca en su extremo anterior en un saco uterino pequeño. Poro uterino ventral, central, aproximadamente a un quinto de la longitud total desde el extremo anterior. Huevos maduros operculados, embrionados con larva licófora solamente en el saco uterino.

Observaciones: *Gyrocotyle maxima* fue descrito originalmente sobre la base de un solo ejemplar (encontrado en *Mustelus asterias* en Argentina) basándose sólo en caracteres externos. Este se trataría de un hallazgo casual en el que el escualo habría predado sobre un pejegallo persistiendo temporalmente el cestodario después de la digestión. Mendivil-Herrera (1946, *vide* Szidat, 1968) describe una nueva especie, *G. meandrica*, parásito del pejegallo en Uruguay. Posteriormente, Szidat (1967) con material de *Callorhynchus callorhynchus* procedente de Puerto Quequén en Argentina, redescubre en detalle *G. maxima* sinonimizando a *G. meandrica*.

Gyrocotyle maxima es una especie poco frecuente en *C. callorhynchus* de las costas de la VIII región, ya que en la muestra cuantitativa sólo se encontró *G. rugosa*. Ambas especies se diferencian fácilmente por la forma y extensión del útero, por lo que su identificación no es difícil. El material estudiado presenta las siguientes características de recolección:

— 4 ejemplares, noviembre 1983, Bahía de Concepción

Copepoda

Caligus teres Wilson, 1905 (Fig. 6)

Hembra. Caparazón oval, más largo que ancho, formado por la fusión de la cabeza y los tres primeros segmentos torácicos. Placas frontales con lúnulas. Lóbulos posteriores de las áreas laterales no alcanzan al extremo posterior del área torácica. Cuarto segmento torácico corto y ancho. Segmento genital más ancho que largo, globoso, con bordes laterales y posteriores redondeados. Abdomen unisegmentado, menos de 1/2 de la longitud del segmento genital. Urópodos con 4 setas apicales, 1 ventral y 1 lateral. Primera y segunda antena bisegmentadas. Primera maxila en forma de espina. Furca esternal de base triangular con ramas rectas, ligeramente divergentes. Armadura de las patas como sigue:

- 1^{er} par de patas unirrámeo, trisegmentado. Armadura: 1-1, 0-1, 3-IV.
- 2^o par de patas birrámeo. Armadura: endopodito 0-1, 0-2, 6; exopodito I-1, I-1, II-6.
- 3^{er} par de patas birrámeo. Armadura: endopodito 0-1, 6; exopodito I, 1-1, III-4.
- 4^o par de patas unirrámeo. Armadura: 1-0, 1-0, IV. Una de las espinas laterales del segmento terminal presenta una membrana pectinada en su base.
- 5^o par de patas rudimentario, formado por dos setas.

Observaciones: *Caligus teres* fue señalado previamente como parásito de *C. callorhynchus* en Chile, en las localidades de Lota (37° 06' S; 73° 10' W) y Valparaíso (33° 02' S; 71° 37' W). Presenta una especificidad relativamente baja, ya que también parasita a *Merluccius gayi peruanus*, *Odonthestes* sp. y *Oncorhynchus kisutch*, desde Callao (Perú) hasta Puerto Montt (Chile) (Fernández & Villalba, 1986).

Kroyerina meridionalis Ramírez, 1975 (Fig. 8)

Hembra. Caparazón formado por la fusión de la cabeza y del primer segmento torácico, ovoide, más ancho que todo el resto del cuerpo; 2^o, 3^{er} y 4^o segmentos torácicos más anchos que largos; 5^o segmento torácico y segmento genital fusionados, sin lóbulos posteriores y extremadamente alargado. Abdomen bisegmentado. Urópodos con 3 setas

apicales y 3 subterminales; relación longitud: ancho 1: 3,2-3,5. Primera antena 7-segmentada. Segunda antena quelada. Mandíbula con 9 dientes apicales. Primera maxila con 2 cerdas anteriores y un palpo posterior. Segunda maxila trisegmentada, segmento medio cubierto de pequeñas espinas, segmento terminal en forma de gancho curvo. Maxilípodo de base robusta con una garra terminal fuerte. Armadura de las patas como sigue:

Patatas	Endopodito	Exopodito
1	0-1,0-2,0-6	I-1,I-1, II-4
2	0-1,0-1,0-6	I-1,I-1,III-4
3	0-1,0-1,1-I-3	I-1,I-1,III-4
4	0-1,0-1,1-2	I-1,I-1,III-4

Observaciones: *Kroyerina meridionalis* fue descrita previamente como parásito de las branquias de *C. callorhynchus* en Mar del Plata (37°S 58°O). Castro & Baeza (1984) lo encuentran en el mismo pez en Antofagasta, Chile (23°29'S; 70°28'W), extendiendo su rango de distribución. Con estos antecedentes es posible postular una distribución conjunta para el parásito y el hospedador a través de todo su rango de distribución.

Las restantes especies de *Kroyerina* parasitan a rayas y tiburones con una alta especificidad. Su presencia en *Callorhynchus* (al igual que *Erpocotyle callorhynchi*) la presenta como un buen indicador del nexo evolutivo existente entre elasmobranquios y holocéfalos.

Hirudinea

Branchellion callorhynchus Szidat, 1972 (Fig. 9)

Cuerpo cilíndrico, dividido en 2 regiones: traqueolosoma o cuello y urosoma. Ventosas anterior y posterior prominentes. Ventosa anterior con manchas oculares. Ventosa posterior ligeramente mayor que la anterior, con numerosas cúpulas en filas radiales en su cara ventral, aproximadamente entre 1.100 y 1.500. Cuatro bandas transversales de color en los anillos 1, 3, 6 y 8 del traqueolosoma. 10-11 pares de vesículas laterales en el urosoma y 30-31 pares de branquias. Longitud total 16-17 mm.

Observaciones: Ringuelet (1985) señala la presencia de *Branchellion lobata* Moore, 1952 y *B. callorhynchus* Szidat, 1972 como parásitos del pejegallo en Chile, recalando que la única diferencia relevante entre ambas especies es la presencia de las bandas transversales de

TABLA 1
Localización, prevalencia, intensidad media, rango y coeficiente de dispersión (C.D.) de los parásitos de *Callorhynchus callorhynchus* en la VIII Región, Chile

PARASITO	HABITAT	PREVA- LENCIA	INTEN- SIDAD MEDIA	RANGO	C.D.
MONOGENEA					
<i>Callorhynchicola branchialis</i>	Filamentos branquiales	9,8	1,25	1- 2	1,33
<i>Erpocotyle callorhynchi</i>	Filamentos branquiales	53,7	5,09	1-21	8,51
ASPIDOGASTREA					
<i>Trigonostoma callorhynchi</i>	Vesícula biliar	26,8	1,54	1- 3	1,45
CESTODARIA					
<i>Gyrocotyle rugosa</i>	Válvula espiral	92,7	1,87	1- 3	0,26
<i>Gyrocotyle maxima*</i>	Válvula espiral	—	—	—	—
COPEPODA					
<i>Caligus teres</i>	Tegumento	21,9	10,67	1-72	54,37
<i>Kroyerina meridionalis</i>	Filamentos branquiales	29,3	1,83	1- 4	2,04
HIRUDINEA					
<i>Branchellion callorhynchus</i>	Tegumento	2,4	1	1	—
ISOPODA					
<i>Meinertia</i> sp. (inmaduros)	Cavidad branquial	2,4	1	1	—

