

Biología Pesquera

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE

Nº 19



006
)

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. Trevor Platt
Marine Ecology Laboratory
Bedford Inst. 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.

R. 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. Renato Albertini B.
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).



EDICIONES UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Biología Pesquera

INDICE N° 19

1990

Veloso, A., P. Iturra, N. Colihueque, N. Díaz y F. Estay

Polimorfismo cromosómico en dos poblaciones de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en la zona central de Chile. *Chromosomic polymorphism in two populations of the rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*..... 3-8

Ciocco, N.

Infestación de la vieyra tehuelche [*Chlamys tehuelche* (d'Orb.)] por *Polydora websteri* Hartman (Polychaeta: Spionidae) en el Golfo de San José (Chubut, Argentina): un enfoque cuantitativo. *Infestation of the scallop [Chlamys tehuelche (d'Orb.)] by Polydora websteri Hartman (Polychaeta: Spionidae) in the San José Gulf (Chubut, Argentina): A quantitative approach* 9-18

Zúñiga, O. y R. Ramos

Tasa respiratoria de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae): Explicación de la migración de juveniles. *Respiratory rates of Cryphiops caementarius (Crustacea, Palaemonidae): An explanation for the juvenile migration* 19-25

Cárdenas, T. y G. Pequeño

Dimorfismo sexual, huevos y larvas de "aguja de mar", *Leptonotus blainvillianus* (Eydoux Gervais, 1837) (Osteichthyes, Syngnathidae). *Sexual dimorphism, eggs and larvae of Leptonotus blainvillianus (Eydoux y Gervais, 1837) (Osteichthyes, Syngnathidae)* 27-38

Vizziano, D. y N. Berois

Ciclo histológico del ovario de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Scianidae). *Histological ovary cycle of Macrodon ancylodon (Bloch & Schneider 1801) (Teleostei: Scianidae)* 39-47

Jaramillo, R. y O. Garrido

Ciclo reproductivo de *Chorus giganteus* (Gastropoda: Muricidae) en la Bahía de Corral, Valdivia. *Reproductive cycle of Chorus giganteus (Gastropoda: Muricidae) at Corral Bay, Valdivia* 49-53

Chong, J. y M. Aguayo

Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Osteichthyes, Ophiidae) en el Pacífico Sur Oriental. *Age and growth parameters determination for the "red conger-eel" Genypterus blacodes (Schneider, 1801) (Osteichthyes, Ophiidae)* 55-67

NOTA:

Iturra, P., A. Veloso, N. Díaz, N. Colihueque y F. Estay

Resultados preliminares de inducción de genomas triploides en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). *Preliminary results on triploid genome induction in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)* 69-74

POLIMORFISMO CROMOSOMICO DE DOS POBLACIONES DE LA TRUCHA ARCOIRIS, *ONCORHYNCHUS MYKISS* (WALBAUM) DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

TWO POPULATIONS CHROMOSOME POLYMORPHISM OF RAINBOW TROUT, *ONCORHYNCHUS MYKISS* (WALBAUM) FROM CENTRAL CHILE

Alberto Veloso, Patricia Iturra*, Nelson Colihueque, Nelson Díaz y Francisco Estay.

RESUMEN

Determinaciones cariotípicas en adultos y embriones de *Oncorhynchus mykiss*, permitieron establecer diferencias en el polimorfismo cromosómico de una población de piscicultura y otra asilvestrada. Los números cromosómicos diploides oscilan entre $2n = 58$ a $2n = 61$ y $2n = 60$ a $2n = 63$ respectivamente, manteniéndose un $NF = 104$. La identificación de cromosomas mediante mediciones cromosómicas, bandeado C y AgAsNOR, permite establecer una correspondencia entre sexo cromosómico y sexo gonadal (sistema XX/XY), aparear cromosomas homólogos mediante el reconocimiento del patrón de distribución de la heterocromatina constitutiva y localizar los cistrones de DNAr activos en la constricción secundaria de un par metacéntrico de pequeño tamaño. En un 15% de los ejemplares se determinó polimorfismo intraindividual. Los resultados sugieren una participación de cromosomas metacéntricos grandes y cromosomas telocéntricos en reordenamientos de tipo robertsoniano para dar cuenta del polimorfismo. La extensión del polimorfismo sugiere un origen europeo para la población asilvestrada.

Palabras claves: Citogenética, cromosomas, especies introducidas.

ABSTRACT

There are differences in the chromosome polymorphism found in two populations of fish farm and introduced *Oncorhynchus mykiss*. Diploid numbers correspond to $2n = 58$ to $2n = 61$ and $2n = 60$ to $2n = 63$ respectively. Arm number (NF) in all individuals was 104. It was possible to identify chromosomes by chromosome measurements, C and AgAsNOR banding. There are correspondences between chromosomal and somatic sex (XX/XY system). The distributional pattern of constitutive heterochromatin makes easy to recognize certain homologs. Active DNAr cistrons are located in a small metacentric pair, in correspondence with a secondary constriction. Intraindividual polymorphism was found in 15% of the sampled individuals. The results suggest that the polymorphism is determined by robertsonian rearrangements between larger metacentric and telocentric chromosomes. The polymorphism range in the introduced rainbow trout suggest its European origin.

Key words: Cytogenetics, chromosome, exotic species.

INTRODUCCION

La introducción de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en Chile está documentada desde fines del siglo pasado. Las ovas embrionadas fueron importadas desde Europa y América del Norte. Esta especie ha colonizado con éxito diversos cuerpos de agua lóticos y lénticos. En su propagación en las diversas cuencas hidrográficas

en Chile Central, han tenido un papel decisivo las siembras de alevines y ovas embrionadas provenientes de pisciculturas locales (Campos, 1970).

La variación de los caracteres merísticos en estas poblaciones asilvestradas es similar con la encontrada en algunas poblaciones que se distribuyen en Alemania. A diferencia de las truchas europeas que pueden agruparse según el número de vértebras en dos grupos, este carácter en los

Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

* Departamento de Biología Celular y Genética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Casilla 70061, Santiago, Chile.

ejemplares de Chile presenta una distribución unimodal (Wetzlar, 1979), lo cual permite suponer una homogeneidad genética del material representado.

El notable incremento en Chile del cultivo de la trucha arcoiris con fines comerciales, se realiza en la actualidad sobre la base de ovas embrionadas importadas preferentemente desde Norteamérica. Si bien la composición genética de estas ovas cuenta con la información especificada por el productor extranjero, es necesario desarrollar a nivel local una capacidad técnica de certificación del material proporcionado.

El interés de establecer una línea de reproductores a nivel local utilizando ejemplares asilvestrados y de piscicultura, con características de crecimiento y desarrollo importantes para esta industria requiere conocer como etapa previa la composición genética de estas poblaciones. A partir de esta información, será posible iniciar experimentos de manipulación genética, orientados a la producción de estos salmonídeos.

En las poblaciones naturales y de piscicultura de Norteamérica y de Europa, está descrito un polimorfismo cromosómico intra e interindividual (Ohno *et al.*, 1965; Thorgaard, 1976; Hartley y Horne, 1982). Los números cromosómicos están en un rango entre $2n = 58$ y $2n = 64$, manteniendo un $NF = 104$. Las diferencias en los números cromosómicos corresponden a variación del número de cromosomas subtelo-céntricos representados. Los machos presentan cromosomas sexuales heteromórficos (XY). Ocasionalmente en algunas poblaciones e independiente del número diploide que tengan los individuos, se observan ejemplares trisómicos y otros de sexo revertido (Thorgaard, 1977, 1983).

La extensión del polimorfismo en poblaciones de truchas de la Costa Pacífica de Norteamérica, revela un patrón geográfico que indicaría las relaciones evolutivas entre estas poblaciones (Thorgaard, 1983).

En este trabajo se caracterizan y comparan cromosómicamente truchas arcoiris de una población asilvestrada del Estero Del Arrayán, tributario norte del Río Mapocho (Lat. $33^{\circ}18'S$, Long. $70^{\circ}27'W$) y de una población de la cepa Kamloops de la piscicultura Aguas Claras. La información obtenida se analiza en el contexto de la variación cromosómica reportada en poblaciones del hemisferio Norte.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar las determinaciones cromosómicas fueron seleccionados animales adultos, 12 machos y 6 hembras del Estero Del Arrayán, y 4 machos, 12 hembras y 8 embriones de la piscicultura Aguas Claras. Los cromosomas se obtuvieron a partir de ejemplares inyectados con colchicina 0.2 mg/gr. peso del animal, durante 6 a 18 hrs., manteniendo los ejemplares en acuario refrigerado a $10^{\circ}C$. Las placas metafásicas se obtuvieron por aplastado de células de epitelio de las branquias y de la porción anterior del riñón. De la gónada de los machos se obtuvieron placas cromosómicas meióticas. Los embriones fueron incubados en colchicina 0,2% a $10^{\circ}C$ durante 2 horas, y luego disectados y sometidos a hipotonía en agua destilada por 30'. Las tinciones utilizadas fueron Giemsa pH 7,2, identificación de Heterocromatina Constitutiva (bandas C), según método de Sumner (1972), e identificación de la Región Organizadora del nucléolo mediante método AgAsNOR (Quack y Noel, 1977). El número diploide fue determinado contando en ampliaciones fotográficas un mínimo de 5 placas metafásicas por animal. Para determinar el número fundamental de brazos (NF) se adoptó la convención de no considerar los cromosomas subtelo-céntricos como bibrachiados. Los cromosomas metacéntricos y submetacéntricos fueron identificados determinándose el índice centromérico (Levan *et al.*, 1964).

RESULTADOS

El cariotipo de *O. mykiss* está formado por cromosomas metacéntricos, submetacéntricos, subtelo-céntricos y telocéntricos y se reconocen los pares cromosómicos característicos de *O. mykiss* reportados por otros autores (Hartley y Horne, 1982; Thorgaard, 1976).

En ambas poblaciones se estableció un polimorfismo del número cromosómico. El rango de la variación cromosómica oscila entre $2n = 58$ y $2n = 63$, manteniéndose un $NF = 104$. La diferencia en el número cromosómico está determinada por la variación en el número de cromosomas metacéntricos y telocéntricos. El cariotipo $2n = 58$ presenta 20 pares metacéntricos, un par subtelo-céntrico y 5 pares telocéntricos. Los metacéntricos disminuyen hasta 18 pares y los telo-

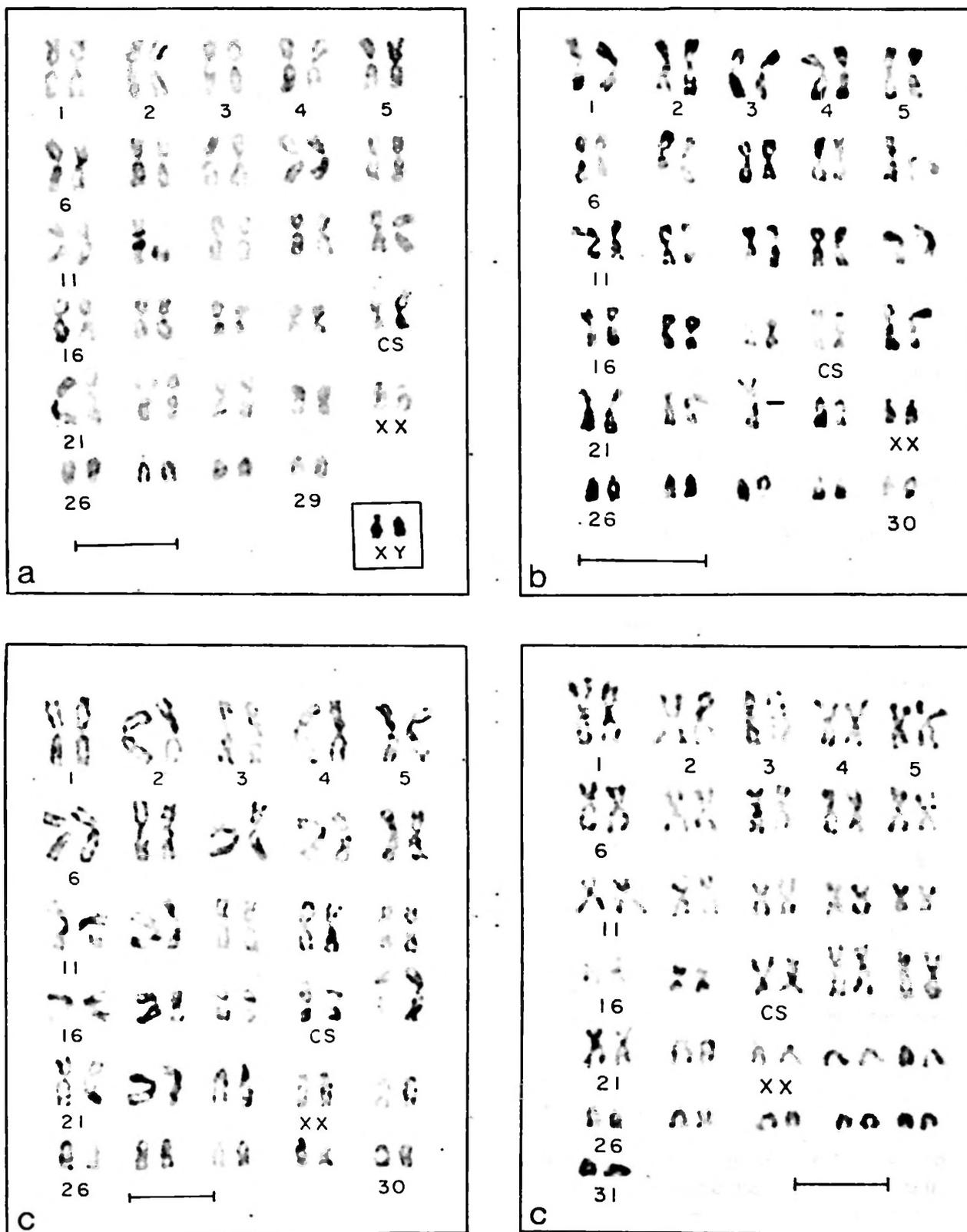


Figura 1. Cariotipos de *Oncorhynchus mykiss*. (a) Hembra $2n = 58$ Aguas Claras. En el recuadro el par sexual de un macho. b) Hembra $2n = 59$ Aguas Claras. c) Hembra $2n = 60$ Aguas Claras. d) Hembra $2n = 62$ Arrayán. CS = CONTRICCION SECUNDARIA. La barra corresponde a 10 μ m.

céntricos aumentan hasta 9 pares en cariotipos $2n = 62$. En el cariotipo de *O. mykiss* fueron identificados por lo menos 3 pares de cromosomas submetacéntricos (Fig. 1).

En todos los ejemplares analizados se identificó un par de cromosomas sexuales. Los machos son el sexo heterogamético, presentando un par de cromosomas sexuales heteromórficos, constituido por un cromosoma submetacéntrico (X) y un telocéntrico (Y), lo que corresponde a un sistema de determinación del sexo XX/XY (Fig. 1^a). La determinación de cromosomas sexuales permitió establecer una estricta correspondencia entre sexo cromosómico y el gonadal, así como también reconocer el sexo cromosómico de los embriones utilizados, identificándose 6 machos y 2 hembras. Se reconoce un par de cromosomas metacéntricos pequeños como portador de una constricción secundaria próxima al telómero, la cual no es siempre evidente en ambos homólogos (Fig. 1^a). En las preparaciones obtenidas del testículo se observan en la diaquinesis figuras bivalentes y multivalentes como resultado del apareamiento meiótico (Fig. 2).

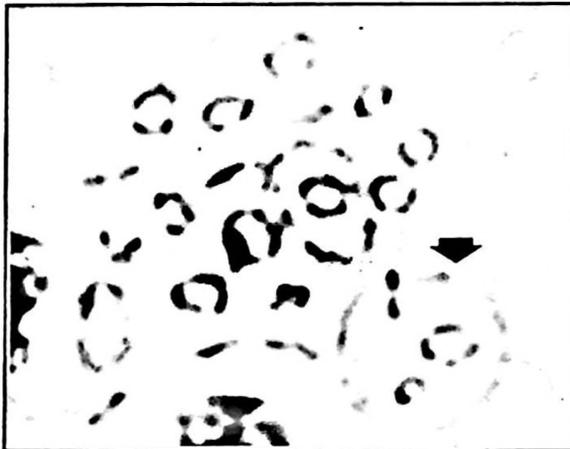


Figura 2. Diaquinesis de macho de *Oncorhynchus mykiss*. La flecha muestra un multivalente en anillo.

En la Figura 3 se muestran los números diploides representados en estas poblaciones. En la población del Estero del Arrayán el número modal es $2n = 62$ con un rango entre $2n = 60$ y $2n = 63$, en tanto que en los ejemplares de Aguas Claras es $2n = 58$, observándose un ejemplar con $2n = 61$.

El bandeo C en la mayor parte de estos cromosomas revela la heterocromatina constitutiva

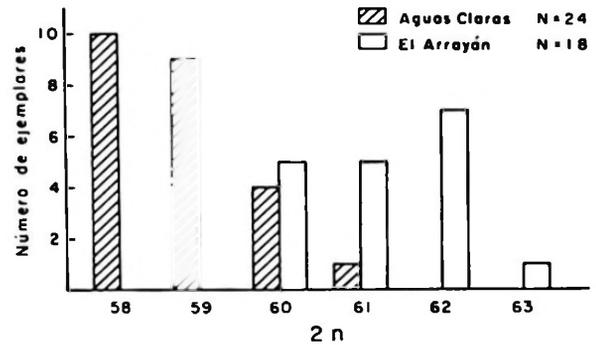


Figura 3. Histograma de números diploides ($2n$) en *Oncorhynchus mykiss* de Aguas Claras y Arrayán.

(HC) distribuida en la región pericentromérica y centromérica de los cromosomas bibraqueados. En los cromosomas telocéntricos las bandas C están localizadas en la zona centromérica o telomérica de determinados pares. El cromosoma X (st) presenta el brazo corto totalmente heterocromático, en tanto el cromosoma Y muestra escasa HC pericentromérica. El par portador de la constricción secundaria muestra un brazo completamente C^+ (Fig. 4).