**Gyrocotyle maxima* no se encontró en la muestra cuantitativa

TABLA 2
Prevalencia e intensidad media de los diferentes parásitos, para machos y hembras de *Callorhynchus callorhynchus* por separado (% = Prevalencia; INT = Intensidad media; C.D. = Coeficiente de dispersión)

PARASITO	MACHOS (n = 21)			HEMBRAS (n = 20)		
	%	INT	C.D.	%	INT	C.D.
<i>Callorhynchicola branchialis</i>	9,5	1,5	1,60	10,0	1,0	0,95
<i>Erpocotyle callorhynchi</i>	52,4	4,2	8,52	55,0	6,0	8,68
<i>Trigonostoma callorhynchi</i>	33,3	1,8	1,45	20,0	1,0	0,84
<i>Gyrocotyle rugosa</i>	85,7	1,8	0,14	100	1,9	0,11
<i>Gyrocotyle maxima*</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Caligus teres</i>	14,3	3,0	4,33	30,0	14,5	59,24
<i>Kroyerina meridionalis</i>	23,8	1,6	1,70	25,0	2,4	2,70
<i>Branchellion callorhynchus</i>	0	0	—	5,0	1,0	—
<i>Meinertia</i> sp. (inmaduros)	0	0	—	5,0	1,0	—

**Gyrocotyle maxima* no se encontró en la muestra cuantitativa.

TABLA 3
Prevalencias e intensidades de los parásitos más frecuentes de *Callorhynchus callorhynchus* según la talla del pez (% = prevalencia; INT = intensidad media)

Intervalos de longitud (cm)	Nº de peces	<i>C. branchialis</i>		<i>E. Callorhynchi</i>		<i>T. callorhynchi</i>		<i>G. rugosa</i>		<i>C. teres</i>		<i>K. meridionalis</i>	
		%	INT	%	INT	%	INT	%	INT	%	INT	%	INT
<35,0	5	40,0	1,0	20,0	4,0	0	0	100	2,2	20,0	1,0	20,1	1,0
35,1-40,0	4	50,0	1,5	50,0	10,5	25,0	3,0	50,0	1,5	0	0	25,0	1,0
40,1-45,0	12	0	0	50,0	4,5	25,0	1,3	100	1,7	25,0	1,3	33,3	2,2
45,1-50,0	10	—	0	60,0	4,2	0	0	90,0	2,0	20,0	7,5	20,0	2,0
50,1-55,0	5	0	0	80,0	7,2	80,0	1,8	100	1,8	20,0	2,0	20,0	4,0
>55,1	5	0	0	60,0	2,0	60,0	1,0	100	2,0	40,0	40,0	20,0	1,0

color. El hallazgo de hirudineos en *Callorhynchus* sugiere la presencia de *Trypanosoma* s. l. en el sistema circulatorio, y, considerando la parasitofauna particular de este pez, sería interesante realizar trabajos orientados a su búsqueda.

Además del ejemplar de la muestra cuantitativa se estudió otro con las siguientes características:

— 1 ejemplar, noviembre 1983, Talcahuano.

Isopoda

Meinertia sp. (Fig. 10)

Observaciones: Los isópodos encontrados corresponden a estados juveniles (inmaduros). No es posible identificarlos a nivel específico, dado el escaso conocimiento que se tiene de este grupo en Chile. El tamaño de los ejemplares estudiados es de 10,5 y 8,5 mm de longitud. Los datos de captura de 1 de los ejemplares son:

— 1 ejemplar, noviembre 1983, Talcahuano.

II. Análisis cuantitativo

En los 41 ejemplares de *Callorhynchus callorhynchus* muestreados, los rangos de talla fluctuaron entre 28 y 64 cm de longitud total (LT), con una media (\bar{x}) de 45,7 cm y una desviación estandar (σ) de 8,3. De las 41 muestras, 21 eran machos y 20 hembras. La estructura de tallas de machos y hembras por separado se docimó con la prueba U de Mann-Whitney, siendo significativa la diferencia ($P < 0,01$).

En la tabla 1 se indican los parásitos encontrados, su localización en el pez, prevalencia, intensidad media, rango y coeficiente de dispersión ($C.D. = s^2/\bar{x}$).

Todos los peces estaban parasitados por al menos una especie de parásito. Las mayores

prevalencias corresponden a *Gyrocotyle rugosa* (92,7%) y *Erpocotyle callorhynchi* (53,7%), mientras que las mayores intensidades medias a *Caligus teres* (10,67) y *E. callorhynchi* (5,09). Considerando la comunidad de parásitos branquiales, *E. callorhynchi* es sin duda la especie dominante, siguiendo en importancia *Kroyerina meridionalis* y *Callorhynchicola branchialis*.

De la totalidad de parásitos, sólo *E. callorhynchi* y *C. teres* presentan un patrón de distribución de tipo contagioso o agrupado dentro de la población de hospedadores, ya que el $C.D. > 1$ (= sobredispersión). Por el contrario, *G. rugosa* presenta un coeficiente de dispersión claramente menor que 1, indicando una distribución homogénea o regular dentro de la población. El resto de las especies, con un coeficiente de dispersión cercano a 1 presentan una distribución al azar.

En la tabla 2 se indican las prevalencias e intensidades medias para machos y hembras por separado. Puesto que existen diferencias significativas en la estructura de tallas de los diferentes sexos no es conveniente aplicar ninguna prueba estadística para docimar las diferencias cuantitativas entre machos y hembras. Sin embargo, al observar la tabla se aprecia cierta homogeneidad entre ambos sexos, a pesar de que las hembras (como se indica en la tabla 3) dominan en los rangos extremos de talla de *Callorhynchus callorhynchus*.

En la tabla 3 se indican las prevalencias e intensidades de los parásitos más frecuentes según la longitud del pez, agrupados en intervalos de clases cada 5 cm. La mayoría de las especies presentan ciertas tendencias en cuanto a la prevalencia y/o distribución de los parásitos. Así por ejemplo, *E. callorhynchi* tiende a aumentar su prevalencia con la talla del pez. *G. rugosa*, *C. teres* y *K. meridionalis* por

el contrario, tienden a mantener niveles constantes de infección, mientras que *C. branchialis* se encuentra solamente en los peces de menos de 40 cm.

Si se considera la abundancia parasitaria en relación con la talla del pez, existe una correlación positiva solamente para *Trigonostoma callorhynchi* ($r = 0,47$; $P < 0,01$) y *Caligus teres* ($r = 0,357$; $P < 0,05$). El resto de las especies no presenta ninguna relación entre su abundancia y la talla del pez.

DISCUSION

El fenómeno del parasitismo es el resultado de interrelaciones entre los parásitos (en sus diferentes estados de desarrollo) y las influencias interrelacionadas del macro y microambiente (factores ecológicos) y de factores históricos y zoogeográficos en la relación hospedador-parásito (factores filogenéticos) (Polyansky, 1958). En el caso del pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*) existen ambos tipos de parasitismo, ecológico y filogenético.

De las nueve especies encontradas en *C. callorhynchus*, 6 corresponden a parásitos de tipo filogenético condicionados por factores históricos y zoogeográficos: *Callorhynchicola branchialis*, *Erpocotyle callorhynchi*, *trigonostoma callorhynchi*, *Gyrocotyle rugosa*, *G. maxima*, y *Kroyerina meridionalis*. Estos son fáciles de reconocer por la presencia de especies afines dentro del mismo grupo de peces. El resto de los parásitos encontrados corresponden a especies adquiridas ecológicamente, algunas de las cuales, como *Branchellion callorhynchus*, puede llegar a ser altamente específica. El resto de las especies (*Caligus teres* y *Meinertia* sp.) presentan una baja especificidad por el hospedador.

La falta de información existente sobre la posición sistemática de las diferentes especies de *Callorhynchus* citadas en la literatura (*C. milii*, *C. callorhynchus*, *C. capensis*, *C. antarcticus*) así como la falta de estudios parasitológicos completos de cada una de estas supuestas especies, no permite en este momento establecer patrones o tendencias dentro del proceso coevolutivo de este grupo. Sin embargo, analizando las distribuciones y características de algunas de las especies encontradas (v.g. *E. callorhynchi*, *G. rugosa*, y *G. maxima* en Nueva Zelanda, Chile y Sudáfrica; y *Trigonostoma callorhynchi* en Sudamérica y probablemente Nueva Zelanda), se puede pensar en un alto grado de coevolución con una tasa

evolutiva (de los parásitos) relativamente baja.

Si realmente se trata de varias especies de *Callorhynchus* (y no de una sola), la homogeneidad de sus parásitos puede indicar una cierta independencia de éstos frente a las presiones ambientales que condicionan la diferenciación del hospedador.

Considerando los ciclos de vida de los parásitos, todos, excepto quizás el de *Gyrocotyle* spp. y *Trigonostoma callorhynchi*, son directos, sin hospedadores intermediarios. Para *Gyrocotyle*, la literatura señala la posibilidad de un hospedador intermediario, pero como *G. rugosa* y *G. maxima* presentan huevos embrionados se postula un ciclo directo (Lynch, 1945). En el caso de *T. callorhynchi* faltan estudios de desarrollo para determinar su comportamiento. Con estos antecedentes, la dieta del pejegallo no jugaría ningún rol importante en la estructuración de su comunidad de parásitos, por lo que factores como tiempos promedios de vida (del hospedador y del parásito), áreas de distribución y heterogeneidad ambiental del hospedador, serían los responsables de la composición cuantitativa de la parasitofauna de *C. callorhynchus*.

Las distribuciones cuantitativas de los parásitos, basadas principalmente en el coeficiente de dispersión son de 3 tipos: sobredispersas o agrupadas, al azar y subdispersas o regulares. En *C. callorhynchus* se encuentran parásitos con los tres tipos de distribución. Desde el punto de vista de la regulación densidad-dependiente que ejercen los parásitos sobre sus hospedadores, las distribuciones al azar y sobredispersa son las más comunes y las que han sido más estudiadas (Crofton, 1971; Anderson & Gordon, 1982). La distribución subdispersa de *Gyrocotyle* es, sin embargo, la que presenta mayor interés. Varios autores que han estudiado la frecuencia de las distintas especies de *Gyrocotyle* señalan también distribuciones regulares, con una alta prevalencia y número constante de ejemplares (por lo general 2) (Lynch, 1945; Dienske, 1968 y Halvorsen & Williams, 1968 en *Chimaera monstrosa*; Van der Land & Dienske, 1968 para *Hydrolagus affinis*).

Dienske (1968) propone para *G. urna* y *G. confusa* de *Ch. monstrosa* un mecanismo de entrada al azar, uno a uno, en el que un tercer elemento no tendría posibilidades de supervivencia. Por otro lado, Halvorsen & Williams (1968), basándose en 81 ejemplares de *Ch. monstrosa*, pero con un amplio rango

de tallas (a partir de individuos aun con saco vitelino) establecen que la prevalencia está correlacionada con la talla del pez, pero que el establecimiento de los dos ejemplares se lograría a partir de una infección simultánea inicial de los hospedadores por postlarvas de *Gyrocotyle*, de las cuales sobrevivirían las más exitosas (lleva implícita una competencia intraespecífica).

Los desarrollos teóricos recientes de Anderson & Gordon (1982) con modelos de simulación, establecen que las mortalidades del hospedador inducidas por los parásitos tienden a generar patrones de subdispersión entre éstos. Esto concuerda con los datos obtenidos en este trabajo y por otros autores. Sin duda se requieren estudios más finos para determinar la causa de la distribución regular de *Gyrocotyle* en sus hospedadores: ¿se trata de competencia intraespecífica o de regulación de poblaciones por el mecanismo de muerte del hospedador inducida por parasitismo?

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, R.M. & D.M. GORDON. 1982. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology*, 85: 373-398.
- BRINKMAN, A. (Jr.). 1952. Some Chilean Monogenetic Trematodes. Reports of the Lund University Chile expedition 1948-1949 (6). *Lunds Universitetets Arsskr. n. F. Avd. 2*, 47(11): 1-26.
- CASTRO, R. & H. BAEZA. 1984. *Lepeophtheirus frequens* new species and new record of *Kroyerina meridionalis* Ramírez, 1975 and new hosts records for *Lepeophtheirus chilensis* Wilson, 1905 (Copepoda: Siphonostomatoida) parasitic on fishes of Chile, South America. *Bulletin of Marine Science*, 34(2): 197-206.
- CROFTON, H. 1971. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology* 62: 179-193.
- DIENSKE, H. 1968. A survey of the metazoan parasites of the rabbit-fish, *Chimaera monstrosa* L. (Holocephali). *Netherlands Journal of Sea Research*, 4(1): 32-58.
- DILLON, W.A. & W.J. HARGIS (Jr.). 1968. Monogenetic Trematodes from the Southern Pacific Ocean. Part IV. Polyopisthocotyleids from New Zealand fishes: the families Mazocraeidae, Diclidophoridae and Hexabothriidae. *Proceedings the Biological Society of Washington*, 81: 351-366.
- FAGETTI, E. & J. STUARDO. 1961. Copépodos parásitos chilenos III. *Gayana Zoología*, 3: 5-12.
- FERNÁNDEZ, J. & C. VILLALBA. 1986. Contribución al conocimiento del género *Caligus* Müller, 1785 (Copepoda: Siphonostomatoida) en Chile. *Gayana Zoología*, 50: 37-62.
- HALVORSEN, O. & H.H. WILLIAMS. 1968. Studies on the helminth Fauna of Norway. IX. *Gyrocotyle* (Platyhelminthes) in *Chimaera monstrosa* from Oslo Fjord, with emphasis on its mode of attachment and a regulation in the degree of infection. *Nytt Magazin of Zoology*, 15: 130-142.
- IFOP. 1984. Perfiles indicativos del sector pesquero nacional. Recursos tecnológicos, producción y mercado. Pejegallos (*Callorhynchus callorhynchus*). Corporación de Fomento de la Producción, CORFO e Instituto de Fomento Pesquero, IFOP. 67 págs.
- JOYEAUX, C. & G. BAER. 1951. Le genre *Gyrocotyle* Diesing, 1850 (Cestodaria). *Revue Suisse de Zoologie*, 58: 371-381.
- LYNCH, J.E. 1945. Redescription of the species of *Gyrocotyle* from the Ratfish, *Hydrolagus collicii* (Lay & Bennet), with notes on the morphology and taxonomy of the genus. *Journal of Parasitology*, 31: 418-446.
- MANTER, H.W. 1954. Some digenetic trematodes from fishes of New Zealand. *Transactions of the Royal Society of New Zealand*, 82 (2): 475-568.
- MANTER, H.W. 1955. Two new monogenetic trematodes from elephant fishes (*Callorhynchus*) from South Africa and New Zealand. En: *Essays in the natural sciences in honor of Captain Allan Hancock on the occasion of his birthday, July 26, 1955*. Los Angeles. University of California Press: 211-220.
- MARGOLIS, L.; G.W. ESCH, J.C. HOLMES; A.M. KURIS & G.A. SCHAD. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*, 68: 131-133.
- POLYANSKI, Y.I. 1958. Ecology of parasites of marine fishes. En: *Parasitology of Fishes*, 48-83 págs. Dogiel, V.A., G.K. Petrushevski and Y.I. Polyanski (Eds.). Leningrad University Press. Translated by Z. Kabata. T.F.H. Publications, Ins. Ltd., the British Crown Colony of Hong Kong. 1970.
- RINGUELET, R.A. 1985. Sinopsis de los Hirudíneos de Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 56: 163-179.
- SOKAL, S. & J. ROHLF. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones. Madrid. 832 págs.
- SURIANO, D.M. & I.S. INCORVAIA. 1982. Sistemática y biología de *Callorhynchocotyle marplatensis* gen. et sp. nov. (Monogenea: Polyopisthocotylea) parásita de las branquias de *Callorhynchus callorhynchus* (Linne, 1758) Garman, 1904 (Pisces: Holocephali) de la región costera de Mar del Plata. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, Parasitología, 2 (3): 19-32.
- SZIDAT, L. 1966. *Trigonostoma callorhynchi* g. n., sp. n. (Trematoda, Subclase Aspidogastrea) de los canales biliares de *Callorhynchus callorhynchus* (L.) del Atlántico Sur. *Neotropica* 12 (38): 67-71.
- SZIDAT, L. 1968. Estudio de la morfología y del desarrollo protándrico de *Amphityches maxima* (Mac Donagh, 1927). *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, Parasitología, 1 (5): 49-60.
- VAN DER LAND, J. & H. DIENSKE. 1968. Two new species of *Gyrocotyle* (Monogenea) from Chimaerids (Holocephali). *Zoologische Mededelingen*, 43: 97-105.