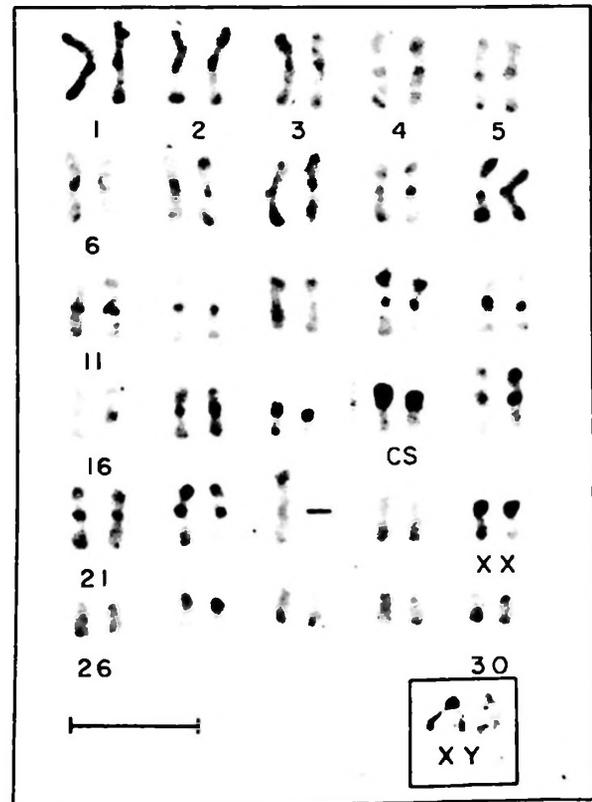


Figura 4. Cariotipo de hembra $2n = 59$ Aguas Claras con bandeo C. En el recuadro el par XY de un macho. CS = constricción secundaria. La barra corresponde a 10 μ m.

La tinción con AgAsNOR revela la correspondencia entre constricción secundaria y localización de los cistrones 18 y 28 S de DNAr activos (Fig. 5).



Figura 5. Placa metafásica de hembra de *Oncorhynchus mykiss* con AgAsNOR. Las flechas indican la localización de la Zona NOR. En el recuadro el par de cromosomas nucleololares.

DISCUSION

La morfología de los cromosomas representados en trucha arcoiris de piscicultura y asilvestrada es similar a la reportada por otros autores. El análisis de los cariotipos obtenidos muestra que todos los ejemplares analizados tienen un mismo NF 104.

En alrededor de un 15% de los ejemplares de ambos sexos se encontró variación intraindividual del número cromosómico, pero manteniendo un mismo NF 104. Esto correspondería al polimorfismo intraindividual descrito para trucha arcoiris por diversos autores. Thorgaard (1976, 1983), atribuye estas variaciones a posibles errores en el análisis de las placas metafásicas, ya que en algunas de ellas resulta difícil determinar si se trata de cromátidas que se están separando tempranamente en la metafase (Busack *et al.*, 1980), o bien si son cromosomas telocéntricos que se asocian en forma reiterada. En todo caso, esta posible variación cromosómica intraindividual no daría cuenta por sí sola del polimorfismo interindividual que se observa en el análisis comparativo.

La variación interindividual de los números cromosómicos es explicable en términos de reordenamientos robertsonianos del tipo fisión o fusión céntrica, que determinan la variación de la morfología pero con mantención del NF. La similitud en el tamaño y la morfología de los cromosomas dificulta el apareamiento de los homólogos y en algunos casos su ordenamiento en los cariotipos puede resultar arbitrario. El análisis de estos cariotipos mediante bandeado C, si bien ayuda a precisar el reconocimiento de estos homólogos, es aún insuficiente para poder establecer un cariotipo estándar en *O. mykiss*. No obstante estas limitaciones, independientemente del número diploide determinado, es posible reconocer inequívocamente 3 pares de cromosomas metacéntricos pequeños, uno de los cuales corresponde al par nucleololar. Además, es posible individualizar 3 pares de cromosomas submetacéntricos de tamaño mediano, un primer par de telocéntricos (según tamaño) y un par de subtelo-céntricos que corresponde al par sexual. El reconocimiento de estos cromosomas marcadores permite precisar que los cromosomas participantes en los reordenamientos que se traducen en variación del número cromosómico, serían los metacéntricos de mayor tamaño y los cromosomas telocéntricos, con excepción del primer par. A un mayor número diploide, corresponde un mayor número de cromosomas telocéntricos (Fig. 1). En esta variación del número cromosómico no participarían cromosomas subtelo-céntricos, como lo señala Thorgaard (1983), en poblaciones de Norteamérica. Otra diferencia con lo encontrado por este autor es la estabilidad del par sexual en todos los ejemplares, pudiéndose encontrar una correspondencia estricta entre sexo cromosómico y sexo gonadal.

La distribución de la heterocromatina constitutiva en el par sexual, permite reconocer al cromosoma Y por su menor cantidad de HC. Esta diferencia podría determinar restricciones a la recombinación durante el apareamiento meiótico, como ha sido sugerido en anfibios (Iturra y Velloso, 1989). A la variación del número cromosómico, se agregan otras fuentes de variación cariotípica. En la Fig. 1^a, el par número 27 es heteromórfico, lo cual puede ser el resultado de una inversión pericéntrica que afecta a uno de los homólogos.

Los resultados del bandeado AgAsNOR, permiten reconocer un par cromosómico portador de

los cistrones 18 y 28 S de DNA ribosomal en correspondencia a la localización de la constricción secundaria y, por lo tanto, próximos al telómero. Al combinar estos resultados con los del bandeó C, el brazo portador de la CS aparece totalmente heterocromático, los cistrones ribosomales estarían incorporados en esta zona heterocromática, lo cual otorga características muy particulares a esta región organizadora del nucléolo (Hartley y Horne, 1984). Este resultado es diferente a lo observado en especies de anfibios (Veloso, 1979; Iturra y Veloso, 1979) y también lo señalado por Thorgaard (1976) en otros ejemplares de trucha arcoiris, en los cuales la región portadora de estos cistrones estaría sólo flanqueada por HC.

El polimorfismo de número cromosómico en las poblaciones de truchas arcoiris de Chile Central es sólo parte de la variabilidad del número cromosómico determinada en diversas poblaciones del hemisferio Norte. El significado de esta variación restringida y la determinación de un número modal de $2n = 59$, es la esperada en ejemplares de Aguas Claras, dada la procedencia de la cepa Kamloops originaria de la Costa Pacífica de Norteamérica. Sin embargo, la extensión del polimorfismo en truchas del Estero Del Arrayán requiere una explicación más elaborada. Esta población asilvestrada muestra el número modal $2n = 62$, el cual está poco representado en poblaciones de distribución en USA y Canadá, pero ampliamente presente en trucha arcoiris de Europa. Con la evidencia disponible a la fecha, no es posible determinar la procedencia de los ejemplares actualmente en desarrollo en el Estero Del Arrayán, no obstante, resulta atractivo considerar la posibilidad que el número modal mejor representado está en correspondencia con un origen europeo de los ejemplares fundadores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado parcialmente por los Proyectos 2032-87 FONDECYT y 2209 DTI, Uni-

versidad de Chile. Especial agradecimiento al Sr. Cristián García, de la Piscicultura Aguas Claras y al Sr. Héctor Muñoz por las fotografías.

LITERATURA CITADA

- BUSACK, C.A.; G.H. THORGAARD; M.P. BANNON; G. A. E. GALL. 1980. An electrophoretic, karyotypic and meristic characterization of the Eagle Lake Trout, *Salmo gairdneri aquilarum*. Copeia 1980 (3): 418-424.
- CAMPOS, H. 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Not. Mens. Mus. Hist. Nat. 162: 3-8.
- HARTLEY, S. E., y M. T. HORNE. 1982. Chromosome Polymorphism in the Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Richardson). Chromosoma (Berl) 87: 461-468.
- HARTLEY, S. E. and M. T. HORNE. 1984. Chromosome relationships in the genus *Salmo*. Chromosoma 90: 229-237.
- ITURRA, P. y A. VELOSO. 1979. Localización de la zona organizadora del nucléolo (NOR) en cromosomas metafásicos de anfibios. Rev. Micr. Electr. Biol. Cel. 6: 53-60.
- LEVAN, A.; K. FREDGA, and A. SANDBERG. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas 52: 201-220.
- SUMNER, A. T. 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. Exp. Cell. Res. 75: 304-306.
- OHNO, S.; C. STENIUS; E. FAISST y M. T. ZENZES. 1965. Postzygotic chromosomal rearrangements in rainbow trout (*Salmo irideus*, Gibbons). Cytogenetics 4: 117-129.
- QUACK, B. and B. NOEL 1977. The XY chromosome pair in man and human spermatocytes visualized by silver staining. Nature (Lond) 267: 431-433.
- THORGAARD, G. 1976. Robertsonian polymorphism and constitutive heterochromatin distribution in chromosomes of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Cytogenet. Cell. Genet. 17: 174-184.
- THORGAARD, G. 1977. Heteromorphic sex chromosomes in male rainbow trout. Science 196: 900-902.
- THORGAARD, G. 1983. Chromosomal Differences among Rainbow Trout Populations. Copeia 1983 (3): 650-662.
- VELOSO, A. 1979. Cytogenetics and Cytotaxonomic evidence of Chilean amphibians. En: Aspectos de la función y organización cromosómica. 188-197. M.E. Dretz, N. Brum-Zorrilla y G. A. Folle U (ed). UNESCO, Montevideo.
- WETZLAR, H. 1979. Beiträge zur Biologie und Bewirtschaftung von Forellen (*Salmo gairdnerii* und *S. trutta*) in Chile. Tesis Doctoral. Albert Ludwigs Universität, Freiburg.

INFESTACION DE LA VIEYRA TEHUELCHÉ (*CHLAMYS TEHUELCHA* (D'ORBIGNY)) POR *POLYDORA WEBSTERI* HARTMAN (POLYCHAETA: SPIONIDAE) EN EL GOLFO SAN JOSE, (CHUBUT, ARGENTINA): UN ENFOQUE CUANTITATIVO

INFESTATION OF THE TEHUELCHÉ SCALLOP (*CHLAMYS TEHUELCHA* (D'ORBIGNY)) BY *POLYDORA WEBSTERI* HARTMAN (POLYCHAETA: SPIONIDAE) IN SAN JOSE GULF (CHUBUT, ARGENTINA): A QUANTITATIVE APPROACH.

Néstor F. Ciocco

RESUMEN

Se estudió la infestación del bivalvo, *Chlamys tehuelcha*, por el polipecto espiónido, *Polydora websteri*, y se comparó la misma con la tasa de crecimiento, la densidad y la composición de edades del pectinido en 5 bancos naturales. Los datos de intensidad de ataque fueron agrupados por valva, edad del bivalvo y banco de origen. *P. websteri* afecta indistintamente ambas valvas de *Ch. tehuelcha*. La intensidad de infestación aumenta significativamente con la edad. La intensidad de infestación varió significativamente entre bancos. Los niveles más elevados de infestación coincidieron con las menores tasas de crecimiento. Las densidades de vieyras totales y por grupos de edad fueron significativamente diferentes entre localidades. Las edades 0+ y 1+ resultaron poco afectadas, tanto en bancos con elevada densidad como en localidades con reducida proporción de vieyras de edad 0+ y 1+. En las vieyras más susceptibles de infestación (edad $\geq 2+$), las intensidades de ataque elevadas ocurrieron por lo general en los bancos con mayor densidad de bivalvos $\geq 2+$. La intensidad de la infestación de *Ch. tehuelcha* por *P. websteri* se relaciona en forma inversamente proporcional con el crecimiento de la vieyra y éste, a su vez, es afectado por diferencias interpopulacionales en la disponibilidad de alimento (por gradiente ambiental) y disminución del alimento disponible por competencia intraespecífica (denso-dependencia). Se discute la interrelación entre tasa de infestación, condición y crecimiento del bivalvo y se sugiere como más probable una relación de tipo retroalimentación entre las variables mencionadas.

Palabras claves: Polipectos perforantes, Pectinidae, crecimiento, estructura de edades, metapoblación.

ABSTRACT

Studies were done to quantify the infestation of the bivalve *Chlamys tehuelcha* by the spionid polychaete *Polydora websteri*, and to compare the infestation rate with individual growth rate, density and age composition of *Ch. tehuelcha* from 5 natural grounds. Data were pooled by valve, age of the bivalve, and ground. *P. websteri* affects indistinctly both valves of *Ch. tehuelcha*. The intensity of infestation increases significantly with the age of the bivalves. The intensity of infestation varied significantly among grounds. The highest levels of infestation coincided with the lowest rates of bivalve growth. Scallop densities, total and by age groups, varied significantly among grounds. Bivalves 1+ and younger were slightly affected in localities with high densities, as well as in grounds with little densities of scallops 0+ and 1+. Among scallops more likely to be infested (age 2+ and older), high intensity of attack generally occurred in grounds with high densities of bivalves of age 2+ and older. Intensity of the infestation of *Ch. tehuelcha* by *Polydora websteri* and scallop growth are inversely related. Growth, in his turn, is affected by interpopulational differences in the food availability due to environmental gradient and depressions of the food availability due to intraspecific competition (density-dependence). Relationships among infestation rate, condition and bivalve growth are discussed. A feed-back relation is suggested as the most probable relationship among the above mentioned variables.

Key words: Boring polychaeta, Pectinidae, growth, age structure, metapopulation.

INTRODUCCION

En los últimos años el concepto de metapoblación ha despertado creciente interés entre los ecó-

logos (Roughgarden *et al.*, 1985; Couvet *et al.*, 1985; Roughgarden & Iwasa, 1986). La vieyra tehuelche *Chlamys tehuelcha* (d'Orb.) del golfo San José (Chubut, Argentina) constituye un

ejemplo de este nivel de organización (Orensanz, 1986). Los bancos representan las poblaciones o subpoblaciones componentes y la dispersión de las larvas pelágicas asegura el flujo genético entre las mismas, conformando la metapoblación. La comprensión de la dinámica de organizaciones suprapoblacionales de este tipo requiere tipificar con cierta precisión las características bioecológicas destacables de cada segmento o población.

La abundancia en cada banco (población componente) del golfo San José está determinada por factores denso-dependientes y denso-independientes, a los que se atribuyen las diferencias interpoblacionales observadas en la tasa de mortalidad natural y en el crecimiento individual (Ciocco, 1985; Orensanz, 1986). La infestación por el poliqueto espionido, *Polydora websteri*, es uno de los factores que se ha asociado con tasas de crecimiento individual bajas de *Chlamys tehuelcha* (Orensanz, 1986).

La presencia de poliquetos espionidos en moluscos bivalvos de interés comercial se ha mencionado en numerosos casos, especialmente en ostras y mejillones (Atkins, 1931; Lunz, 1940, 1941; Loosanoff & Engle, 1943; Metcof, 1946; Galtsoff, 1964; Haigler, 1969; Blake & Evans, 1973; Kent, 1977, 1979, 1981; Meixner, 1981; Lauckner, 1983). Mori *et al.*, (1985) han descrito la infestación del 'hotategai' japonés *Patinopecten yessoensis* (Jay) por *Polydora variegata* Ima-jima & Sato, *Polydora ciliata* (Johnston) y *Polydora concharum* Verrill. Román & Pérez (1980) y Buestel *et al.* (1985) han atribuido a *Polydora sp.* retrasos en el crecimiento e incremento de la mortalidad en cultivos experimentales de *Pecten maximus* L. En la costa este de América del Norte, se han registrado *Polydora concharum* y *Polydora socialis* (Schmarda) sobre *Placopecten magellanicus* (Gmelin) (Evans, 1969; Blake, 1969a, 1969b, 1971). *Polydora websteri* Hartman ha sido registrada en pectinidos de ambas costas de América del Norte (*Aequipecten irradians* (Lamarck); *Aequipecten gibbus* (L.), *Placopecten magellanicus*, *Patinopecten caurinus* (Gould) y *Argopecten gibbus* (L.); Lauckner, 1983). La mención de *Polydora websteri* sobre *Chlamys tehuelcha* del golfo San José ha sido el primer registro de este poliqueto para el Atlántico Sudoccidental (Orensanz, 1986).

Blake & Evans (1973) describieron tres tipos principales de daños causados por *Polydora sp.* en valvas de moluscos bivalvos: 1) epibiosis; 2),

galerías en forma de U; y 3) cámaras de barro ('mud-blisters'). El primer tipo no comprende penetración en el sustrato calcáreo. Los gusanos forman tubos sobre la superficie de la valva inmersos en una delgada pátina de barro secretada por ellos mismos. En el segundo caso, la larva del poliqueto se asienta generalmente sobre la superficie externa de la valva y excava galerías en forma de U que luego son rellenadas con barro compactado. Por último, las cámaras de barro son el tipo más común y dañino. El poliqueto se ubica entre la valva y el manto y deposita acúmulos de barro. El bivalvo responde secretando una capa delgada y transparente de conquiolina a la que siguen depósitos de calcita. El gusano ocupa entonces el espacio comprendido entre la valva y las capas recién formadas y luego compacta la cavidad con sucesivas secreciones de barro dentro de las cuales excava galerías que comunican con el exterior (Hempel, 1957; Haigler, 1969). A *Polydora websteri* se han atribuido galerías en forma de U y, más comúnmente, 'mud-blisters' (Blake & Evans, 1973). Las cámaras de barro predominan en la infestación de *Chlamys tehuelcha* del golfo San José.

La mayoría de los trabajos sobre poliquetos espionidos como epibiontes de bivalvos tratan sobre la sistemática y distribución del grupo, los mecanismos de perforación y los tipos de ataque o los efectos globales de la infestación. Los intentos por cuantificar el efecto del ataque en moluscos bivalvos son escasos (Kent, 1977, 1979, 1981). El objetivo del presente trabajo es el análisis cuantitativo del impacto de *Polydora websteri* sobre la vieyra tehuelche del golfo San José. En ese contexto interesa establecer la preferencia del gusano por una u otra valva, analizar la relación entre edad y frecuencia de la infestación y, sobre todo, comparar la intensidad de infestación en los distintos bancos con la tasa de crecimiento individual, la densidad y la composición de edades de las vieyras.

AREA DE INVESTIGACION

El golfo San José (Lat. 42°20' S, Long. 64°20' W) está ubicado en el extremo septentrional del mar Epicontinental Patagónico. La península de Valdés lo separa del golfo Nuevo al sur, mientras que su estrecha boca se abre por el norte al golfo San Matías (Fig. 1).