DESARROLLO EMBRIONARIO Y LARVAL DEL CHORO ZAPATO *CHOROMYTILUS CHORUS* (BIVALVIA, MYTILIDAE)

EARLY AND LARVAL DEVELOPMENT OF THE CHILEAN GIANT MUSSEL *CHOROMYTILUS CHORUS* (BIVALVIA, MYTILIDAE)

O.R. Chaparro* y M.A. Sanhueza*

RESUMEN

Reproductores de *Ch. chorus* fueron inducidos al desove mediante estímulos térmicos y químicos (KCl 0,5 M). Se realizó la fecundación para continuar con el cultivo larval hasta la fijación de los juveniles. Las larvas fueron alimentadas diariamente con cultivos monoalgales de *Isochrysis aff. galbana*, *Monochrysis lutheri* o *Pseudoisochrysis sp.* en concentraciones de 30.000 cel/ml durante la primera semana de veliconcha y 50.000 cel/ml en el resto del tiempo. La temperatura de cultivo fue de 16,5°C y la salinidad fluctuó entre 23 y 25‰.

La larva trocófora apareció a las 19 horas y la concha se hizo evidente a los 3 días. El estado de umbo se observó a los 7 días, el ojo a los 25 días y la fijación larval ocurrió a los 27-32 días cuando la larva ha alcanzado un tamaño superior a los 300 µm de longitud máxima.

Palabras claves: Moluscos, Mytilidae, hatchery, desarrollo larval.

ABSTRACT

Ch. chorus adults were induced to spawning through termic and chemical stimuli (KCl 0,5 M). Fertilization was done to continue with larvae culture until the seed fixation occurs. Larvae were fed daily with monoalgae culture of *Isochrysis aff. galbana*, *Monochrysis lutheri* or *Pseudoisochrysis sp.* in a concentration of 30.000 cel/ml during the first week of veliconcha and of 50.000 cel/ml during the rest of the time. The culture temperature was 16.5°C and salinity fluctuated between 23 and 25‰.

The trochophore larva appears after 19 hours and its shell stars to come out 3 days later. The umbo stage is observed at the 7th day, its eye at the 25th day and the larval fixation occurs at the 27th to 32 th day when the larva has reached a size superior to 300 µm of maximum length.

Key words: Bivalve, mussel, larval development.

INTRODUCCION

Choromytilus chorus (Molina, 1782), a pesar de ser una de las especies de bivalvos actualmente utilizada en acuicultura, el conocimiento del desarrollo embrionario y larval está restringido sólo a la información de larvas y postlarvas reportada por Ramorino y Campos (1983), quienes entregan las variaciones larvales y forma charnelar según talla, y a un resumen, publicado por Cortés (1978) referido a los principales estadios del desarrollo larval.

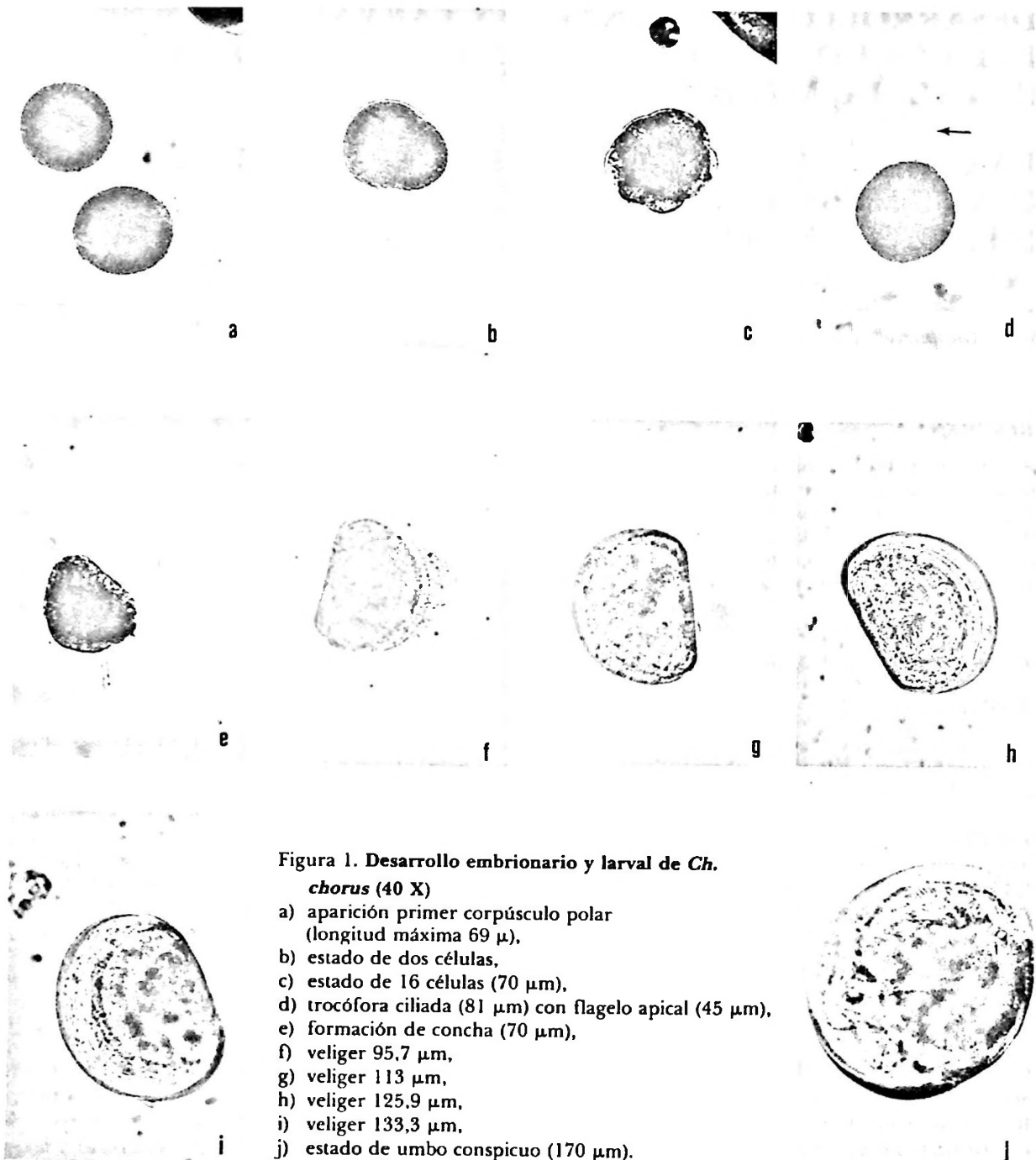
Considerando la importancia que la identificación larval posee para un óptimo ma-