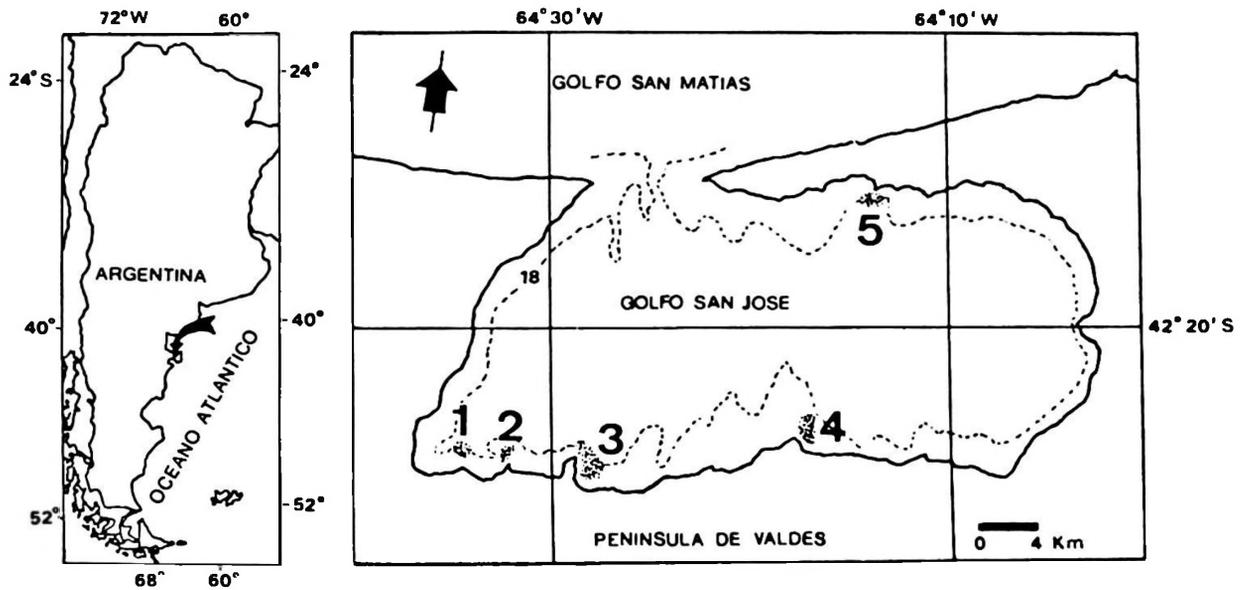


Figura 1. Ubicación del área de estudio y de las estaciones de muestreo. 1: Juan de la Piedra; 2: Gales; 3: Logaritmo; 4: Tehuelche; 5: San Román. (Profundidad en metros).

La superficie del golfo es de unos 814 km². y la profundidad media de alrededor de 30 m. La temperatura del agua oscila entre 9-10°C en invierno y 16-17°C en verano y la salinidad media es 33,9‰ (s = 0,006; Pizarro, 1976).

MATERIAL Y METODOS

Entre 35 y 52 unidades de muestreo se extrajeron mediante buceo entre agosto y noviembre de 1980 en cinco localidades del infralitoral superior del golfo San José: San Román en la costa norte y Juan de la Piedra, Gales, Logaritmo y Tehuelche en la costa sur (Fig. 1).

Cada unidad de muestreo estuvo constituida por todas las vieyras contenidas en un cuadro de 0,50 m de lado. En cada unidad de muestreo se registraron densidad total y por grupos de edad: 0+ -1+, 2+ -3+, y ≥ 4+, lo que corresponde a animales que no entraron en la talla comercial (60 mm de alto total), adultos jóvenes y adultos, respectivamente. La edad de los ejemplares se determinó a partir de la talla, de acuerdo a las ecuaciones de von Bertalanffy obtenidas con datos (anillos de crecimiento) del mismo período de muestreo (Ciocco, 1985).

Se destinaron 750 vieyras para estimar la infestación por *Polydora websteri*: 150 ejemplares por localidad y 50 animales por grupo de edad en

cada banco. En aquellos casos en que la composición de edades lo imponía (especialmente Gales, grupo 0+ -1+), se completaron los datos faltantes con individuos muestreados en los meses subsiguientes.

La presencia, ausencia e intensidad del ataque por *Polydora websteri* se registró en ambas valvas de cada individuo. Con este último fin se estableció una escala arbitraria como referencia para clasificar las cámaras de barro de acuerdo a su tamaño, de la siguiente manera:

Tamaño de la cámara de barro	Código
Mancha previa a la formación de la cámara de barro	1
Diámetro mayor de la cámara de barro ≤ 3mm	2
Diámetro mayor de la cámara de barro > 3mm y ≤ 6mm	3
Diámetro mayor de la cámara de barro > 6mm y ≤ 10mm	5
Diámetro mayor de la cámara de barro > 10mm	8

El tamaño de las cámaras de barro se midió macroscópicamente con calibre. La medición se completó con microscopio estereoscópico equipado con ocular graduado en los casos en que ello resultó necesario.

Para permitir la consideración simultánea y

acumulativa de la frecuente aparición de más de una cámara de barro por valva o individuo se procedió a otorgar a cada ejemplar un índice representativo de la intensidad total del ataque. Ese índice se obtuvo sumando los códigos que siguiendo la tabla anterior se registraron en ambas valvas de cada individuo. Las vieyras se agruparon por niveles de infestación de la siguiente manera:

Índice de ataque	Nivel nominal de infestación
0	Ausente (AU)
1 a 3	Incipiente (IN)
4 a 7	Medio (ME)
≥8	Avanzado (AV)

Utilizando una metodología similar se codificó la infestación en cada valva como sigue:

Valor por valva	Nivel de infestación
0	O (Ausente)
1 a 5	I (Moderado)
≥6	II (Avanzado)

Para las comparaciones estadísticas se utilizaron pruebas de X^2 simples o con partición de los grados de libertad. A fin de facilitar la interpretación de las tablas de contingencia con partición de los grados de libertad, los niveles de

infestación se reagruparon en dos grupos (Ausente-Incipiente y Medio-Avanzado) y las localidades se dispusieron en orden decreciente de acuerdo a la tasa de crecimiento de cada banco: [S. Román ≈ J. Piedra] > [Logaritmo ≈ Tehuelche ≈ Gales] (modelos de von Bertalanffy obtenidos mediante ajuste no lineal de lectura de anillos de crecimiento, datos correspondientes al período septiembre-noviembre de 1980; Ciocco, 1985).

Previa prueba de homogeneidad de varianzas (t de Bartlett y F máxima), las densidades totales y por grupos de edad se compararon entre bancos mediante pruebas de Games & Howell o análisis de la varianza seguidos por comparación de medias apareadas (método GT2; Sokal & Rohlf, 1981).

RESULTADOS

Distribución del ataque por valvas

La intensidad del ataque por *Polydora websteri* no fue diferente en forma significativa entre valvas, izquierda y derecha, en cuatro de los cinco bancos analizados y en el lote total de animales muestreados. En Juan de la Piedra el impacto del poliqueto fue superior en la valva izquierda ($p < 0,05$) (Tabla 1).

Tabla 1

Niveles de infestación (0, I y II) en ambas valvas y resultado de las pruebas de Ji cuadrado (X^2) aplicadas en las cinco localidades y en el conjunto total de animales.

O: ausente; I: moderado; II: avanzado; NS: No significativo; *: significativo ($p < 0,05$).

	LOCALIDAD																	
	San Román			Juan de la Piedra			Logaritmo			Tehuelche			Gales			5 bancos juntos		
Nivel de infestación	0	I	II	0	I	II	0	I	II	0	I	II	0	I	II	0	I	II
Valva izquierda	88	50	12	77	55	18	101	36	13	78	58	14	80	56	14	424	255	71
Valva derecha	84	54	12	89	55	6	105	38	7	72	61	17	70	66	14	420	274	56
X^2 y significancia	0.2469 NS			6.8670 *			1.9320 NS			0.6060 NS			0.4756 NS			2.4730 NS		

2. Parasitismo y edad

La mayoría de los ejemplares 0+ y 1+ (86% a 100% según el banco) no presentaron rastros de infestación, mientras que el resto estu-

vo ligeramente afectado. Los primeros registros de parasitismo 'medio' y 'avanzado' aparecieron en vieyras de edad 2+ y 3+. Sin embargo, la proporción de ejemplares de estas edades sin parasitar o ligeramente afectados continuó siendo

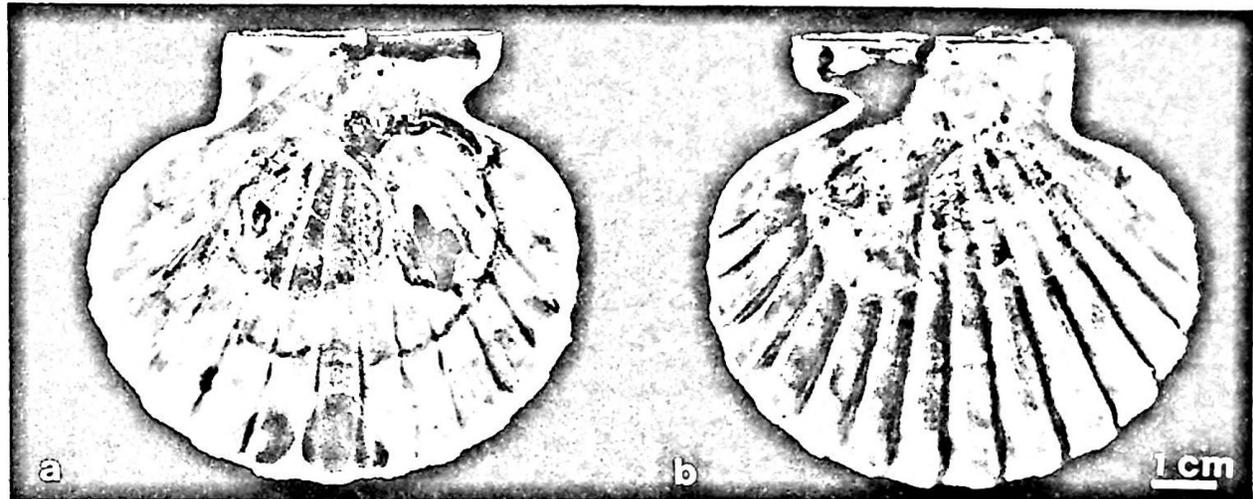


Figura 2. Vieyra de edad 4+ fuertemente infestada por *Polydora websteri*. a) valva izquierda; b) valva derecha.

importante (46% a 90% según el banco). Las vieyras de edad 4+ o mayores fueron las más seriamente afectadas por *Polydora websteri* (Fig. 2). La prueba de X^2 aplicada en cada banco indicó que en las cinco localidades los niveles más altos de intensidad de ataque estuvieron asociados

a las vieyras que superaban la talla comercial mínima, especialmente ejemplares de edad 4+ o mayores, mientras que los niveles de ataque 'ausente' o 'incipiente' fueron mucho más frecuentes en individuos menores de 2 años ($p < 0,001$; tabla 2).

Tabla 2

Niveles de infestación (AU, IN, ME y AV) por grupo de edad y resultado de las pruebas de Ji cuadrado (X^2) aplicadas en cada banco.

	LOCALIDAD																			
	San Román				Juan de la Piedra				Logaritmo				Tehuelche				Gales			
Nivel de infestación	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV	AU	IN	ME	AV
Vieyras 0+ y 1+	50	0	0	0	50	0	0	0	46	4	0	0	45	3	0	2	43	7	0	0
Vieyras 2+ y 3+	29	16	5	0	12	19	12	7	22	14	6	8	6	17	15	12	7	17	12	14
Vieyras 4+ y mayores	1	14	18	17	6	17	19	8	17	16	10	7	5	18	14	13	4	19	16	11
X^2 y significancia	117.0470 ***				93.8729 ***				41.3588 ***				89.6292 ***				85.9979 ***			

AU: ausente; IN: incipiente; ME: medio; AV: avanzado. ***: altamente significativo ($p < 0,001$)

Comparación de la intensidad de ataque en diferentes bancos por grupos de edad.

Edades 0+ y 1+. El 99,2% de las vieyras menores de dos años censadas en los diferentes bancos carecieron de infestación o estuvieron ligeramente afectadas (Tabla 3).

Edades 2+ y 3+. La intensidad del ataque fue significativamente diferente de una localidad a la otra ($p < 0,001$). San Román fue el banco menos afectado y Gales y Tehuelche los más atacados. Juan de la Piedra y Logaritmo ocuparon una posición intermedia.

Edades 4+ y mayores. La intensidad de ataque, como en el caso previo, difirió significativamente

Tabla 3

Niveles de infestación (AU-IN y ME-AV) por bancos en los 3 grupos de edad y en el conjunto total de individuos. AU-IN: ausente-incipiente; ME-AV: medio-avanzado

Localidades	EDAD																			
	0+ - 1+					2+ - 3+					4+ y mayores					Todas las edades				
	SR	JP	L	T	G	SR	JP	L	T	G	SR	JP	L	T	G	SR	JP	L	T	G
AU - IN	50	50	50	48	50	45	31	36	23	24	15	23	33	23	23	110	104	119	94	97
ME - AV	0	0	0	2	0	5	19	14	27	26	35	27	17	27	27	40	46	31	56	53

SR: San Román; JP: Juan de la Piedra; L: Logaritmo; T: Tehuelche; G: Gales.

de un banco a otro ($p < 0,001$). La tasa de infestación más alta se registró en San Román y la más baja en Logaritmo. Los bancos restantes estuvieron moderadamente afectados.

Totales. El impacto de *Polydora websteri* no fue el mismo en todos los bancos ($p < 0,01$). Las frecuencias más elevadas de vieyras no parasitadas o poco atacadas (69% a 79%) y los niveles más bajos de ejemplares mediana o intensamente afectados (21% a 31%) se hallaron en Juan de la Piedra, Logaritmo y San Román. Por el contrario, Gales y Tehuelche presentaron una mayor proporción de vieyras considerablemente atacadas (35% a 37%, respectivamente) y una menor frecuencia de animales sin ataque o ligeramente

afectados (63% a 65%). La diferencia entre los grupos mencionados (Gales-Tehuelche y J. Piedra-S. Román-Logaritmo) fue altamente significativa ($p < 0,001$).

Densidad de vieyras, por grupos de edad, en los diferentes bancos

Edades 0+ y 1+. Las densidades medias de San Román y Juan de la Piedra superaron los 10 individuos/0,25 m² y fueron superiores a las de las localidades restantes ([San Román \approx J. Piedra] > [Logaritmo \approx Tehuelche \approx Gales]; $p < 0,01$) (Tabla 4).

Tabla 4

Densidad media de vieyras (d/0,25 m²) discriminada por banco y grupo de edad. s= desviación estándar; n= número de muestras.

	LOCALIDAD														
	SAN ROMAN			J. PIEDRA			LOGARITMO			TEHUELCHÉ			GALES		
	d	s	n	d	s	n	d	s	n	d	s	n	d	s	n
Vieyras 0+ y 1+	10.84	3.99	43	10.86	7.69	52	1.53	1.68	36	1.94	2.35	35	0.36	0.54	36
Vieyras 2+ y 3+	3.81	2.00	43	2.23	1.52	52	1.33	1.47	36	4.00	2.38	35	5.58	2.31	36
Vieyras 4+ y mayores	1.07	0.99	43	1.69	1.11	52	2.28	1.67	36	2.94	1.51	35	2.28	1.39	36
Los 2 grupos anteriores en conjunto (vieyras $\geq 2+$)	4.88	2.08	43	3.92	1.87	52	3.61	2.34	36	6.94	2.78	35	7.86	2.17	36
Todas las edades	15.72	4.32	43	14.78	7.69	52	5.14	2.65	36	8.88	4.19	35	8.25	2.32	36

Edades 2+ y 3+. Gales, Tehuelche y San Román tuvieron densidades similares entre sí (3,8 a 5,6 vieyras/0,25 m² y significativamente superiores a las de Juan de la Piedra y Logaritmo

([Gales \approx Tehuelche] > [J. Piedra \approx Logaritmo] $p < 0,01$; [S. Román] > [J. Piedra \approx Logaritmo], $p < 0,05$).

Edades 4+ y mayores. Las densidades fueron bajas en las cinco localidades (1,1 a 2,9 vieyras/0,25 m²). Las vieyras $\geq 4+$ fueron más abundantes en Tehuelche con respecto a San Román ($p < 0,01$) y Juan de la Piedra ($p < 0,05$) y en Gales con referencia a San Román ($p < 0,05$). En el resto de las localidades las densidades medias no difirieron entre sí.

Vieyras $\geq 2+$, agrupadas. Gales y Tehuelche presentaron mayores densidades (≈ 7 vieyras/0,25 m²) que las localidades restantes (≈ 4 vieyras/0,25 m²; $p < 0,01$).

Totales. Las densidades medias de San Román y Juan de la Piedra no difirieron entre sí (≈ 15 vieyras/0,25 m²) y fueron superiores a las de Tehuelche y Gales ($p < 0,01$). Logaritmo, por su parte, fue el banco más raleado (5,14 vieyras/0,25 m²; [Logaritmo] < [Tehuelche], $p < 0,05$; [Logaritmo] < [S. Román, J. Piedra, Gales], $p < 0,01$).

DISCUSION

La metapoblación de vieyra tehuelche del golfo San José está afectada por una superpoblación (Margolis *et al.*, 1982) de *Polydora websteri*. A cada población de vieyras componente de la metapoblación corresponde una población del espiónido.

La infrapoblación del poliqueto que afecta a cada hospedador se distribuye indistintamente en ambas valvas de *Chlamys tehuelcha*. La información disponible acerca de la ruta de invasión que siguen los espiónidos formadores de cámaras de barro es contradictoria. Se ha mencionado que *Polydora websteri* puede ubicarse entre la valva y el manto de un bivalvo desplazándose por el interior del mismo perforando la valva desde su superficie externa (Blake & Evans, 1973). En el caso de *Chlamys tehuelcha*, Orensanz (1986) ha mencionado que los anillos de crecimiento de la vieyra tehuelche favorecen el asentamiento del gusano. Sí, en efecto, el ataque se inicia desde el exterior, la abundancia del poliqueto en las valvas puede depender de la posición de las mismas con respecto al fondo, como sucede con la epibiosis. El ataque indiscriminado de *Polydora websteri* se debería, entonces, a ausencia de tropismo en la larva del espiónido o a una orienta-

ción poco definida de la vieyra tehuelche con respecto al sustrato. Hay datos que sugieren esta última situación. En principio, *Chlamys tehuelcha* no tiene valvas marcadamente desiguales como sucede en pectínidos que, como *Pecten maximus*, poseen una valva 'superior' plana y una 'inferior' convexa (Dakin, 1909). En segundo lugar, se han observado animales fijados por el biso en posición oblicua o casi perpendicular con respecto al fondo, así como vieyras libres asentadas indistintamente sobre una u otra valva (Ciocco, observación personal). El ataque por *Polydora variegata*, *Polydora ciliata* y *Polydora concharum*, no obstante, es significativamente mayor en la valva izquierda de *Patinopecten yessoensis*, un pectínido ligeramente inequivalvo (Mori *et al.*, 1985). Los autores mencionados trabajaron con vieyras provenientes de cultivos en suspensión y la ruta de invasión de los poliquetos no se conoce con precisión. No obstante, la orientación de las valvas con respecto al fondo y la consecuente disponibilidad de las mismas como sustrato de fijación para los espiónidos no serían los únicos factores que determinan la abundancia de los gusanos en una u otra valva.

La intensidad de la infestación por *Polydora websteri* se incrementa sensiblemente con la edad del hospedador. Si bien no existen pruebas experimentales sobre los efectos de poliquetos espiónidos en pectínidos, hay evidencias sobre los daños que provocan estos gusanos en otros bivalvos. La dureza de la valva de *Mytilus edulis* L. disminuye notablemente en mejillones infestados por *Polydora ciliata* (Kent, 1981). Significativamente, el impacto del poliqueto sobre el mitilido se incrementa con la talla del bivalvo (Kent, 1977, 1981; Meixner, 1981). También el cierre de las valvas de *Mytilus edulis* es afectado seriamente por *Polydora ciliata*. Los mejillones infestados ceden más fácilmente a la apertura de las valvas que los no parasitados, probablemente debido a una disminución del tamaño relativo del músculo aductor (Kent, 1977). El mismo autor ha demostrado que las grandes cámaras de barro reducen sensiblemente el contenido de agua de la cavidad paleal y el índice de condición del manto, lo que sugiere que podrían afectar la fecundidad de los mejillones y la fisiología general del bivalvo.

Tanto la disminución de la dureza de las valvas como el debilitamiento del cierre de las mismas se han mencionado como factores que

contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de los bivalvos al ataque de depredadores. Lauckner (1983) informó que en las costas del mar del Norte los mejillones que quedan abiertos después de ser lanzados desde el aire por la gaviota *Larus argentatus* Pontoppidan tienen invariablemente más de 60 mm de largo y niveles altos de infestación por *Polydora ciliata*. Kent (1977, 1979) ha demostrado experimentalmente que el cangrejo *Cancer pagurus* L. depreda selectivamente sobre *Mytilus edulis* con valvas debilitadas por la presencia de *Polydora ciliata*. Las pruebas sobre el debilitamiento del cierre de las valvas del mismo bivalvo se realizaron con fuerzas de tracción similares a las que ejerce *Asterias rubens* L., uno de los asteroideos más importantes como depredador de *Mytilus edulis* (Kent, 1977). Un asteroideo (*Cosmasterias lurida* (Philippi)), un pulpo (*Enteroctopus megalocyathus* (Gould)) y un gasterópodo volútido (*Odontocymbiola magellanica* Gmelin) han sido mencionados como depredadores de la vieyra tehuelche en el golfo San José (Orensanz, 1986). Si en *Chlamys tehuelcha* los efectos de *Polydora websteri* fueran similares a los de *Polydora ciliata* sobre *Mytilus edulis*, al menos en los casos de la estrella de mar y del pulpo, *Polydora websteri* provocaría un incremento dependiente de la edad en la mortalidad natural debida a depredación. Algo similar ha sido sugerido por Lauckner (1983) al comentar la correlación positiva entre incremento de infestación por *Polydora ciliata* y talla de *Mytilus edulis* hallada por Kent (1977, 1981).

La intensidad del ataque por *Polydora websteri* difirió de un banco a otro del golfo San José. Gales y Tehuelche fueron los bancos más afectados, mientras que Logaríto, Juan de la Piedra y San Román registraron los menores niveles de infestación. Comparando estos resultados con los datos de crecimiento del mismo año de muestreo (Material y Métodos), se observa que los dos bancos con niveles más altos de infestación tuvieron las menores tasas de crecimiento y dos de los tres bancos menos afectados (San Román y Juan de la Piedra) registraron las tasas de crecimiento más altas del golfo.

Orensanz (1986) registró diferencias interpoblacionales en el crecimiento individual de *Ch. tehuelcha* del golfo San José (tasas máximas en el Noroeste y mínimas en el Sudeste) y atribuyó las mismas a un gradiente ambiental en la disponibilidad de alimento. La relación inversamente pro-

porcional entre infestación y crecimiento detectado en el presente trabajo sugiere que la infestación por *P. websteri* tiende a ser menor en los bancos del Norte y Oeste del golfo, y mayor en el Sudeste.

La relación entre el impacto de *Polydora websteri* y la densidad y composición de edades de los bancos de vieyra fue menos clara. Los ejemplares de edad 0+ y 1+ no fueron afectados por el poliqueto en ningún caso, independientemente de la densidad de vieyras. En las edades más susceptibles de infestación ($\geq 2+$), en cambio, hubo correspondencia entre densidad y tasa de infestación.

Las fluctuaciones de la densidad de vieyras en un período dado provocan variaciones intrapoblacionales en la tasa de crecimiento individual (denso-dependencia del crecimiento, Orensanz, 1986). En el presente trabajo las densidades elevadas de vieyras de edades más susceptibles a la infestación coincidieron con altas tasas de infestación y bajo crecimiento. Esta relación explica casos que, como el de Gales, no se adaptan a la hipótesis del gradiente en la disponibilidad de alimento.

Las tasas de infestación por *Polydora websteri* se relacionan en forma inversamente proporcional con el crecimiento de *Ch. tehuelcha* en diferentes bancos del golfo San José. El crecimiento de la vieyra, a su vez, es afectado por variaciones interpoblacionales (por gradiente ambiental) o intrapoblacionales (por denso-dependencia) en la disponibilidad de alimento. La tasa de infestación por *Polydora sp.* en moluscos bivalvos se ha relacionado con el estado de condición de los hospedadores (Kent, 1977; Orensanz, 1986). Uno de los factores que se ha mencionado como responsable de períodos de condición pobre en bivalvos suspensivos es la disminución del alimento disponible (Frechette & Bourget, 1985; Bricelj *et al.*, 1987).

Los datos recogidos, en consecuencia, sugieren una interrelación entre disponibilidad de alimento, condición y crecimiento del bivalvo y tasas de infestación. Puede suponerse a) que el aumento de la infestación y la disminución del crecimiento son fenómenos de ocurrencia simultánea no necesariamente relacionados en forma causa-efecto ni dependientes de un fenómeno común (disponibilidad de alimento y/o estado de condición) o b) que existen relaciones causa-

efecto entre todas o algunas de las variables mencionadas.

Establecer este último tipo de relación es difícil. La escasez de alimento disponible afectaría la condición del bivalvo y ésta, a su vez, el crecimiento de la vieyra. El retraso en el crecimiento del pectínido aumentaría la frecuencia e intensidad de los anillos de crecimiento que han sido mencionados como la probable vía de acceso de *P. websteri* a *Ch. tehuelcha* (Orensanz, 1986). Puede suponerse que, a la inversa, los estados de condición pobre favorecen la infestación por *P. websteri* y ésta, a su vez, provoca la disminución de la tasa de crecimiento del bivalvo o que, en cambio, la presencia de *P. websteri* es la que afecta la condición de la vieyra provocando la disminución de su ritmo de crecimiento. La alternativa más probable, en definitiva, parece ser una relación del tipo retroalimentación entre infestación por *P. websteri*, estado de condición y crecimiento del bivalvo. La disponibilidad de alimento, entre otros factores, afectaría en forma simultánea o independiente a alguna o a las tres variables mencionadas.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al Dr. José M. Orensanz (School of Fisheries, University of Washington, Seattle, U.S.A.) y a dos revisores anónimos por la lectura crítica del manuscrito y las valiosas sugerencias recibidas.

Este trabajo contó con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CONICET).

LITERATURA CITADA

- ATKINS, D. 1931. On abnormal conditions of the gills of *Mytilus edulis*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 17 (1930/31): 489-543.
- BLAKE, J.A. 1969a. Systematics and ecology of shell-boring polychaetes from New England. American Zoologist, 9: 813-820.
- BLAKE, J.A. 1969b. Reproduction and larval development of *Polydora* from northern New England (Polychaeta: Spionidae). Ophelia, 7: 1-63.
- BLAKE, J.A. 1971. Revision of the genus *Polydora* from the east coast of North America (Polychaeta: Spionidae). Smithsonian Contributions to Zoology, 75: 1-32.
- BLAKE, J.A. & J.W. EVANS. 1973. *Polydora* and related genera as borers in mollusk shells and others calcareous substrates (Polychaeta: Spionidae), Veliger, 15: 235-249.
- BRICELJ, V.M., J. EPP & R.E. MALOUF. 1987. Intraspecific variation in reproductive and somatic growth cycles of bay scallop *Argopecten irradians*. Marine Ecology-Progress Series, 36: 123-137.
- BUESTEL, D., A. GUENOLE & C. MINGANT. 1985. Pregrossissement du naison de coquille Saint-Jacques *Pecten maximus* (L.) en rade de Brest. 5th International Pectinid Workshop (La Coruña, España), 9 págs., tablas.
- CIOCCO, N.F. 1985. Biología y ecología de *Chlamys tehuelche* (d'Orbigny) en el golfo San José (Chubut, Argentina). Tesis, Univ. de La Plata, La Plata, Argentina, 406 págs.
- COUVET, D., P. GOUYON & F. KJELLBERG. 1985. De la métapopulation au voisinage: la génétique des populations en déséquilibre. Génétique Sélection et Evolution, 17 (3): 407-414.
- DAKIN, W.J. 1909. Pecten. (L.M.B.C. Memoirs). Transactions of Liverpool Biological Society, 17: 333-473.
- EVANS, J.W., 1969. Borers in the shell of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. American Zoologist, 9: 775-782.
- FRECHETTE, M. & E. BOURGET. 1985. Food-limited growth *Mytilus edulis* L. in relation to the benthic boundary layer. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42: 1166-1170.
- GALTSOFF, P.S., 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. Fishery Bulletin, 64: 1-480.
- HAIGLER, S.A., 1969. Boring mechanism of *Polydora websteri* inhabiting *Crassostrea virginica*. American Zoologist, 9: 821-828.
- HEMPEL, C. 1957. Über den Rohrbau und die Nahrungsaufnahme einiger Spioniden (Polychaeta Sedentaria) der deutschen Küsten. Helgolander wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 6: 100-135.
- KENT, R.M.L. 1977. The infestation of molluscs by *Polydora* spp. Thesis, School of Environmental Sciences, Plymouth Polytechnic, Plymouth, England, 153 págs.
- KENT, R.M.L., 1979. The influence of heavy infestation of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 59: 289-297.
- KENT, R.M.L., 1981. The effect of *Polydora ciliata* on the shell strength of *Mytilus edulis*. Journal du Conseil International pour l'Exploitation de La Mer, 39: 252-255.
- LAUCKNER, G., 1983. Diseases of Mollusca: Bilvalvia. En: Diseases of Marine Animals, 2: 477-961. O.Kinne (ed.). Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg.
- LOOSANOFF, V.L. & J.B., ENGLE. 1943. *Polydora* in oyster suspended in the water. Biological Bulletin, 85: 69-78.
- LUNZ, G.R., 1940. The annelid worm *Polydora*, as an oyster pest. Science, N. Y., 92: 304-310.
- LUNZ, G.R., 1941. *Polydora*, a pest in South Carolina oysters. Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society, 57: 273-283.
- MARGOLIS, L., G.W. ESCH, J.C. HOLMES, A.M. KURIS & G.A. SCHAD. 1982. The use of the ecological terms in parasitology. Journal of Parasitology, 68 (1): 131-133.
- MEIXNER, R. 1981. The infestation rate of *Mytilus edulis* on a wild mussel bed in the flensburg fjord (W. Baltic) with *Polydora ciliata*. International Council for the Exploration of the Sea, CM 1981/K:6, 6 págs.

- METCOF, J.C. 1946. The mud-blister worm, *Polydora*, in Canadian oysters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 6: 498-505.
- MORI, K., W. SATO, T. NOMURA, & M. IMAJIMA. 1985. Infestation of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* by the boring polychaetes, *Polydora*, on the Okhotsk Sea coast of Hokkaido, specially in Abashiri waters, Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 51: 371-380.
- ORENSANZ, J. M., 1986. Size, environment and density: the regulation of a scallop stock and its management implications. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 92: 195-227.
- PIZARRO, M. J., 1976. Análisis de los resultados de la primera campaña de cultivo de *Argopecten purpuratus* en el Mar Patagónico, Informe Científico N° 3 (Pto. Madryn, Argentina, 14 págs., tablas.
- ROMÁN G. & A. PÉREZ. 1980. First experiment in scallop culture on rafts. 3rd International Pectinid Workshop (Isle of Man, U.K.), 4 págs.
- ROUGHGARDEN, J., Y. IWASA & C. BAXTER. 1985. Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. Ecology, 66: 54-67.
- ROUGHGARDEN, J. & Y. IWASA. 1986. Dynamics of a metapopulation with space-limited subpopulations. Theoretical Population Biology, 29: 235-261.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1981. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2. W. Wh. Freeman & Co. San Francisco. 859. págs.

TASA RESPIRATORIA DE *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS* (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE): EXPLICACION DE LA MIGRACION JUVENIL.

RESPIRATORY RATE OF *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS* (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE): REASONS FOR JUVENILES MIGRATION

Oscar Zúñiga y Roberto Ramos

RESUMEN

Se midió consumo de oxígeno estándar en juveniles del camarón de río *Cryphiops caementarius* a combinaciones de temperatura (10, 20 y 30 °C) y salinidades (0, 10, 20 y 35‰) usando respirómetros semiestáticos individuales. La tasa metabólica ($\dot{V}O_2$) fue significativamente ($P < 0,05$) afectada por la temperatura, salinidad y la interacción de ambas variables. La sensibilidad térmica (Q_{10}) mostró en los organismos un patrón definido para aguas salobres inferiores a 20‰. La respuesta metabólica a cambios agudos de temperatura determinaría la migración ascendente de la especie en el río. Palabras claves: Camarón, salinidad, temperatura, migración.

Palabras claves: Camarón, salinidad, temperatura, migración.

ABSTRACT

Oxygen consumption (standard metabolism) was monitored in juveniles of the freshwater prawn, *Cryphiops caementarius*, at different combinations of temperature (10, 20, 30 °C) and salinity (0, 10, 20, 35‰) using individual semistatic respirometers. The metabolic rate ($\dot{V}O_2$) was affected significantly for the temperature, salinity and its interaction. The thermic sensibility (Q_{10}) showed a clear pattern for the brackish water below salinities of 20‰. The metabolic responses to acute changes of temperature could be determining the up stream migration of the species in the natural habitats.

Key words: River freshwater prawn, salinity, temperature, migration.

INTRODUCCION

El camarón de río *Cryphiops caementarius* es un típico palaemónido de importancia comercial que se encuentra en los ríos del Pacífico Sureste, distribuyéndose entre los 10° y 30° Lat. S. Sus hábitos son eminentemente migratorios, de manera que su biotopo es particularmente amplio y variable (Tello, 1972; Elías, 1974; Alfaro *et al.*, 1980).

Según Viacava *et al.* (1978) y Rivera *et al.* (1983) las hembras sexualmente maduras buscan aguas salobres entre 10 y 15‰ de salinidad en las desembocaduras de los ríos para reproducirse, indicando la existencia de una relación directa entre la sobrevivencia larval y el incremento gradual de la salinidad.

Los estadios larvales se desarrollan princi-

palmente en zonas estuarinas o desembocaduras de ríos, llegando incluso las larvas al mar en forma ocasional. Una vez que alcanzan el estado postlarval, aproximadamente a los 16 mm, adquieren suficiente movilidad para remontar los ríos, eligiendo lugares con espesa vegetación y sustrato fangoso-arenoso (Viacava *et al.*, 1978; Rivera *et al.*, 1983). Existen evidencias que permiten asociar estas migraciones a cambios ambientales de temperatura del agua, caudal del río, fotoperiodo, turbidez y salinidad (Viacava *et al.*, 1978), siendo en todo caso múltiples los factores exógenos que interactúan.

Las alteraciones termales y salinas ejercen una presión de selección sobre los organismos acuáticos determinando de algún modo su distribución (Nelson *et al.*, 1977). Independientemente, los cambios salinos ejercen profundos efectos

sobre la regulación osmótica e iónica, intercambio gaseoso y balance ácido-base en los crustáceos. A su vez, la temperatura puede afectar directamente las tasas de mortalidad, crecimiento, reproducción y metabólicas (Norambuena, 1977).

Debido a que las demandas metabólicas de mantención y actividad alimenticia deben ser satisfechas antes que el crecimiento, es necesario cuantificar sus requerimientos bajo diferentes condiciones ambientales para su uso ventajoso en sistemas de cultivo controlado.

Considerando que *C. caementarius* es una especie factible de cultivar y de lo cual se han hecho algunas investigaciones (Kukulis & San Juan, 1979; Alvarez, 1984; Godoy *et al.*, 1984; Carevic *et al.*, 1985), se hace necesario aportar antecedentes sobre su respuesta respiratoria a los cambios de temperatura y salinidad, esperando con el presente estudio entregar una explicación ecofisiológica a su comportamiento migratorio y complementar la limitada información disponible sobre la especie.

MATERIALES Y METODOS

Los ejemplares juveniles de *C. caementarius* utilizados en los experimentos se capturaron en la desembocadura del río Loa (21° 26' Lat. S; 70° 5' Long. O), localidad distante a 280 Km. al norte de la ciudad de Antofagasta-Chile. Se seleccionaron 500 ejemplares entre 0,2 y 3,0 g peso húmedo para las diferentes mediciones, las cuales se mantuvieron en acuarios de acrílico de 100 l de capacidad, provistos de un filtro biológico con doble fondo (Spotte, 1979) a una salinidad de 10‰ y temperatura ambiental de 20 ± 2 °C. De este grupo se tomaron muestras al azar para aclimatarlos a todas las combinaciones (total 12) de 10, 20 y 30 °C de temperatura y de 0, 10, 20 y 35‰ de salinidad, midiéndose posteriormente las tasas respiratorias (VO₂). Las temperaturas de 10, 20 y 30 °C se lograron con el incremento o disminución de 3 °C diariamente mediante una unidad refrigerante de precisión ± 1 °C o un baño térmico (± 0,5 °C).

Para obtener las salinidades experimentales se utilizó agua de mar con salinidad normal de 35‰ diluyéndola en proporciones exactas con agua potable de clorinada, controlando los valores con un salinómetro YSI Modelo 33,

diariamente se modificó la salinidad en 4‰. Tanto los valores extremos de salinidad y temperatura usada fueron aquellos reportados como rango del hábitat de la especie (Alfaro *et al.*, 1980).

Los animales se mantuvieron a lo menos durante 48 horas a las condiciones experimentales antes de realizar las mediciones de consumo de oxígeno.

Los individuos juveniles de *C. caementarius* durante el período de aclimatación se alimentaron con un pellet elaborado a base de harinas de pescado, crustáceos, algas, vitaminas, minerales y agar-agar, con un porcentaje de 40% de proteínas peso seco. Sin embargo, los especímenes se dejaron en ayuno 24 horas antes de las determinaciones de tasa respiratoria.