nejo de los centros de cultivo, como asimismo para los hatcheries que se dediquen a la producción larval de esta especie, se entrega información del desarrollo embrionario y larval obtenida de observaciones hechas en el laboratorio, como también de los tiempos requeridos para alcanzar los diferentes estadios del desarrollo larval bajo condiciones controladas.

MATERIAL Y METODOS

Adultos de *Ch. chorus* mantenidos durante el

*Centro de Investigaciones Marinas, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile.



año 1985 en el estuario del río Quempillén (Ancud, Chiloé, 41°52'S; 73°46'W) y/o acondicionados en el hatchery del mismo lugar, fueron estimulados al desove, en acuarios de 3-5 litros. Los estímulos utilizados consistieron en cambios de temperatura con ciclos de 5°C cada media hora (desde 13° hasta 23°C) y con adición de abundante monocultivo de la microalga *Isochrysis aff. galbana*. El desove

se realizó trasladando los individuos a acuarios individuales y mantenidos allí hasta la expulsión gamética. La fecundación de los ovocitos se realizó adicionando directamente al acuario algunas gotas de solución de espermos.

Los cultivos larvales, con densidad inicial de 30 larvas/ml, se realizaron en acuarios de 5 a 20 l, utilizando agua de mar con aire

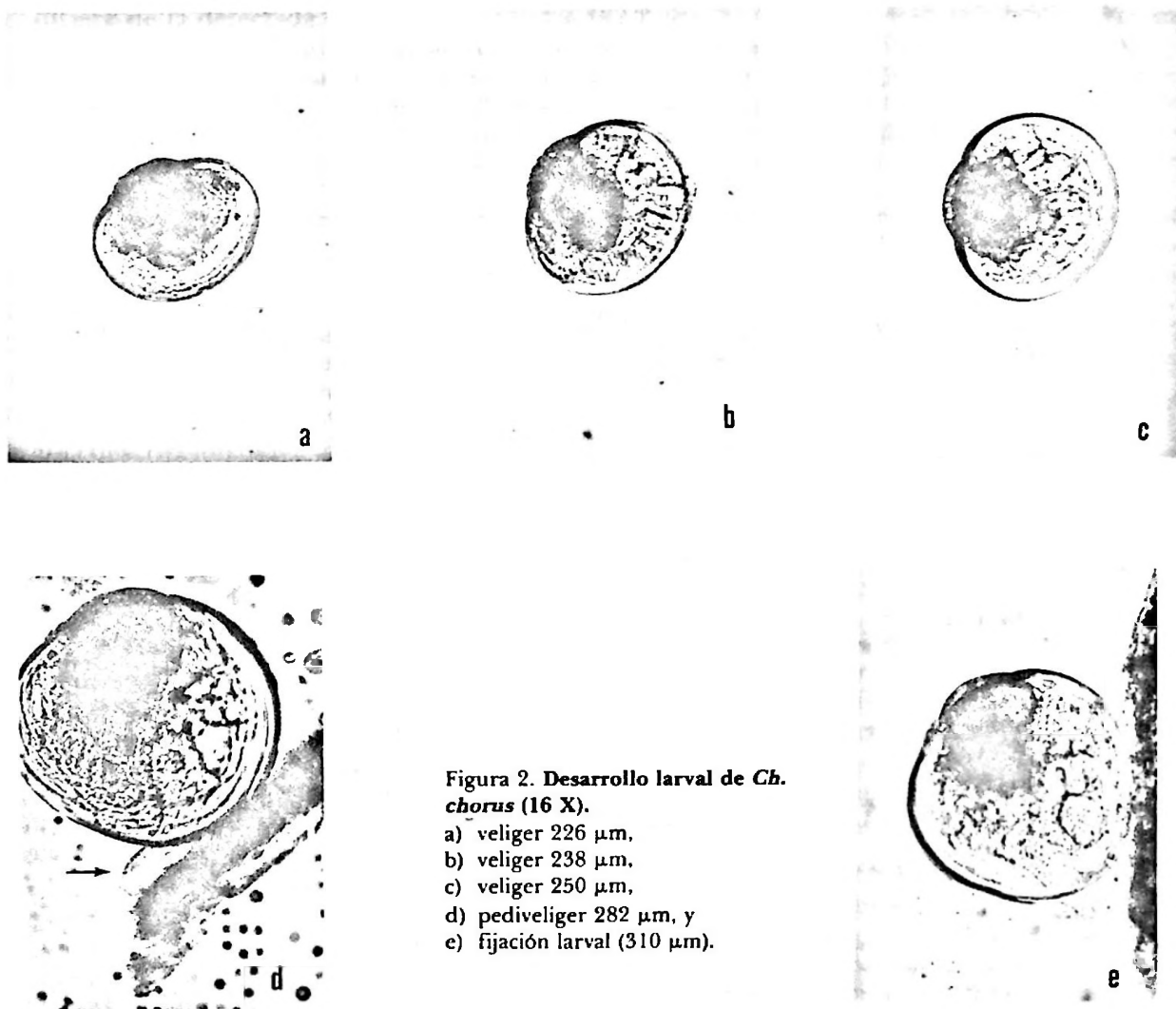


Figura 2. Desarrollo larval de *Ch. chorus* (16 X).

- a) veliger 226 μm ,
- b) veliger 238 μm ,
- c) veliger 250 μm ,
- d) pediveliger 282 μm , y
- e) fijación larval (310 μm).

burbujeado constantemente, filtrada a 1 μm y esterilizada con luz UV. La salinidad de los acuarios fluctuó entre 23 y 25‰ y la temperatura fue de $16,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Los cultivos larvales fueron alimentados alternadamente (Walne, 1979), y a partir del estado de velífera, con monocultivos de *I. aff. galbana*, *Monochrysis lutheri* o *Pseudoisochrysis sp.* con una concentración diaria de 30.000 cel/ml durante la primera semana y 50.000 cel/ml en el resto del tiempo, siguiendo indicaciones de Breese y Malouf (1975). El cambio total del agua se realizó cada tercer día y las larvas eran retenidas en mallas de diferentes aberturas de poro según tamaño larval.