En cada combinación de temperatura y salinidad se evaluó el consumo de oxígeno en respirómetros semi-estáticos, distribuidos en un set de 17 matraces Erlenmeyer de 250 ml, incluyéndose 2 controles, según metodología descrita por Venkatarnamiah *et al.*, (1974) y adaptada por Zúñiga *et al.* (1982, 1983). Los matraces se llenaron con agua filtrada con membrana de celulosa Sartorius de 0,45 µ a la temperatura y salinidad apropiada; la cual previamente se saturó de oxígeno. Se colocó un individuo en cada recipiente. Con el objeto de evitar el stress de los camarones dentro de los respirómetros, se dejó fluir el agua durante 15 minutos, tiempo suficiente para que los ejemplares se aquietaran. Posteriormente se sellaron herméticamente y colocaron en baños con agua a la temperatura experimental. Luego de 5 horas de incubación, tiempo suficiente que asegura un consumo de oxígeno inferior al 10% de la concentración inicial, se extrajeron de cada matraz 125 ml de agua para cuantificar la concentración de oxígeno disuelto, utilizando el método de Winkler (Strickland & Parson, 1972). Finalizadas las evaluaciones de oxígeno, los animales se removieron de cada respirómetro y se pesaron en una balanza Sartorius digital (precisión ± 0,01 g), teniendo la precaución de extraer el exceso de agua adherida al cuerpo y pleópodos con papel absorbente, luego los camarones se sacrificaron y colocaron en una estufa a 70 °C durante 24 horas, para obtener peso seco.

La relación entre el consumo de oxígeno (ml O₂/h) y el peso seco (g) de los juveniles de *C. caementarius*, para cada tratamiento se estableció mediante ecuaciones logarítmicas de mínimos cuadrados.

Mediante análisis de covarianza (Scheffler, 1981) se compararon las pendientes de las distintas regresiones para determinar si la respiración fue significativamente afectada por la salinidad, temperatura o interacción de ambas.

Por medio de una ecuación múltiple se relacionó el consumo de oxígeno ($\dot{V}O_2$) con las variables salinidad, temperatura y peso seco de los individuos. Los análisis estadísticos se realizaron en un computador Data General Eclipse M/6.000.

RESULTADOS

El consumo de oxígeno (metabolismo estándar) en *C. caementarius* se midió en aguas saturadas de aire, a 12 diferentes combinaciones de salinidad y temperatura, utilizándose un total de 352 individuos, entre un rango de 50 y 350 mg peso seco.

Los datos de respiración se ajustaron mediante la ecuación $\dot{V}O_2 = a W^b$ donde $\dot{V}O_2$ es el consumo de oxígeno en ml O_2 /hr.; W peso seco en g; a el intersepto y b, exponente del peso (pendiente de la regresión). Los datos de las líneas de regresión se listan en la Tabla 1.

Al expresar la tasa metabólica ($\dot{V}O_2$) por unidad de peso los coeficientes de correlación fluctuaron entre -0,108 y -0,694. En las 12 combinaciones experimentales de salinidad y temperatura, 5 no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$), mientras que en las 7 restantes hubo una significativa relación con el peso (Tabla 1).

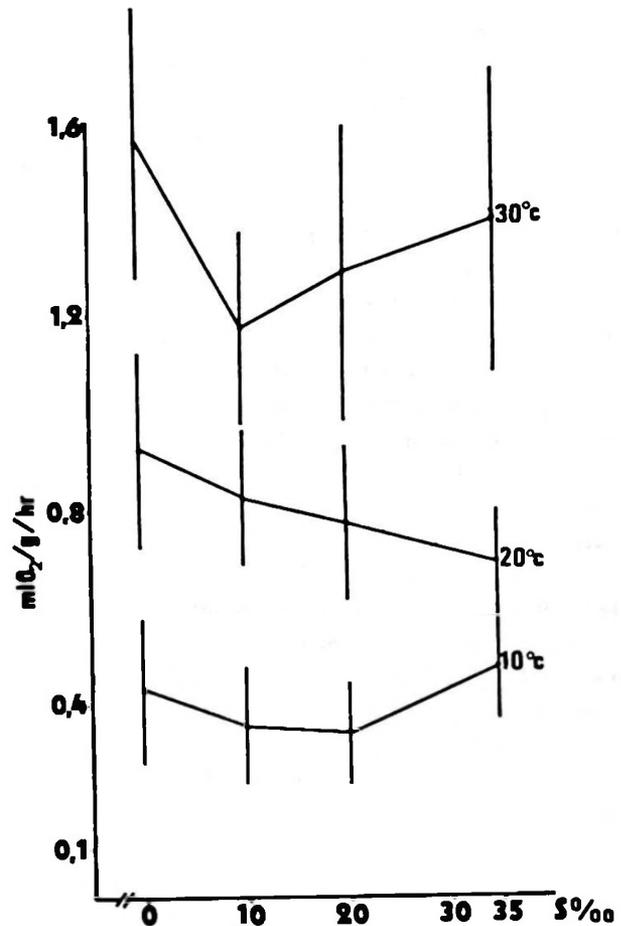


Figura 1. Promedios (ml O_2 /g/hr) y desviación estándar de la tasa respiratoria de *Cryphiops caementarius*, en respuesta a combinaciones de temperatura y salinidad.

Tabla 1

Regresiones estadísticas para la relación entre la tasa respiratoria ($\dot{V}O_2$) y el peso seco de juveniles de *Cryphiops caementarius* (siendo: a y b = Coeficiente de Regresión; r = Correlación; N = Número de individuos experimentales).

T° (°C)	SALINIDAD (‰)	N	a	VO ₂ (ml O ₂ /g/hr) b	r	(ml O ₂ /g/hr) $\bar{X} \pm DE$
10	0	17	0,3538	- 0,1219	- 0,108	0,437 \pm 0,150
10	10	27	0,2891	- 0,1008	- 0,222	0,356 \pm 0,125
10	20	21	0,2001	- 0,2642	- 0,331	0,335 \pm 0,107
10	35	19	0,5430	0,0683	- 0,115	0,477 \pm 0,105
20	0	53	0,6857	- 0,1351	- 0,300*	0,928 \pm 0,210
20	10	26	0,4955	- 0,2668	- 0,679*	0,834 \pm 0,142
20	20	33	0,4524	- 0,2398	- 0,528*	0,778 \pm 0,163
20	35	29	0,3713	- 0,2534	- 0,431*	0,689 \pm 0,110
30	0	35	1,0140	- 0,1702	- 0,293	1,558 \pm 0,282
30	10	34	0,4387	- 0,4493	- 0,694*	1,180 \pm 0,202
30	20	31	0,8157	- 0,2069	- 0,411*	1,294 \pm 0,304
30	35	27	0,5664	- 0,3712	- 0,644*	1,398 \pm 0,315

* = Significativos (P < 0,05)

Las pendientes fluctuaron entre 0,0683 y -0,4493, estos bajos valores demostrarían que el efecto del peso es poco significativo en la tasa respiratoria, cuando se expresa por unidad de peso, debido al limitado rango de pesos utilizados.

Los promedios de la tasa respiratoria de *C. caementarius* fluctuaron entre 1,558 ml O₂/g/hr a 30 °C - 10‰ y 0,335 ml O₂/g/hr a 10 °C - 20‰, respectivamente (Fig. 1 y Tabla 1).

Tanto a 10 °C como a 30 °C se observa un incremento de la respiración a salinidades extremas de 0 a 35‰ (Fig. 1), en cambio a la temperatura de 20 °C ocurre un leve decrecimiento de $\dot{V}O_2$ a medida que aumenta la salinidad. Durante el periodo de aclimatación y experimental, los camarones mostraron una brusca disminución de la actividad locomotriz (aletargamiento) a temperaturas de 10 y 30 °C.

Para analizar estadísticamente los efectos de la salinidad y temperatura sobre las tasas metabólicas de los individuos, se aplicó un análisis de covarianza cuyos resultados se dan en la Tabla 2. Los valores de F para las salinidades (F = 13,86), temperatura (F = 288,93) e interacción (F = 2,21) reflejan un efecto significativo para cada componente (P < 0,05).

Tabla 2

Análisis de varianza que demuestra los efectos de la salinidad y temperatura sobre la tasa respiratoria (ml O₂/g/hr) en juveniles de *Cryphiops caementarius*.

FUENTE	GL	SC	MC	FS
Salinidad	3	0.8689	0.2896	13.86*
Temperatura	2	12.0716	6.0358	288.93*
Interacción	6	0.2765	0.0461	2.21*
Intragrupal	340	7.1026	0.0209	

* = Significativos (P < 0.05)

Las respuestas metabólicas a los cambios de temperatura fueron expresados como Q₁₀, según la ecuación $Q_{10} = K_1/K_2^{10/T_1 \cdot T_2}$ donde, K₁ es la tasa respiratoria a la temperatura T₁ y K₂ a la temperatura T₂. Los Q₁₀ se determinaron para todas las salinidades y los rangos de temperatura 10-20 °C y 20-30 °C (Fig. 2). Siendo mayores en el rango de temperatura 10-20 °C (diferencias significativas (P < 0.05), a excepción de la salinidad 35‰, donde Q₁₀ es más alto para el rango 20-30 °C. La Fig. 2 indica en todo caso un comportamiento similar de sensibilidad termal para aguas

salobres inferiores a 20‰, a la salinidad de 35‰ los individuos sufrieron stress.

El efecto simultáneo del peso, temperatura y salinidad sobre el consumo del oxígeno ($\dot{V}O_2$) se relacionaron a través de una regresión múltiple, en la cual las variables se ingresaron en el orden dado en la ecuación:

$$\dot{V}O_2 \text{ (ml O}_2\text{/hr)} = 0,03903 + 0,00531 T - 0,00047 S + 0,33521 P$$

donde P, es el peso seco de los individuos (g); T es la temperatura (°C) y S, es la salinidad (S‰). El error estándar de los estimados usados en la ecuación fue 0,0124 y el coeficiente de correlación múltiple (r) de 0,974.

DISCUSION

Al parecer *C. caementarius* posee un rango termal ajustado a las temperaturas extremas de 8-28 °C característico de las zonas templadas en las cuales habita, con adaptaciones fisiológicas que le permiten sobrevivir al ocurrir fluctuaciones acentuadas de este factor. Cuando las demandas energéticas que sostienen estos mecanismos adaptativos exceden las reservas individuales, los organismos sufren stress, situación que se observó a las temperaturas de 10 y 30 °C, en mayor medida a esta última temperatura, inusual en situaciones naturales. El incremento de la actividad metabólica puede interpretarse como un intento de escapar de los efectos combinados de la alta temperatura y salinidad, lo que puede relacionarse con migraciones que tienen algunos decápodos en algunas épocas del año (Taylor, 1981).

Los Q₁₀ calculados en *C. caementarius* muestran un patrón definido de sensibilidad térmica para el rango de temperatura 10-20 °C desde agua dulce hasta salobre de 20‰ de salinidad, invirtiéndose en el rango de temperatura 20-30 °C y salinidad de 35‰, lo que probablemente indicaría que los organismos sufren un mayor stress osmótico a tal salinidad. La menor sensibilidad térmica (Q₁₀ < 2) en grupos aclimatados, para variaciones de temperatura ambiental, son poco frecuentes y serían compensados por el comportamiento de termorregulación, presentando una mayor independencia metabólica a los cambios térmicos ambientales, dentro de los límites de su hábitat.

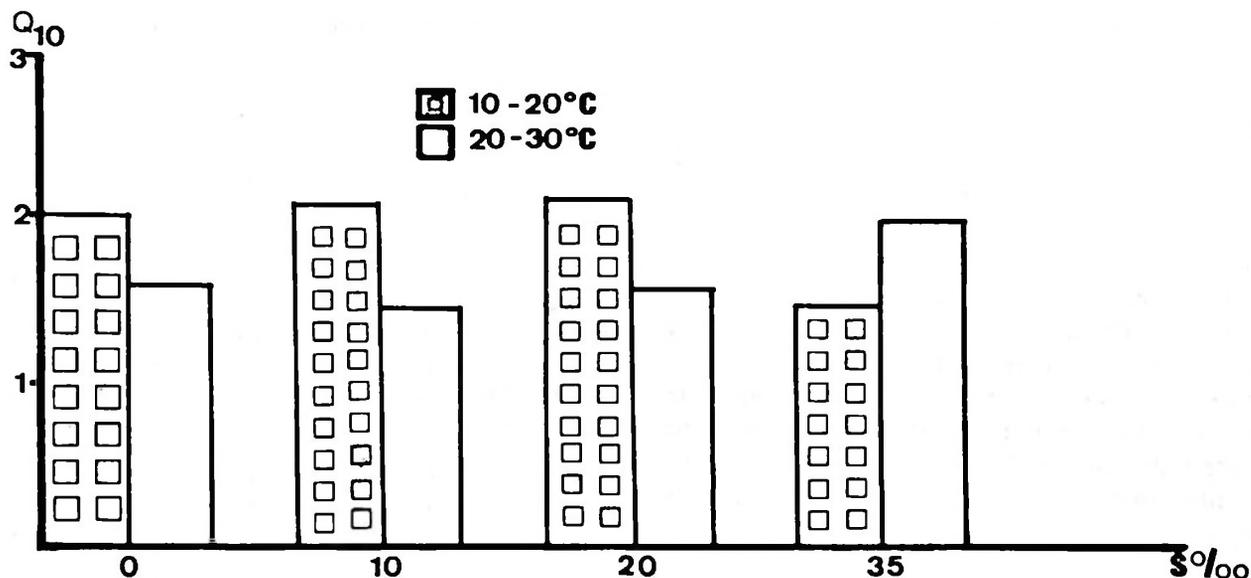


Figura 2. Valores de Q_{10} de *Cryphiops caementarius* para los rangos de temperatura y cuatro salinidades.

La mayor sensibilidad térmica (Q_{10}) en el rango 20-30 °C a 35‰ de salinidad, reafirmaría la proposición de que los individuos postlarvales remontarían el río debido a un stress originado por el aumento de la temperatura ambiental y elevación de la salinidad, como consecuencia de la evaporación y menor influencia de las mareas en los estuarios, sumado al menor flujo de agua, en estaciones cálidas.

Los datos de este estudio podrían explicar el movimiento dentro y fuera de las áreas estuarinas como resultado de un stress metabólico resultante de la interacción salinidad y temperatura. Similar comportamiento respiratorio ha sido comprobado en juveniles y postlarvas del palaemónido *Macrobrachium rosenbergii* (Nelson *et al.*, 1977; Stephenson & Knight, 1981) al igual que en otras especies de *Macrobrachium* (Moreira *et al.*, 1983).

Según varios autores, la temperatura cumpliría un rol importante en la distribución de la especie a lo largo de los ríos (Bahamonde & Vila, 1971; Norambuena, 1977; Alfaro *et al.*, 1980), no obstante, no explican las alteraciones fisiológicas que desencadenan la migración ascendente en el río de las postlarvas cuando alcanzan determinada talla.

Los resultados de este estudio indicaron que la tasa respiratoria de *C. caementarius* se ve afectada en forma significativa por la temperatura, incrementando directamente, con el ascenso de

ésta y en menor grado por la salinidad, ocurriendo una pronunciada interacción de ambas variables a temperaturas extremas de 10 y 30 °C. A la temperatura de 20 °C correspondiente al promedio de su hábitat, las tasas respiratorias muestran una leve disminución a salinidades altas (35‰), lo cual podría atribuirse a una perturbación de los mecanismos de osmorregulación. La salinidad de 35‰ no se presenta normalmente en los hábitat de la especie, ya que en su mayoría los ambientes estuarinos o desembocaduras de los ríos del norte de Chile, no presentan una influencia marina marcada, detectándose por ejemplo una salinidad máxima de 9,8‰ en el río Loa (Alfaro *et al.*, 1980), lugar de procedencia de los individuos experimentales. Sin embargo, debido al marcado comportamiento migratorio de *C. caementarius* las larvas pueden ingresar al mar en donde tienen escasas posibilidades de sobrevivir (Rivera *et al.*, en prensa).

La transferencia de crustáceos eurihalinos a medios hiper o hiposmóticos es precedido frecuentemente por cambios pronunciados en el metabolismo a consecuencia de ajustes energéticos por actividad osmótica, situación que luego se estabiliza.

Kutty *et al.*, (1971), Rao (1958) y Shumway & Jones (1981) han determinado que la transferencia directa a salinidades extremas provoca un incremento en el metabolismo cuando la diferencia osmótica entre la sangre y el medio externo es

también máximo, dependiendo de la salinidad del medio en la cual están naturalmente adaptados.

La representación gráfica (Fig. 1) del promedio respiratorio a cada combinación de salinidad y temperatura, permiten caracterizar a *C. caementarius* como eurihalino de acuerdo al patrón establecido por Kinne (1971). En todo caso, considerando el rango de distribución de la especie y la ausencia de juveniles y adultos en el mar, se la puede identificar como eurihalino restringido a aguas salobres, correspondiente al tipo IV propuesto por Dorgelo (1976), a pesar que se le puede mantener por periodos prolongados, en cultivo de laboratorio en agua de mar sin experimentar mortalidades elevadas (siempre que la temperatura no exceda los 25 °C) pero presentan un crecimiento poco significativo (Godoy *et al.*, 1984).

LITERATURA CITADA

- ALFARO, D.; P. BUENO; A. MARDONES; A. NEIRA; E. SEGOVIA y E. VENEGAS. 1980. Contribución al conocimiento de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en el río Loa. Seminario de título Ing. (E) Acuicultura. Universidad de Chile. Instituto de Investigaciones Oceanológicas 58 p.
- ALVAREZ, G. 1984. Tasa respiratoria y optimización de la densidad de *Cryphiops caementarius* Mol., en condiciones de cultivo. Seminario de Título Ingeniería (E) Acuicultura. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Antofagasta, 57 p.
- BAHAMONDE, N. & I. VILA. 1971. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. *Biología Pesquera*, 5:3-60.
- CAREVIC, V.; D. JORQUERA & G. SOTOMAYOR. 1985. Crecimiento del camarón de río (*Cryphiops caementarius* Molina, 1782) en relación a la temperatura y concentración proteica en la dieta. Seminario de Título Ing. (E) Acuicultura. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Antofagasta, 58 p.
- DORGELO, J. 1976. Salt tolerance in crustacea and the influence of temperature upon it. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 51:255-290.
- ELIAS, J. 1974. El camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina). *Documenta*, 47-48:36-50.
- GODOY, B.; C. ROJAS & A. URBINA. 1984. Influencia de la salinidad y dietas en el crecimiento del camarón de río (*Cryphiops caementarius* Molina, 1782). Seminario de Título Ing. (E) Acuicultura. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Antofagasta, 54 p.
- KINNE, O. 1971. Salinity: Invertebrates. En: O. Kinne (ed) *Marine Ecology*. Vol 1 Part 2:821-995. Wiley-Interscience, New York.
- KUKULIS, M. & H. SAN JUAN. 1979. Cultivo de camarón de río (*Cryphiops caementarius* Molina 1782) en estanques. Seminario de Título. Ing. (E) en Acuicultura. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Universidad de Chile, 87 p.
- KUTTY, M.N.; MURUGAPOOPATHY & T. S. KRISHMAN. 1971. Influence of salinity and temperature on the oxygen consumption in young juveniles of the indian prawn *Penaeus indicus*. *Marine Biology*, 11:125-131.
- MOREIRA, G.S.; J.C. MCNAMARA; S.E. SHUMWAY & P.S. MOREIRA. 1983. Osmoregulation and respiratory metabolism in brazilian *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 74A(1):57-62.
- NELSON, S.G.; D.A. ARMSTRONG; A.W. KNIGHT & H.W. LI. 1977. The effects of temperature and salinity on the metabolic rate of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 56A:533-537.
- NORAMBUENA, C. 1977. Antecedentes biológicos de *Cryphiops caementarius* en el estero "El Culebrón" (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Biología Pesquera*, 9:7-19.
- RAO, K.P. 1958. Oxygen consumption as a function of size and salinity in *Metapenaeus monoceros* Fab. from marine and brackish water environments. *J. Exp. Biol.* 35:307-313.
- RAO, K.P. & T.H. BULLOCK. 1954. Q_{10} as a function of size and habitat temperature in poikilotherms. *American Naturalist*, 88:33-44.
- RIVERA, M.; P. SCHMIEDE & J. MERUANE. 1983. Desarrollo larval del camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Crustacea: Palaemonidae) en condiciones de laboratorio. Symp. Int. Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile. Universidad del Norte, Coquimbo, Chile, p 315-334.
- RIVERA, M.; J. MERUANE & R. GIL. 1987. Effects of salinity and food on survival and metamorphosis of *Cryphiops caementarius* larvae (Molina, 1782) (Crustacea: Palaemonidae). Reports of the U.S.A. Marine Biological Institute, Kochi University N° 9; pp. 207-214.
- SCHEFLE, W.C. 1981. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano, S.A. U.S.A., 267 p.
- SHUMWAY, S.E. & M.B. JONES. 1981. Influence of salinity on the respiration of an estuarine mud crab, *Helice crassa* (Grapsidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 70 (A):551-553.
- SPOTTE, S. 1979. Fish and Invertebrate Culture: water management in closed systems. Wiley Interscience, New York, 179 p.
- STEPHENSON, M. & A.W. KNIGHT. 1981. The effect of temperature and salinity on oxygen consumption of postlarval of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man); (Crustacea: Palaemonidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 67A:699-703.
- STRICKLAND, J.D. & T.R. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 167:87-89.
- TAYLOR, E.W. 1981. Some effects of temperature respiration in decapodan crustaceans. *Journal of thermal Biology*, 6:239-248.
- TELLO, E. 1972. Anotaciones sobre el camarón. *Documenta*, 18:4-6.
- VENABLES, B.J. 1981. Oxygen consumption in a tropical beach amphipod *Talorchestia margaritae* Stephensen:

- Effects of size and temperature. *Crustaceana*, 41(1):89-94.
- VENKATARAMIAH, G.; J. LAKSMI & G. GUNTHER. 1974. Studies on the effects of salinity and temperature on the commercial shrimp *Penaeus aztecus* Ives, with special regards to survival limits, growth, oxygen consumption and ionic regulation. Contract Report of Experimental Station U.S. Waterways (4-74), 134 p.
- VIACAVA, C.M.; R. AITKEN & J. LLANOS 1978. Estudios del camarón en el Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 3(5):161-232.
- ZÚNIGA, O.; R. WILSON & E. OYARCE. 1982. Consumo de oxígeno del camarón de roca (*Rhynchocinetes typus*) H. Milne Edwards), su relación con la temperatura y talla. *Ciencia y Tecnología del Mar*, CONA, 6:53-60.
- ZÚNIGA, O.; R. WILSON & E. OYARCE. 1983. Efecto de la temperatura y salinidad en la tasa metabólica de *Rhynchocinetes typus* (Crustacea: Caridea: Rhynchocinetidae). *Estudios Oceanológicos*, 11(3): 21-30.

**DIMORFISMO SEXUAL, HUEVOS Y LARVAS DE "AGUJA DE MAR",
LEPTONOTUS BLAINVILLIANUS (EYDOUX Y GERVAIS, 1837)
(OSTEICHTHYES, SYNGNATHIDAE)***

**SEXUAL DIMORPHISM, EGGS AND LARVAE OF *LEPTONOTUS
BLAINVILLIANUS* (EYDOUX Y GERVAIS, 1837) (OSTEICHTHYES,
SYNGNATHIDAE)***

*Tamara Cárdenas** y Germán Pequeño***

RESUMEN

Leptonotus blainvillianus presenta un cuidado parental a cargo de los machos. Para tal función poseen un bolsillo incubatriz abierto, localizado ventralmente anterior a la cola. Además muestra otras adaptaciones dimórficas.

El objetivo de este estudio es contribuir al conocimiento científico de aspectos reproductivos, dimorfismo y características de huevos y larvas, de este pez. Se le encuentra entre el "pelillo" (*Gracilaria verrucosa*), alga distribuida entre Hornitos (Chile) y Golfo Nuevo (Argentina).

Se utilizaron 66 especímenes fijados en formalina al 10% o alcohol al 70%, capturados entre 1961 y 1985, recolectados desde Golfo Arauco hasta Isla Nalcayec, en Chile. Se estudiaron caracteres morfométricos y merísticos de adultos, juveniles y larvas y las principales características de sus huevos, incluyendo embriones.

Los adultos de *Leptonotus blainvillianus* presentan una longitud estándar (L.S.) entre 129 y 230 mm; las hembras alcanzan mayor tamaño que los machos. Tienen marcado dimorfismo sexual representado en las hembras por una mayor elevación del cuerpo a nivel del abdomen, mayor longitud predorsal y presencia de manchas circulares con un perímetro fuertemente pigmentado en la región abdominal. Los machos presentan un bolsillo incubatriz y una mayor longitud postdorsal. Los datos merísticos dieron como resultado un promedio de 19 surcos abdominales, 50 surcos a nivel de la cola y un promedio total de 68 surcos. El promedio del número de rayos de la aleta dorsal fue de 36; de 13 para la pectoral, y de 10 rayos para la caudal.

Se consideró juveniles a los individuos menores de 129 mm L.S., bajo de esta longitud no hay características externas que permitan diferenciar machos de hembras.

Las larvas fueron recolectadas a medida que eclosionaban los huevos y su longitud estándar varió entre 8,7 y 12,8 mm.

Los huevos se hallan dentro del bolsillo incubatriz en forma de racimo, unidos por una membrana. Estos racimos llevan entre 46 y 226 huevos. Generalmente, los huevos son ovoides o esféricos, aún cuando pueden presentar otras formas, según el lugar que tengan en el racimo.

Durante el período embrionario, se reconocieron 6 fases, las cuales van desde huevos que se observan como una masa compacta, sin variaciones externas de forma, en los diferentes tamaños observados, hasta un embrión bastante desarrollado y muy característico, con aletas dorsal y caudal. Este hallazgo puede considerarse de relevancia, pues los pterigoembriones son poco conocidos.

Por haberse capturado la totalidad de la muestra en praderas de *Gracilaria verrucosa*, es importante considerar el posible efecto de la extracción de estas algas sobre las poblaciones de aguja de mar.

Palabras claves: Peces, larvas, dimorfismo sexual.

ABSTRACT

An outstanding adaptation of *Leptonotus blainvillianus* is the presence of male parental care, each male bears an open ventral breeding pouch before the tail, among other dimorphic adaptations. This study contributes to the knowledge of reproductive features, as well as its dimorphism and characteristics of eggs and larvae of the Chilean pipefish belonging to Family Syngnathidae. The species is frequently caught among coastal red algal beds known as "pelillo" (*Gracilaria verrucosa*), between Hornitos (Chile) and Golfo Nuevo (Argentina).

Sixty-six, 10% formalin fixed (or 70% alcohol fixed) specimens, captured between 1961 and 1985 were studied. All were caught between Golfo de Arauco to Isla Nalcayec, in Chile. Morphometric and meristic features in adults, juveniles and larvae were reviewed, as well as the main pattern of eggs, including embryos.

Adults of *L. blainvillianus* showed a marked sexual dimorphism and a standard length from 129 to 230 mm, females being

* Proyecto DID-UACH/RS 86-25.

** Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

longer. Females also present a major body height at abdominal level, a major predorsal length and presence of circular ring-like spots with a strongly pigmented perimeter in the abdominal region. Males bear a breeding pouch and longer post-dorsal length than females. Meristics of specimens showed: average number of abdominal grooves, 19; tail grooves 50; 68 grooves total average. Dorsal fin rays average number was 36; pectoral 13 and caudal 10 rays.

Juvenile specimens were judged less than 129 mm S.L. because below that length they have no external characteristics allowing male-female differentiation. Larvae were collected according to individual hatching, showing a S.L. range between 8.7 and 12.8 mm. Eggs were found inside breeding pouch, in cluster-like form, enveloped by a fine membrane. Eggs cluters carried each from 46 to 226 eggs. Eggs present mainly an oval to spheric form.

Six phases were recognized during embryonic development, starting from a compact mass without apparent external changes, to a well developed and characteristic embryo, with dorsal and caudal fins. This finding is relevant, because pterygoembryos are little known.

The fact that samples were recollected in algae *Gracilaria verrucosa* beds provides concern of algal exploitation effects on pipefish populations.

Keywords: Fishes, larvae, sexual dimorphism.

INTRODUCCION

La "aguja de mar" *Leptonotus blainvillianus* (Ey-doux y Gervais, 1837) es un componente de la fauna ictica del litoral chileno. Se encuentra entre Hornitos, Chile y Golfo Nuevo, Argentina (Fritzsche, 1980). Pueden recolectarse cuando se extrae el alga denominada "pelillo", *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950.

Es un hecho conocido en la literatura científica, que en Syngnathidae hay una forma particular de reproducción. No sólo hay fecundación interna, sino un novedoso cuidado parental de los machos, los cuales poseen en la cola una estructura especializada derivada de la pared del cuerpo, la "bolsa incubatriz" (Dawson 1977, Fritzsche 1980, Herald 1940). Como producto de esta diferencia de funciones, se observa dimorfismo sexual entre machos y hembras.

Leptonotus blainvillianus es bastante parecido a *Syngnathus acicularis* (Jenyns, 1842), especie de la cual se diferencia por poseer una línea lateral continua (Pequeño, 1984).

Considerando los pocos antecedentes conocidos, en este trabajo se intentará mejorar el conocimiento biológico de la especie, describiendo su dimorfismo sexual, estudiando aspectos de la variabilidad intraespecífica, algunas características de los huevos, y describiendo los primeros estados de vida libre.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio morfológico y morfométrico de adultos, juveniles, larvas y huevos de *Leptonotus blainvillianus*. Se examinaron 26 machos, 25 hembras y 15 juveniles. Además, se recolectaron las larvas que liberó un macho du-

rante 4 días, las que fueron fijadas en formalina al 5% para su estudio ulterior. La totalidad de los especímenes fueron obtenidos entre restos del alga *Gracilaria verrucosa*.

Los individuos fueron recolectados entre Tomé (37° 14'S; 73° 18'W) e Isla Nalcayec (46° 06 S; 73° 45'W) entre los años 1961 y 1985. Los datos referentes al material estudiado (sexo, estado de desarrollo, fecha de captura, lugar de procedencia y número de catálogo de colecciones) se hallan en la Tabla 1.

Los ejemplares se preservaron en formalina al 10% y antes de estudiarlos se mantuvieron en alcohol al 70%, se numeraron individualmente y se guardaron enteros. En el laboratorio los especímenes se midieron en mm considerando: Longitud total (LT), longitud estándar (LE), altura del cuerpo a nivel del abdomen (AA), longitud de la cabeza (LC), longitud predorsal (LPD), longitud postdorsal (LPoD) y base de la aleta dorsal (BD). En el caso de las "agujas de mar" machos se midió además la longitud de la bolsa incubatriz (TB). Los caracteres morfométricos considerados se ilustran en la Fig. 1.

Entre los datos merísticos se consideraron: Número de placas corporales, número de rayos de las aletas (pectorales, dorsal, caudal).

En los huevos se observaron características macroscópicas: forma y tamaño individual de algunos huevos escogidos al azar del racimo, y se midió para el conjunto de huevos (racimo): largo, ancho y alto. Se observaron microscópicamente diferentes fases del desarrollo embrionario para conocer las variaciones de los embriones durante la vida intracapsular. Estas observaciones fueron hechas sobre huevos sin disectar, por visión a través del corion. Ulteriormente se retiró el corion para medir longitud de los embriones, largo y ancho del vitelo y de la cabeza.

Tabla I

Datos relativos al material estudiado de *Leptonotus blainvillianus*.

Totales	Machos	Hembras	Juveniles	Fecha de captura	Localidad	N° de colección museológica
1	1	—	—	09-01-61	Corral Amargos	IZUA-PM-10
1	—	1	—	10-02-63	Mehuín	IZUA-PM-357
23	7	7	9	63		UdeC-H.2905
1	—	1	—	14-01-66	Mehuín	IZUA-PM-103
1	1	—	—	02-05-66	Mehuín	IZUA-PM-114
1	—	1	—	22-01-69		UdeC- 16092
1	—	1	—	23-05-71	San Pedro	IZUA-PM-272
1	—	—	1	15-02-73	Is. Nalcayec	IZUA-PM-316
2	1	1	—	12-09-76	Mauillin	IZUA-PM-519
1	1	—	—	17-12-78	Niebla	IZUA-PM-690
1	—	1	—	17-12-78	Quempillén	IZUA-PM-716
1	—	1	—	20-12-78	Quempillén	IZUA-PM-720
3	2	—	1	07-02-79	Mauillin	IZUA-PM-678
1	—	1	—	10-04-79	Mauillin	IZUA-PM-681
1	1	—	—	07-09-79	Mauillin	IZUA-PM-756
2	1	1	—	15-09-79	Tomé	UdeC- 16090
1	—	1	—	04-11-79	Ramuntcho	UdeC- 16061
16	8	6	2	11-01-82	Go. Arauco	UdeC- 16101
2	1	1	—	14-02-85	Mehuín	IZUA-PM-928
1	1	—	—	18-02-85	Mehuín	IZUA-PM-929
1	1	—	—	15-10-85	Niebla	IZUA-PM-930
1	—	1	1	12-11-85	Mehuín	IZUA-PM-931
2	—	—	2		Ba. Chile	UdeC- 4481

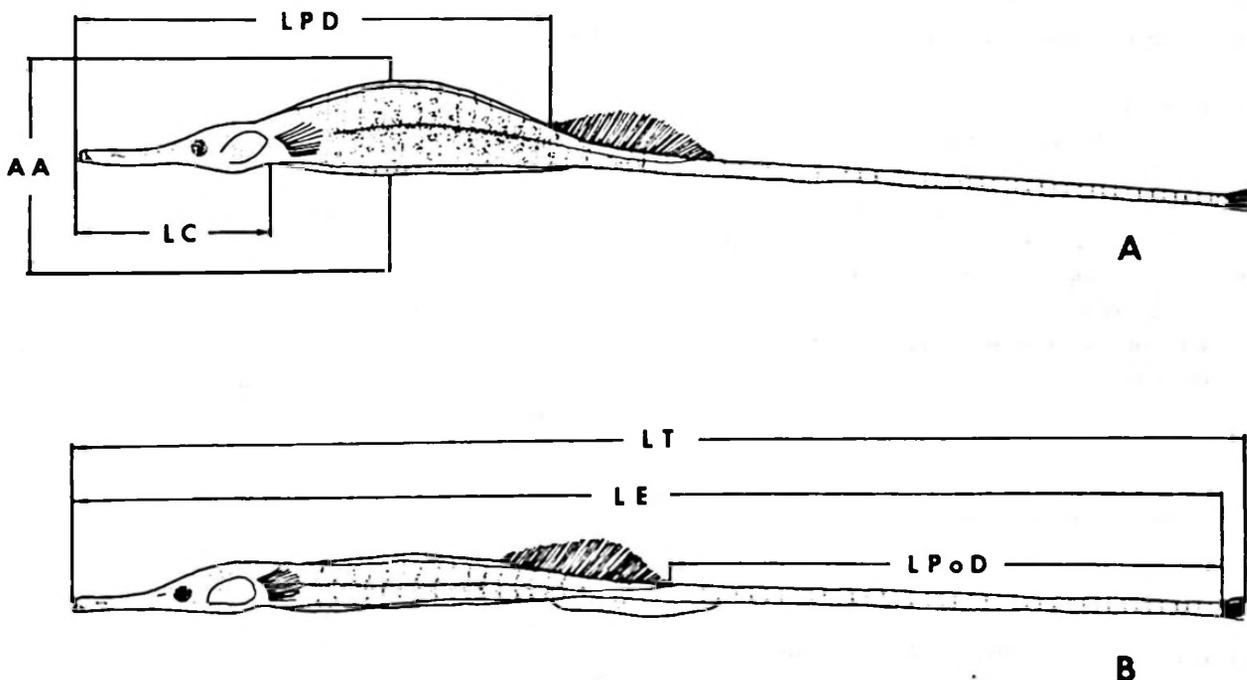


Figura 1. Caracteres morfométricos considerados en el estudio de adultos de *Leptonotus blainvillianus* (Eydoux y Gervais, 1837). A: Hembra y B: Macho, esquematizados sólo para representar ambos sexos; AA, altura abdomen; LC, longitud de la cabeza; LPD; longitud predorsal; LT, longitud total; LE, longitud estándar y LPoD, longitud postdorsal.

En el caso de la larvas, para describirlas en forma normalizada y facilitar comparaciones, se midió: Longitud total (LT), longitud estándar (LE), longitud de la región caudal (LRC), longitud predorsal (LPD), longitud postdorsal (LPoD),

diámetro ocular (DO), longitud base de la aleta dorsal (BAD), longitud bucal (LB), longitud de la cabeza (LC) y longitud del saco vitelino (SV) (Fig. 2). Entre los datos merísticos se consideró el número de pigmentóforos.