Los huevos, embriones y larvas fueron periódicamente medidos y fotografiados en vivo, utilizando un microscopio invertido Zeiss (ocular 10 \times y objetivos 40 y 16 \times) con cámara fotográfica Contax. La terminología

larval utilizada es la de Loosanoff and Davis (1963), Bayne (1965) y Ramorino y Campos (1983).

RESULTADOS

El desove de los reproductores se produjo entre 1 y 12 h después de aplicados los estímulos. Los ovocitos recién expulsados fueron esféricos con un diámetro promedio de 68,8 μm (65-75 μm).

Bajo las condiciones de temperatura señaladas, los huevos se encontraban en el fondo del acuario. El primer corpúsculo polar apareció a los 60-70 min después de la fecundación y el segundo a los 110 min (Tabla 1). Doscientos minutos después de la fecundación, el huevo comienza a dividirse. La segunda y tercera división ocurren a las 4 y 4,3 h, respectivamente (Figura 1 a-c).

Después de 10-12 h, los embriones co-

TABLA 1
Resumen de las principales etapas en el desarrollo larvario de *Ch. chorus* cultivados en el laboratorio a $16,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$, $24 \pm 1\%$ de salinidad y 30.000-50.000 cel/ml/día de *I. aff. galbana*, *Pseudoisochrysis sp.* o *M. lutheri*.

ESTADIO	TIEMPO	TAMAÑO
Huevo	0 h	65-75 μm
1 ^{er} corpúsculo polar	1-1,1 h	—
2 ^o corpúsculo polar	1,8 h	—
1 ^a división celular	3,3 h	—
2 ^a división celular	4 h	—
Trocófora	19 h	80 μm
Veliger D	3 días	86 μm
Umbo	7 días	120 μm
Pie	18 días	180-200 μm
Ojo notorio	25 días	275 μm
Fijación	27-32 días	$\geq 300 \mu\text{m}$

menzaron a girar en su lugar por la aparición de ciliatura periférica. Posteriormente aumentó la rotación hasta que se separaron del fondo y comenzaron a moverse en la columna de agua. La blástula que se formó, prácticamente mantiene el tamaño original del huevo y su ciliatura no cubre la totalidad de las células periféricas del embrión.

La trocófora apareció a las 15-19 h de vida y midió aproximadamente 80 μm de longitud máxima. Los cilios cubrieron prácticamente todo el cuerpo y se apreció un largo cilio apical (Figura 1 d) que midió aproximadamente 45 μm y que participó activamente en la natación.

La concha apareció en forma clara al tercer día, presentando la típica forma de D (Figura 1 e) y las dimensiones alcanzadas fueron de 86 μm eje mayor y de 71 μm en la charnela recta. Estas larvas fueron de color amarillo-café, en tanto que su concha fue transparente e incolora. La línea charnelar comenzó a redondearse después de los 6 días, hasta alcanzar el estado de umbo a los 7-8 días, cuando la larva tuvo una longitud máxima de aproximadamente 120 μm (Figura 1 j). El crecimiento de la velífera continuó hasta el día 18-20, período en el cual apareció notoriamente el pie (Figura 2 a-c). La larva poseía entonces una longitud máxima de 180-200 μm . La mancha pigmentaria se hizo visible después de 25 días de cultivo cuando la larva alcanzó una longitud de 275 μm . Las larvas durante casi todo el período de pedivelífera tendieron a nadar, aunque

muchas de ellas se asentaron temporalmente sobre el fondo del acuario con activo accionar del pie.

El velo ya ha comenzado su reducción, siendo poco efectivo a los 300 μm de longitud larval máxima. La fijación larval comenzó cuando las larvas habían alcanzado una longitud superior a los 300 μm y con una edad entre 27 y 32 días.

DISCUSION

El diámetro de los ovocitos al momento del desove, oscilaba entre 65 y 75 μm . Este valor coincidió con el rango señalado por Cortés (1978) y Winter *et al.*, (1981) y estaría indicando el carácter planctotrófico de la larva de esta especie.

Los estados embrionarios muestran características típicas de la familia Mytilidae (Pencaszadeh, 1980; Amor, 1981). Las conchas de las larvas observadas, son similares a las descritas por Ramorino y Campos (1983). Cabe destacar que estos autores señalan que las larvas de aproximadamente 250 μm de longitud generalmente no tienen mancha ocular, y si la tienen es muy débil. En los experimentos realizados en Quempillén, larvas de 275 μm de longitud máxima presentaban el ojo en forma clara. Es por esto que el carácter ausencia de ojo notorio, sería válido en larvas menores a los 275 μm .

Cortés (1978) señala que el estado de umbo se iniciaría cuando la larva ha alcanzado 180 μm de longitud máxima. Tal longitud

difiere de la detectada en nuestros cultivos, puesto que a los 120 μm de longitud valvar máxima (7 días), se inició la formación del umbo. Además, dicho autor indica que el ojo y el pie de las velíferas aparecerían cuando las larvas tienen más de 300 μm de longitud máxima. Tales resultados no son coincidentes con los nuestros, puesto que a esa longitud ya comenzó la fijación larval. El ojo fue obvio desde los 25 días de edad con 275 μm de longitud y el pie, al estado de pedivelífera 1 de Bayne (1965), apareció cuando la larva tuvo aproximadamente 18 días de edad y 200 μm de longitud. Desgraciadamente, en el resumen de Cortés (1978), la ausencia de una descripción detallada de la metodología, no permite explicar las discrepancias aquí planteadas.

Los resultados del presente trabajo señalan que a $16,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ la duración del desarrollo hasta el inicio de la fijación larval requeriría de aproximadamente 30 días. A pesar que hay especies que en condiciones de laboratorio retrasan su desarrollo y fijación larval, la duración estimada del desarrollo larval por autores como López *et al.*, (1981) de 2-3 semanas en Coliumo y de Winter *et al.*, (1982) de 3-4 semanas en Queule, tal vez, podría resultar subestimada si se toma en cuenta las temperaturas promedios del agua durante los meses de madurez gonádica (Coliumo $12,3^\circ\text{C}$; Queule $13,3^\circ\text{C}$). Esto debido a que en cultivos realizados en el laboratorio a $13 \pm 1^\circ\text{C}$, a los 30 días aún no aparecían larvas con ojo que señalaran la proximidad de la fijación. La longitud larval máxima había alcanzado sólo 235 μm , lo que dista bastante del tamaño de fijación larval de 300 μm . Desde el punto de vista de producción larval en hatchery, la temperatura juega obviamente un rol importantísimo en la reducción de este prolongado período de vida larval.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dra. Elena Clasing las sugerencias y comentarios al manus-

crito. Al mismo tiempo, reconocen la labor del personal de la Estación Experimental y Hatchery de Quempillén, Ancud.

El apoyo económico para el desarrollo de la investigación ha sido aportado por la International Foundation for Science (IFS). Se agradece además el apoyo de la DID-Universidad Austral de Chile (S-85-36) y al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-Canadá) por el uso de los materiales e infraestructuras de la Estación experimental de Quempillén.