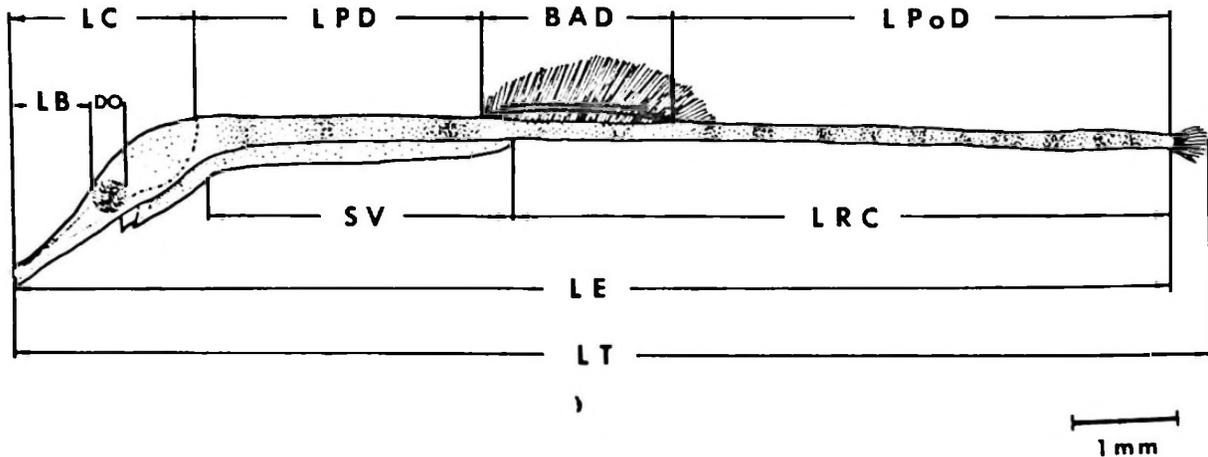


Figura 2. Caracteres morfométricos considerados en el estudio de larvas de *Leptonotus blainvillianus*. LT, longitud total; LE, longitud estándar; LRC, longitud región caudal; SV, longitud saco vitelino; DO, diámetro ocular; LB, longitud bucal; LC, longitud de la cabeza; LPD, longitud predorsal; BAD, base aleta dorsal; LPoD, longitud postdorsal.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las correlaciones y regresiones, se realizaron las siguientes pruebas estadísticas.

- 1) Prueba "t", para la significación de la regresión en el caso de rectas no paralelas, (Zar, 1974).
- 2) Prueba "t" para probar la significación de la regresión cuando las rectas son paralelas.
- 3) Test de significación para correlaciones, se utilizó la siguiente fórmula (Lamotte, 1967). El valor r_0 será significativamente diferente de cero si:

$$r_0 = \frac{2}{n-1} \quad (p > 0.05)$$

Donde: r_0 = valor del coeficiente de correlación calculado.
 2 = constante.
 n = número de pares de datos u observaciones.

RESULTADOS

Diagnóstico

Leptonotus blainvillianus presenta entre 18 y 20 (promedio 19) surcos a nivel del abdomen, 48 a 52 (50) a nivel de la cola. En total el cuerpo tiene entre 67 y 70 (69) surcos. Se cuentan 34 a 37 (36) rayos en la aleta dorsal, entre 12 y 14 (13) rayos en la pectoral y de 9 a 11 (10) en la caudal.

El rango de la longitud estándar en machos adultos varía entre 129 y 211 mm; su promedio es de 164 mm. El rango de la longitud estándar para hembras adultas varía entre 129 y 230 mm, siendo el promedio de 168,6 mm.

Dimorfismo sexual en los individuos adultos

Machos

Tienen una bolsa incubatriz en la superficie ventral del cuerpo, al inicio de la cola, a nivel del sector caudal de la aleta dorsal; la longitud pro-

medio es de 26 mm, correspondiendo a un 15,8% de la longitud estándar. No presenta elevación del cuerpo a nivel del abdomen, correspondiendo la altura de éste a un 3,36% de la longitud estándar promedio. La longitud predorsal es menor que en las hembras, siendo el promedio de los machos de 58,2 mm, lo cual es un 35% de la longitud estándar promedio. La longitud postdorsal es mayor en este caso, siendo el promedio de un 87,2 mm, lo cual corresponde a un 53% de la longitud estándar promedio. Sin manchas circulares pequeñas en la región abdominal.

Hembras

Sin bolsa incubatriz. Con marcada elevación del

cuerpo a nivel del abdomen, siendo el promedio de su altura de 11 mm, correspondiendo a un 6,5% de la longitud estándar promedio. La longitud predorsal es mayor que en los machos; su promedio es de 60,8 mm; corresponde a un 36,8% del promedio de la longitud estándar. La longitud postdorsal es menor que en los machos; su promedio es de 84,4 mm, lo cual equivale a un 50,3% de la longitud estándar promedio. Tienen gran cantidad de pequeñas manchas circulares con su centro claro y su perímetro fuertemente pigmentado (Fig. 3).

En otras medidas como longitud de la cabeza y base de la aleta dorsal, no se encontraron diferencias entre sexos.

También se estudió la posible diferenciación

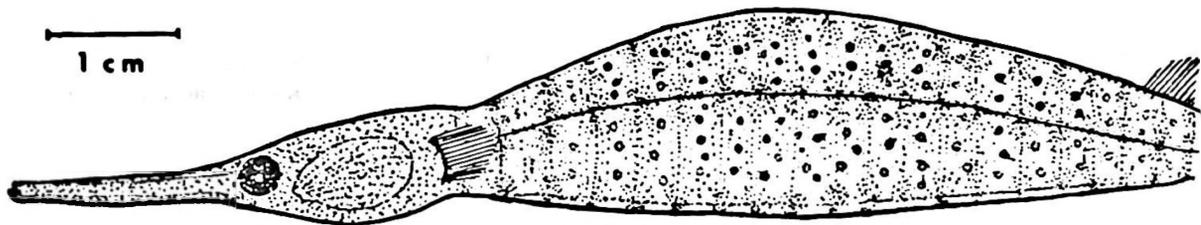


Figura 3. Manchas circulares pequeñas con un centro claro y perímetro fuertemente pigmentado, presentes en la región abdominal, sólo en hembras sexualmente maduras.

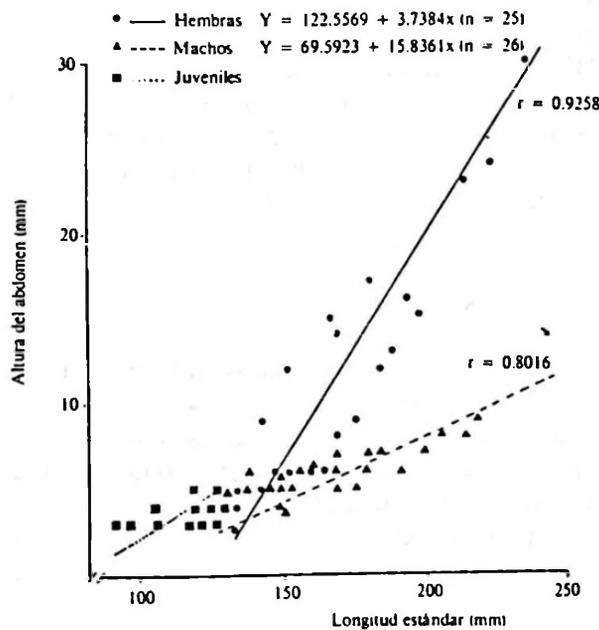


Figura 4. Relación entre altura del abdomen y longitud estándar en hembras, machos y juveniles de *Leptonotus blainvillianus*.

entre sexos, mediante la relación morfométrica a través de regresiones. Entre la longitud estándar y altura del abdomen, se encontró una relación expresada por la ecuación $Y = 69,59 + 15,83x$, ($r = 0,80$) para machos e $Y = 122,55 + 3,73x$, ($r = 0,92$) para hembras, siendo $n = 26$ y $n = 25$ en cada uno de los sexos respectivamente. Las líneas de regresión en este caso aparecen cruzadas (Fig.4) y para ambos sexos se pueden diferenciar claramente. Se aplicó un test de significación para comparar regresiones cuando las líneas no son paralelas. El resultado de esta prueba fue de 3,64, que indica que la diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Las mismas pruebas se aplicaron para la relación longitud postdorsal y longitud estándar, resultando $Y = 2,47 + 1,85x$ con un coeficiente de correlación " r " de 0,98 para machos e $Y = -12,40 + 2,07x$ con un " r " de 0,96 para las hembras. Las líneas de regresión aparecen entrecruzadas (Fig. 5), pero las nubes de puntos están entremezcladas. Se aplicó la misma prueba

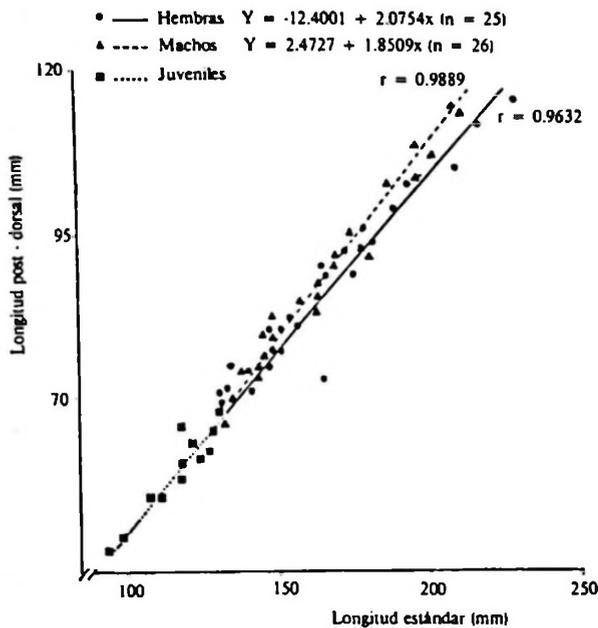


Figura 5. Relación entre longitud postdorsal y longitud estándar en hembras, machos y juveniles de *Leptonotus blainvillianus*.

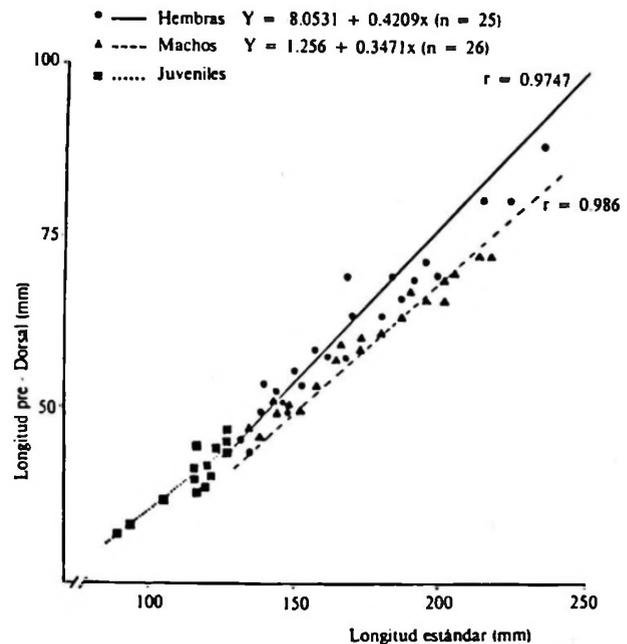


Figura 6. Relación entre longitud predorsal y longitud estándar en hembras, machos y juveniles de *Leptonotus blainvillianus*.

anterior para el caso de líneas de regresión no paralelas (prueba "t"), y el resultado fue = 2,26; que indica que las pendientes entre las rectas ajustadas son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

El mismo estudio se realizó para la relación entre la longitud de la base de la aleta dorsal y longitud estándar, ya que al graficar estos datos el resultado en este caso es similar a los anteriores. La nube de puntos aparece entremezclada y las líneas de regresión entrecruzadas, pero la diferencia de las pendientes entre las rectas ajustadas no es estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Entre la longitud estándar y la longitud predorsal, $Y = 1,25 + 0,34x$, con un coeficiente de correlación "r" de 0,98 para machos. Para hembras el resultado fue $Y = -8,05 + 0,42x$ con un "r" de 0,97. La nube de puntos para cada uno de los sexos se distingue claramente y las líneas de regresión no son paralelas (Fig. 6). Esto nos lleva a pensar que existe una diferencia entre machos y hembras, por ello se aplicó la misma prueba anterior para el caso de líneas de regresión que no son paralelas, siendo el resultado = 3,37, siendo la diferencia entre las pendientes estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

La última medida que se consideró, se refiere a la longitud de la cabeza con respecto a la longitud estándar. En este caso la nube de puntos se encuentra entremezclada y las líneas de regresión paralelas. Por lo tanto, se aplicó la prueba "t" para probar la significación de las regresiones cuando las líneas son paralelas. El resultado que obtuvo fue = 0,186, esto nos indica que no hay diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las pendientes de las líneas de regresión.

Los Juveniles

Se designó como individuos juveniles a los comprendidos entre la total reabsorción del saco vitelino (Russell, 1976) y los de una longitud estándar de 128 mm; bajo este tamaño no hay diferenciación entre machos y hembras.

El individuo sexuado más pequeño media 129 mm, y presentaba un esbozo de la bolsa incubatriz.

En los juveniles se consideraron las mismas medidas morfométricas que en adultos, encontrándose correlación positiva entre la longitud estándar y las medidas tomadas.

ETAPAS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

El período embrionario comienza con la fertilización y se caracteriza por una nutrición endógena desde el vitelo (Balon, 1975b). Los embriones son incubados hasta que están preparados para la vida independiente (Hoar & Randall, 1969) en forma de larva de vida libre.

En los machos se encontraron entre 46 y 226 huevos, con un promedio de 155 huevos. Se estudió la posible relación entre número de huevos y longitud estándar de los machos, obteniéndose un coeficiente de correlación "r", de 0,42.

También se estudió la posible correlación entre el tamaño promedio de los huevos y el número de huevos depositados, el resultado fue de $r = 0,25$, lo cual indica que no hay relación entre el número de huevos depositados y el promedio de su tamaño.

Características de los huevos

Los huevos se hallan aglomerados, forman una estructura densa racimosa que adquiere la forma de la bolsa incubatriz, quedando la impresión de los huevos en la pared. Estos huevos están rodeados y unidos por una membrana transparente que da origen al racimo (Fig. 7 A). El racimo es

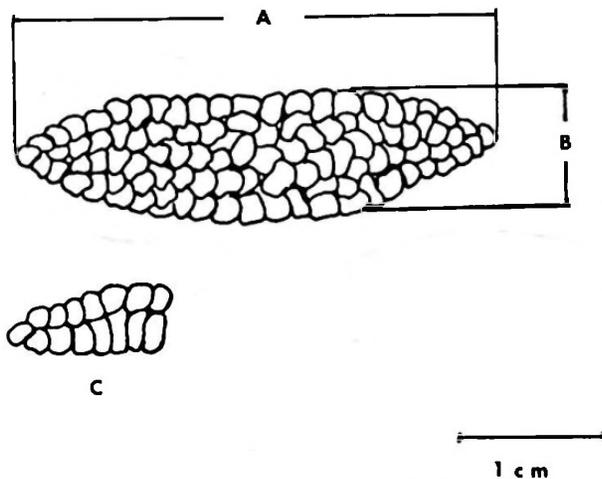


Figura 7. Esquemas basados en un racimo de huevos extraídos de un macho de *Leptonotus blainvillianus*, de 170 mm. de longitud estándar. A: Racimo completo, vista lateral (presenta alrededor de 23 huevos). B: Altura del racimo, en corte (presenta 2 huevos).

alargado y aguzado en los extremos; sus dimensiones promedio son 24 mm de largo, 7 de ancho y 3 de alto. Tiene alrededor de 23 huevos a lo largo, de 3 a 6 a lo ancho y 2 a lo alto (Fig. 7 B).

Los huevos adquieren diferentes formas según donde sea su situación en el racimo, pero las más frecuentes son las esféricas y ovoides (Fig. 8). Los huevos en sus primeras fases son densos y de color blanco. Luego, el corion se hace transparente, lo que permite distinguir claramente el vitelo y seguir el desarrollo del embrión (Figs. 8 A, B, C y D). Recordemos que se trata de material fijado.

El vitelo es amarillo en sus primeras fases. Después se torna anaranjado y como característica especial presenta gran número de gotas de aceite. Estos huevos presentan un amplio espacio perivitelino que en las últimas fases de su desarrollo es ocupado completamente por el embrión. El corion es liso y opaco en sus primeras fases. Después se hace transparente.

En este período se distinguen claramente seis fases, las que definiremos a continuación:

Fase I: El huevo se presenta como una masa densa, que no permite distinguir cambios internos (Fig. 8 A). Al partirlo se halla escasa cantidad de vitelo amarillo, con gran cantidad de gotitas de aceite. El embrión no se ve a simple vista, ni con ayuda de microscopio.

Fase II: El corion empieza a transparentarse, se hace visible el vitelo y se alcanza a distinguir un esbozo de embrión (Fig. 8 B).

Fase III: El corion es totalmente transparente, el vitelo es bien visible y el embrión ha aumentado de tamaño. Comienza a vislumbrarse un esbozo de cabeza (Fig. 8 C).

Fase IV: Se observa un notable aumento del tamaño del embrión, sobre todo de su cabeza y, debido a este crecimiento el embrión comienza a enrollarse alrededor del vitelo; éste a su vez ha cambiado de color y se torna anaranjado. Esta fase se caracteriza por el inicio de la pigmentación del embrión y por la disminución de tamaño del vitelo (Fig. 8 D).

Fase V: Aumenta la pigmentación del ojo, cabeza y cuerpo; la pigmentación se inicia en la zona interorbital, y se continúa uniformemente hacia atrás y sólo en la parte dorsal del embrión. La cola está completamente pigmentada (Fig. 9 A).