LITERATURA CITADA

- AMOR, A. 1981. Observaciones sobre el desarrollo embrionario y larval de *Mytilus platensis* D'Orbigny, del sector bonaerense (Mollusca, Bivalvia). *Physis* (Buenos Aires). Secc. A. 39 (97): 33-39.
- BAYNE, B.L. 1965. Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia* 2 (1): 1-47.
- BRESE, W.P. & R.E. MALOUF. 1975. Manual de cultivo para la ostra del Pacífico. Prog. Sea Grant College. Univ. Estatal Oregon. Pub. ORESU-H-75-002. Oregon. 22 pp.
- CORTÉS, P. 1978. Desarrollo larval del choro zapato. *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) Mollusca, Bivalvia, Mytilidae. Arch. Biol. Exp. Med. Exp. 12 (4): 507 (Resumen).
- LÓPEZ, M.I.; ARACENA, O.L. y E.H. BUSTOS. 1981. El cultivo de *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) en la VIII región de Chile. Informe final. Mimeogr. U. de Concepción, 45 pp.
- LOOSANOFF, V.L. and H.C. DAVIS. 1963. Rearing of bivalve mollusks *In*. F.S. Russell (Ed.), *Advances in Marine Biology*, 1: 1-136.
- PENCHASZADEH, P.E. 1980. Ecología larvaria y reclutamiento del mejillón del Atlántico Suroccidental *Mytilus platensis* D'Orbigny. *Cahiers de Biologie Marina* 21: 169-179.
- RAMORINO, L. y B. CAMPOS. 1983. Larvas y postlarvas de Mytilidae de Chile (Mollusca: Bivalvia). *Revista Biología Marina, Valparaíso*, 19 (2): 143-192.
- WALNE, P.R. 1979. Culture of Bivalve Molluscs 50 year's experience at Conwy. Fishing News Books Ltd. England. 189 pp.
- WINTER, J.; C. VARELA; G. VALENZUELA & J. TORO. 1982. Estudio de comportamiento de larvas y obtención de semillas de *Choromytilus chorus* (Choro zapato) en el semillero natural del río Queule (IX región). Informe mimeografiado. Univ. Austral de Chile. 212 pp.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Los trabajos, escritos en idioma español o inglés deberán ser enviados al Editor en cuádruplicado (original y tres copias).

El texto, incluyendo referencias bibliográficas, tablas, notas al pie de página y leyendas de figuras, deberá ser escrito a máquina a doble espacio, en hojas tamaño carta (21,5 por 28 cm.) con un margen de 2,5 cm por lado.

Numere correlativamente todas las páginas del manuscrito y coloque en la esquina superior derecha de cada hoja el apellido de los autores; en caso de múltiple autoría, se utilizará la forma *et al.* a continuación del primer autor.

Se sugiere que el manuscrito conste de las siguientes secciones:

a. Portada, b. Resumen y Abstract, c. Introducción, d. Materiales y Métodos, e. Resultados, f. Discusión, g. Agradecimientos (opcional), h) Literatura citada, i. Tablas y figuras.

Comience en hoja separada cada una de las siguientes secciones:

a) Portada, b) Resumen y Abstract, c) Texto, incluyendo Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión y Agradecimientos, d) Literatura citada, e) Notas al pie de página, f) Leyendas de figuras, g) Cada una de las Tablas.

Portada. La portada debe incluir el título del trabajo, nombre completo de los autores, institución en que se efectuó el trabajo seguido de su dirección postal, y nueva afiliación institucional si es que corresponde. Proporcione también en la portada un encabezamiento de página (título acortado) de no más de 50 caracteres, incluyendo espacios y una lista de no más de cinco palabras clave (key words) que no estén contenidas en el título del trabajo. Si el trabajo se presenta en español al título debe seguir su traducción al inglés.

Resumen y Abstract. Todo trabajo deberá contar con un Resumen en español y uno en inglés. Este último debe presentar una descripción detallada del problema, los objetivos del trabajo, los métodos usados, los resultados y las principales conclusiones de la investigación que se describe, sin necesidad de hacer referencia al resto del trabajo.

Texto. El texto debe incluir: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura citada.

En su manuscrito subraye sólo los nombres científicos (Género, subgénero, especie y subespecie).

Los nombres científicos deberán escribirse completos, incluyendo el nombre de su descriptor, al menos la primera vez que se mencionan en el texto.

Deberá evitarse el uso de abreviaturas no aceptadas internacionalmente, pero si son usadas, su significado debe ser explicado en el texto al ser usadas por primera vez.

Las unidades utilizadas deben ajustarse al International System of Units (SI)

Las referencias se indicarán en el texto por el apellido del autor, seguido del año de publicación. Si son dos los autores, se separarán por el signo &. Si son más de dos autores, se utilizará el apellido del primero seguido de *et al.* Si un mismo autor tiene varios trabajos en el mismo año se indicará cada uno con letras a, b, c, etc., después del año (e.g. Jones, 1981; Jones & Brown, 1976; Palmer *et al.*, 1977; Smith, 1982a, 1982b).

Cite solamente trabajos publicados o en prensa. En este último caso, indique en la lista de Literatura Citada el nombre del autor o autores, las palabras "en prensa" entre paréntesis, la cita del título y la revista. Incluya en el texto entre paréntesis, o en una nota al pie de página, no en Literatura Citada, cualquier mención a "manuscritos en preparación", "comunicación personal". Las comunicaciones personales se citarán en el texto, señalando el o los autores, seguido entre paréntesis por "comunicación personal" indicando, si es posible, año de la comunicación.

Literatura Citada. En la sección Literatura Citada, anote solamente los trabajos citados en el texto, ordenados por orden alfabético de apellidos. Iniciales y apellido de los autores irán en mayúscula.

La cita de artículos de revistas debe seguir el siguiente orden: apellido del autor; coma; iniciales del o los nombres; punto; año de publicación; punto; título del artículo; punto; nombre completo de la revista; coma; volumen en números árabes subrayados, número de fascículo entre paréntesis; dos puntos; primera y última página del artículo separadas por un guión; punto. (e.g. PAINE, R.T. 1969. A note on trophic complexity and community stability. *American Naturalist*, 103 (929): 91-93). Si la cita tiene más de un autor, a partir del segundo la inicial del nombre precede al apellido, y los autores irán separados por coma. Separe el último autor de esa cita del anterior por medio del signo &.

La cita de libros lleva el siguiente orden: Apellido del autor, coma, inicial del autor (seguido de la expresión ed. si se trata de editor); punto; año de publicación; punto; título; punto; número de la edición del libro (sólo a partir de la segunda edición); coma; Editorial; coma; ciudad de publicación; punto; páginas; punto.

Si se refiere a capítulo de un libro use el siguiente ejemplo: BIDDER, A.M. 1966. Feeding and digestion in Cephalopods. En: Physiology of Mollusca. 2: 97-124. K.M. Wilburn and C.M. Younge (ed.). Academic Press, New York.

Tablas y figuras. Los gráficos, mapas, dibujos de línea y fotografías que se incluyan en el texto deben denominarse "figuras", y se abreviarán como Fig. en el texto. Las figuras se enumerarán en forma correlativa con números árabes. Cada figura debe ir acompañada por un título y una leyenda explicativa. Las leyendas de todas las figuras deberán escribirse en una misma hoja bajo el título "Leyendas de figuras". Cada leyenda debe describir la figura con suficiente detalle como para que ella sea comprensible sin referencia al texto.

Las tablas se enumerarán en forma correlativa con números árabes. Cada tabla debe tener un título, seguido de una leyenda que describa la tabla con suficiente detalle como para que ella sea comprensible sin referencia al texto. El encabezamiento de cada columna debe expresar claramente su contenido y la unidad.

Las ilustraciones pueden ser dibujos originales o fotografías de muy buena calidad en papel brillante. Los dibujos originales deberán hacerse con tinta china en papel de buena calidad. El tamaño de los gráficos y de las letras y símbolos debe calcularse de manera que, una vez reducidos a un ancho de columna (7 cm) o doble columna, mantengan su legibilidad.

Cada copia del manuscrito deberá acompañarse de una copia de las Tablas y Figuras, cada una de las cuales no debe exceder 21,5 x 28 cm (hoja tamaño carta).

Se imprimirán sólo fotografías en blanco y negro. Gastos de impresión de fotografías en colores serán por cuenta de los autores, pero se aceptarán excepcionalmente.

Pruebas de imprenta y Apartados. Los autores recibirán una prueba de imprenta que deberán devolver corregida de inmediato. Estas correcciones se referirán sólo a errores de composición.

El autor recibirá gratuitamente 50 (cincuenta) apartados de su trabajo. Un número mayor debe cancelarlos anticipadamente. La cantidad adicional debe ser indicada al devolver la prueba de imprenta.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Manuscripts written either in Spanish or English should be sent to the Chief Editor in one original and three copies.

Text, including literature cited, tables, foot-page notes and figure captions, should be typewritten, double-spaced on sheets of approximately 21.5 × 28 cm with a margin of 2.5 cm.

Manuscript's pages should be numbered correlatively with the author's name in the upper-right corner; in case of several authors use the form "et al." after the first author's name.

It is suggested that submitted papers should have the following sections:

- a. Title page.
- b. Abstract and Resumen and viceversa.
- c. Introduction.
- d. Material and Methods.
- e. Results.
- f. Discussion.
- g. Acknowledgments (optional).
- h. Literature cited.
- i. Tables and Figures.

Start on a separate page each of the following sections: a) Title page; b) Abstract and Resumen; c) Text, including Introduction, Material and Methods, Results, Discussion and Acknowledgments; d) Literature cited; e) Foot-page notes; f) Figure captions; g) Each of the Tables.

Title page. Title page should include the title of the paper, name of the author(s), name of the institution(s) and postal address where the work was done; and new institutional affiliation(s) and postal address if appropriate. Give also a running head no longer than 50 caracteres including spaces, and a list of key-words that do not appear in the paper's title with a maximum of five. In papers written in English, the title should be followed by its translation into Spanish.

Abstract and Resumen. All manuscripts should include an Abstract in English and a Resumen in Spanish (Abstract can be translated into Spanish by the Editors). Abstract and Resumen should record succinctly the main findings of the paper rather than making vague references to the results and discussion. Both Abstract and Resumen should be understandable without reference to the text.

Text. The text should include: Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments and Literature cited.

In the manuscript, underline only the scientific names (Genus, subgenus, species and subspecies).

The scientific names should be written in full including the descriptor's name when given for the first time (The descriptor's paper should not be cited in the Literature section).

The use of non standard international abbreviations, should be avoided. However, if necessary, their meaning have to be explained when used for the first time.

The units in the manuscript should follow the International System of Units (Système International d'unités, SI).

References should be indicated in the text by the name of the author, followed by the year of publication. If two authors collaborated in a same paper, their names should be separated by an ampersand (&). If there are more than two authors, the name of the first author should be followed by the form "et al.". In the case of citation of several works of the same author in a given year, use a, b, c, after the year to make the distinction among the different publications (e. g. Jones, 1981; Jones & Brown, 1976; Palmer et al., 1977; Smith, 1982a, 1982b).

Cite only papers that have been published or in-press. In this last case in the Literature Cited section mention the name of the author, comma, the form "in-press" between parentheses, the citation of the title, and the name of the journal. Do not include in the Literature Cited section references to "manuscript in preparation" or "personal communication". In this case, it should be cited in the text, giving the name(s) of the author(s) followed by the form "Personal communication" between parentheses, and if possible, the year it took place.

Literature Cited. In this section cite only papers referred in the text in alphabetical order by first author's name. Use capital letters for initials and names.

Citation of papers should be made in the following order: name of the author; comma; initials; period; year of publication; period; title of the article; period; full reference of the journal's name; comma; volume number underlined in arabic numerals; issue number between parentheses; colon; number of the first and last paper's page separated by an hyphen; period. [e.g. PAINE, R.T. 1969. A note on trophic complexity and community stability. *American Naturalist*, 103(929): 91-93.]. In case of citation with more than one author, the initials should precede the name of the second and following authors. Separate authors names by commas and the last one by an ampersand (&).

Citation of books should follow this sequence: Author's name; comma; author's initial(s); period; followed by the form "ed" if it is the book editor's; period; year of publication; period; title; period; number of the edition (starting with the second edition); comma; Editorial name; comma; city of issue; period; number of pages; period.

To cite a book's chapter, use the following example: BIDDER, A.M. 1966. Feeding and digestion in Cephalopods. In: *Physiology of Mollusca*, 2: 97-124. K.M. Wilburn and C.M. Yonge (ed). Academic Press, New York.

Tables and Figures. Illustrations (either graphs, or maps, or drawings) and photographs included in the texts should be nominated "figures" and abbreviated as "Fig." in the text. Figures should be numbered correlatively with arabic numerals. Each figure should have a title and an explanatory caption. Figure captions should be typed together in the same sheet under the heading "Figure Captions". Each caption should give a detailed description of the figure, understandable without reference to the text.

Tables should be numbered correlatively with arabic numerals. Each table should have a title followed by a legend giving a detailed description of its content, understandable without reference to the text. The head of each column should clearly state its content and their units.

Illustrations should be either originals or good quality glossy prints. Original drawings should be made in Indian ink on good quality paper. The size of graphs, letters and symbols should be calculated in such a way that once the Figure is reduced to the width of one column (7 cm) or double column, it should still be readable.

Each copy of the manuscript should be sent together with one copy of the set of figures and tables, in the appropriate format (21,5 × 28 cm, letter size). Only B/W photographs will be accepted. Color photographs will be exceptionally considered and printing costs will be charged to the author.

Galley proof and Reprints. Authors will receive galley proof to be returned within 72 hours. Corrections on galley proof should be only on printer's errors.

The authors will receive 50 reprints free of charge. Additional copies could be ordered with the returning galley proof

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE



INDICE N° 15

1986

Mallo, J.C.

Desarrollo larvario del camarón, *Peisos petrunkevitchi* Burkenroad, 1945, en laboratorio (Crustacea, Decapoda, Sergestidae)..... 3-16

Guíñez, R., A. Monsalve & R. Galleguillos.

Correlaciones genético-morfológica en la ostra chilena, *Tiostrea chilensis* (Philippi, 1845) Chanley y Dinamani, 1980; del banco de Pullinque (Ancud, Chiloé) 17-25

Huaquín, L. y N. Araya.

Caracterización de los estados del desarrollo embrionario del pejerrey, *Basilichthys australis* (Eigenmann, 1927)..... 27-44

Aguilera, E., C. Oyarzún & J. Chong.

Ciclo reproductivo de la sardina española, *Sardinops sagax musica* (Girard, 1854) en el área pesquera de Talcahuano, Chile (1983-1984) 45-53

Mesías, J. y S. Salinas.

Corrientes en la Bahía de Concepción, Chile 55-62

Fernández, J., C. Villalba & A. Alviña.

Parásitos del pejegallo *Callorhynchus callorhynchus* (L.) en Chile: Aspectos biológicos y sistemáticos 63-73

NOTA

Chaparro, O. y M.A. Sanhueza.

Desarrollo embrionario y larval del choro zapato, *Choromytilus chorus* (Bivalvia, Mytilidae) ..
..... 75-79



PUBLICACIONES PERIODICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
VICERRECTORIA ACADEMICA