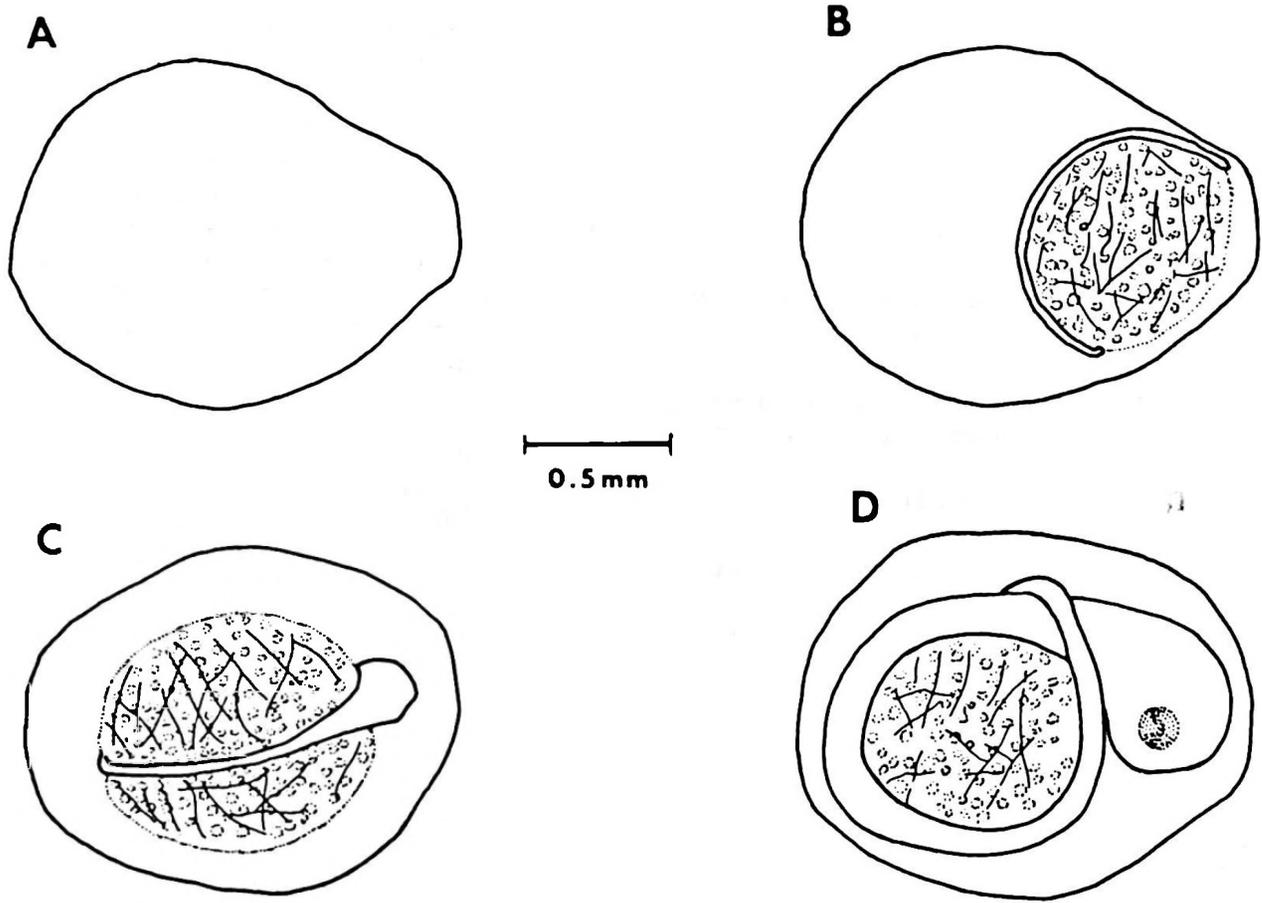


Figura 8. A. Fase I del desarrollo embrionario. El huevo se presenta como una masa densa. B. Fase II del desarrollo embrionario. Empieza a transparentarse el corion. C. Fase III del desarrollo embrionario. Se observa un esbozo de la cabeza. D. Fase IV del desarrollo embrionario. El embrión ha aumentado notablemente de tamaño y empieza a pigmentarse.

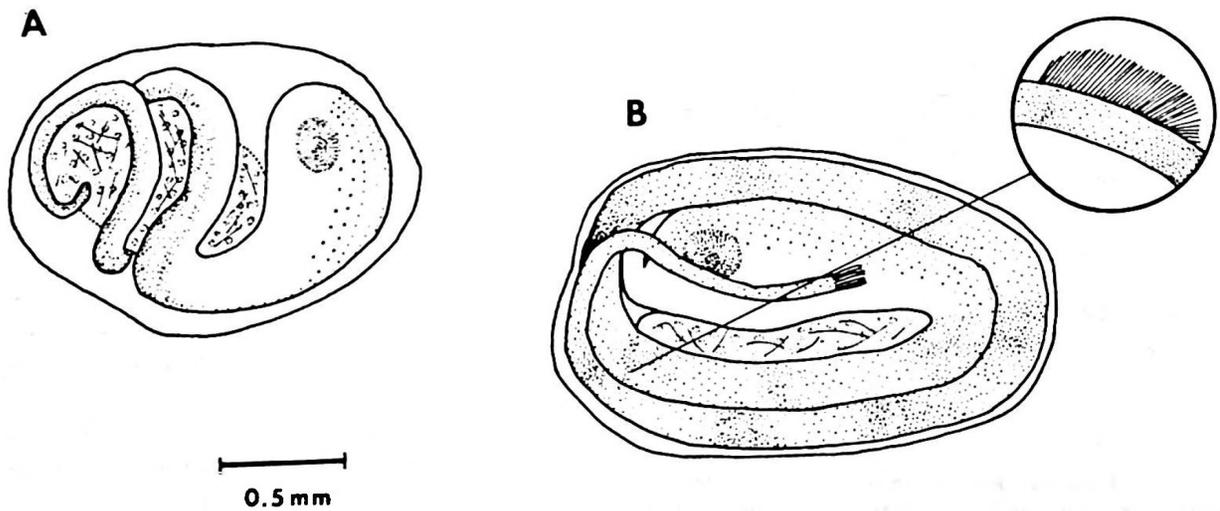


Figura 9. A. Fase V del desarrollo embrionario. Ha aumentado la pigmentación del ojo y se ha iniciado la del cuerpo. El tamaño del embrión ha aumentado. B. Fase VI del desarrollo embrionario. Se aprecian numerosos cambios, la cabeza se alarga y empieza a esbozarse la boca. Lo más característico es la presencia de una aleta dorsal y una caudal.

Fase VI: El embrión presenta una serie de modificaciones: aumenta notablemente de tamaño hasta ocupar completamente el espacio perivitelino. La cabeza se alarga y se comienza a esbozar la boca. La pigmentación aumenta a lo largo de todo el cuerpo y se distinguen zonas más pigmentadas, que forman franjas oscuras alternadas con franjas claras. Lo más característico de esta Fase es la presencia de una aleta dorsal y una caudal (Fig. 9 B).

Se registraron 14 machos con huevos, distribuidos en enero (1961, 1981 y 1982), febrero (1979 y 1985), septiembre (1979 y 1981) y octubre (1985). Ellos corresponden a un 53,8% del total de machos examinados. Ocho de los 9 machos capturados en enero tenían huevos, lo que corresponde a un 57% del total de machos ovíferos examinados. El tamaño promedio de estos huevos es de 1,28 x 1,64 mm y se encontraban entre la I a la V fase de desarrollo embrionario.

Otros tres de 4 machos capturados en febrero tenían huevos. El tamaño promedio de los huevos es 1,27 x 1,58 mm, y se hallaban entre la I y la III fase de desarrollo. El número de individuos con huevos en este mes corresponde a un 21,4% del total de machos con huevos. Dos de tres machos capturados en septiembre se hallaron con huevos, lo que corresponde a 14,2% de los machos ovíferos examinados. El tamaño promedio de sus huevos es de 1,29 x 1,79 mm, todos se hallaban en la última fase del desarrollo embrionario. El único macho capturado en octubre fue portador de huevos, siendo el tamaño promedio de ellos de 1,44 x 1,86 mm y estaban en la última fase del desarrollo embrionario. Los machos ovíferos en este mes corresponden a un 7,1% del total de machos con huevos estudiados. El tamaño promedio de los huevos, mes de captura, fase del desarrollo embrionario y porcentaje de machos con huevos se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2

Datos referentes a los huevos de *Leptonotus blainvillianus* examinados.

Mes de captura	% de machos con huevos	Tamaño promedio de los huevos (mm)	Fase del desarrollo embrionario
Enero	57.0	1.28 x 1.64	1-2-3-4-5
Febrero	21.4	1.27 x 1.58	1-2-3
Septiembre	14.3	1.29 x 1.79	6
Octubre	7.1	1.44 x 1.86	6

El porcentaje de machos con huevos decrece de enero a octubre, probablemente a causa de que en estos últimos meses muchos pueden haber liberado sus larvas.

Periodo larval: Este periodo comienza con la eclosión de los huevos, lo cual parece ser muy cercano a la salida de los individuos desde la bolsa incubatriz hacia la vida libre, observándose el cambio de la nutrición endógena a la exógena (Balon, 1975b). Dicho periodo culmina con la desaparición del saco vitelino.

Características de las larvas: El rango de la longitud estándar está entre 8,75 mm y 12,88 mm, siendo el promedio 11,86 mm.

En cuanto a los caracteres merísticos considerados, las larvas presentan entre 33 y 36 rayos en la aleta dorsal, entre 8 y 9 rayos en la aleta caudal y de 13 a 16 pigmentóforos.

Los ojos se encuentran completamente pigmentados de un color café oscuro. La cabeza suavemente pigmentada de café al igual que el saco vitelino. En el cuerpo se distinguen franjas oscuras alternadas con otras claras. A medida que las larvas son liberadas al medio externo presentan una notable disminución de tamaño; es decir, las primeras larvas liberadas son más grandes y presentan una apariencia más cercana a juvenil, en cambio, las últimas, además de ser más pequeñas, se encuentran gibadas (Fig. 10 A y B).

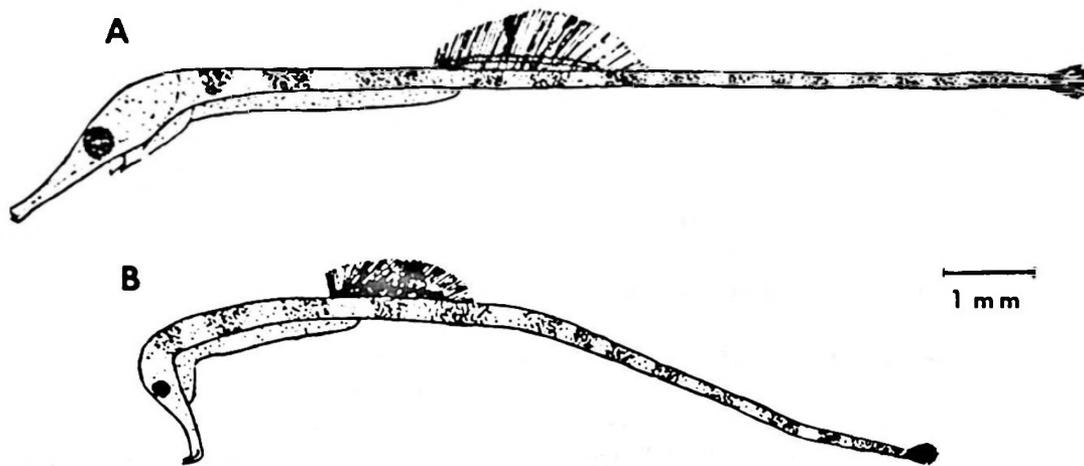


Figura 10. A: Larvas obtenidas en el primer día que eclosionaron. B: Larvas obtenidas en el cuarto día después que eclosionaron.

Tabla 3

Medidas de las larvas de *Leptonotus blainvillianus*.

Medidas consideradas	Rango	Promedio	% en la Longitud standar
Longitud estándar	8.75-12.88	11.86	100.00
Longitud de la boca	0.75-1.13	1.00	8.43
Longitud de la cabeza	1.50-2.38	2.06	17.33
Diámetro de ojo	0.38	0.38	3.16
Longitud saco vitelino	2.13-3.25	3.05	25.70
Longitud región caudal	5.00-6.88	6.49	54.74
Longitud pre-dorsal	3.88-5.63	5.08	42.83
Base de aleta dorsal	1.25-1.88	1.73	14.83
Longitud post-dorsal	3.63-5.38	5.03	42.40

DISCUSION

En general, los datos de De Buen (1963), Fritzsche (1980) y Pequeño (1984) para identificar la especie, son concordantes con los aquí establecidos.

Con respecto a los caracteres merísticos, en general, hay también una gran concordancia con los resultados de Fritzsche (1980). Hay similitud en el número de surcos abdominales, número de surcos de la cola, el número total de surcos del cuerpo, y en el número de rayos de la aleta pectoral, dorsal, y caudal. En cambio, se encuentran diferencias con respecto a la longitud estándar máxima señalada por Fritzsche (1980), quien indica 217 mm y el encontrado en este trabajo es de 230 mm. El macho de mayor longitud estándar midió 211 mm y la hembra más grande 230 mm.

Se concuerda plenamente con Dawson (1977), Fritzsche (1980) y Herald (1940, 1959) en

la existencia de dimorfismo sexual, cuyas características son la presencia de una bolsa incubatriz en el macho, la cual deriva de la pared del cuerpo (Balon, 1981) y está situada en la región ventral de la cola y abarca alrededor de 10 surcos del cuerpo. La función de esta bolsa incubatriz es llevar los huevos hasta el momento en que son liberados como larvas. Esta bolsa incubatriz es abierta, a diferencia de lo que sucede en el "caballito de mar", *Hippocampus ingens* (Girard, 1859), cuya bolsa incubatriz es cerrada y muy vascularizada (Sadleir, 1973).

En la hembra el dimorfismo sexual se expresa por una marcada elevación del cuerpo a nivel del abdomen, debido a que en esta región lleva los óvulos. Además es posible agregar como característica del dimorfismo sexual que la longitud predorsal es mayor en hembras, debido a que en esta región llevan los huevos y necesitan de un mayor espacio para cumplir tal función. La longitud postdorsal es mayor en machos y se debe al

hecho de que en esa región llevan la bolsa incubatriz y la mayor longitud de la cola le facilita los desplazamientos natatorios.

También es necesario destacar que las hembras sexualmente maduras presentan gran cantidad de pequeñas manchas circulares con un centro claro y un perímetro fuertemente pigmentado de color café, tal característica no se presenta en machos, por lo tanto, es otra característica del dimorfismo sexual.

Según Balon (1975a) las hembras del "caballito de mar", pariente de la especie aquí estudiada, depositan los huevos en la bolsa del macho durante el apareamiento, cuando ambos peces están cara a cara. Lo hacen mediante la introducción del oviducto, estructura tubular especializada, ubicada a nivel del ano, y, a medida que estos huevos son traspasados desde la hembra al macho, van siendo fecundados por el último. Una hembra puede depositar sus huevos en bolsas de diferentes machos y, a su vez, aquellos machos que no han alcanzado a llenar su bolsa pueden recibir huevos de otras hembras. El macho es capaz de acomodar los huevos a través de movimientos peristálticos y puede alojar alrededor de 150 huevos (Balon, 1975a). Tal cifra concuerda con este estudio, que encontró un promedio de 155 huevos.

La cantidad de huevos depositada por esta especie es bajísima, comparada con peces pelágicos que depositan millones de huevos, sin embargo, el cuidado parental a cargo de los machos permite una mayor sobrevivencia que en especies de ovoposiciones numerosas (Blumer, 1979).

Además, hay que aclarar que los coeficientes de correlación "r" de las medidas morfométricas que se obtuvieron para juveniles fueron positivos, pero más bajos que en los adultos. Esto puede deberse a que no es posible diferenciar mediante la morfología externa, a machos de hembras en los estados juveniles. De acuerdo con otros autores (Gross y Sargent, 1985), esta especie podría presentar una preadaptación para el cuidado parental, así como sucede con otros géneros de la misma familia, por ejemplo *Syngnathus* e *Hippocampus*. Pero tal preadaptación o especialización física no es detectable, al menos externamente, sino a partir de ciertos tamaños, como ha quedado en evidencia en este estudio, lo cual puede considerarse como un criterio objetivo para señalar el paso de la juventud a la adultez.

En general, los huevos de Syngnathidae son esféricos u ovoides (Wang, 1981). A veces pueden adquirir otras formas, dependiendo del lugar de su ubicación en el racimo. El vitelo es amarillo en sus primeras fases y en las últimas fases es anaranjado y con numerosas pequeñas gotas de aceite en la membrana externa. Las observaciones concuerdan plenamente con Fritzche (1983), quien señala que estos huevos tienen un amplio espacio perivitelino y un corion liso.

En la última fase del desarrollo embrionario los individuos presentan aleta dorsal y caudal. Según la clasificación de Balón (1975b), esto no es lo característico en los embriones de peces, ya que la presencia de aletas es un carácter larval. Sólo aquellas especies que carecen de este período como los Salmonidae (en reemplazo presentan una fase de alevín) tienen un período embrionario más largo y, al final de éste, los individuos presentan aleta caudal y dorsal. En *Leptonotus blainvillianus*, hay un período embrionario donde los individuos tienen aletas dorsal y caudal en la última fase, lo cual nos lleva a pensar que la especie posee un período de incubación largo y, por lo tanto, una mayor probabilidad de desarrollo avanzado del embrión en su vida intracapsular. La formación de aletas puede entenderse como una condición necesaria para garantizar la natación larval. Así como en otros peces las larvas poseen una protoaleta o una aleta caudal medianamente funcional, aquí se presentan relativamente más desarrolladas aquellas aletas que servirán una natación activa en larvas y adultos.

Syngnathidae es considerada filogenéticamente distante de Salmonidae y más evolucionada que ésta. Será necesario estudiar más a fondo las características reproductivas de los Syngnathidae para saber si *Leptonotus blainvillianus* constituye una excepción o es una especie más especializada que produce menor número de larvas. Esto puede incidir en aspectos de selección natural y relaciones ecológicas larvales en esta especie.

Los períodos de incubación y de apareamiento se desconocen, debido a que no se preservó material vivo. Por los meses en que se halló machos con huevos, se podría sugerir que estos individuos se reproducen preferentemente en primavera y verano, ya que en estos meses se encontró una mayor cantidad de machos con huevos. Esto podría ser refrendado si se conociera el período de incubación. La duda nace porque

durante tres meses no se capturó material y, porque en enero y febrero se encontró machos con huevos, pero sólo hasta la Fase V. En septiembre y octubre todos los huevos estaban en la Fase VI.

Con respecto a las medidas morfométricas consideradas para larvas, éstas servirán como patrón para estudios ulteriores, ya que no hay información. Cabe consignar que las larvas fueron obtenidas el primer día que eclosionaron e inmediatamente fijadas.

Las larvas obtenidas en el cuarto día, presentaron menor tamaño que las obtenidas el primer día. Esto se debe probablemente a que algunos embriones se desarrollan más lentos que otros.

Como la fecundidad individual en las especies parece ser una expresión de la estrategia de reproducción, la cual puede atribuirse a adaptaciones ecológicas (Nellen, 1986), debe llamar nuestra atención que la explotación intensiva de praderas *Gracilaria verrucosa* Hudson (Papenfuss, 1950), pudiese estar modificando severamente los sitios de liberación larval de *Leptonotus blainvillianus*, así como de otras especies (Pequeño, 1987). Por ello, como consideración final práctica sugerimos precaución en la alteración de los ambientes de *Gracilaria* en que viven estos peces.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy sinceramente la colaboración del Prof. Heriberto Figueroa S. (Instituto de Estadística, Universidad Austral de Chile), por su contribución a la aplicación de los métodos estadísticos, al Prof. Víctor H. Ruiz (Depto. de Zoología, Universidad de Concepción), por su gestión oportuna que permitió contar con especímenes de colecciones a su cargo, al Med. Vet. Sr. Guillermo Oyarzún, por su constante apoyo y opiniones y a la Sra. Corina Zuñiga (Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile), por su trabajo dactilográfico.

LITERATURA CITADA

- BALON, E. K. 1975a. Reproductive guilds of fish: A proposal and definition. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 32 (6): 821-864.
- BALON, E. K. 1975b. Terminology of intervals in fish development. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 32: 1663-1674.
- BALON, E. K. 1981. Additions and amendments to the classification of reproductive styles in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 6 (3-4): 377-389.
- BLUMER, L. S. 1979. Male parental care in the bony fishes. *Quarterly Review of Biology*, 54: 149-161.
- DAWSON, C. E. 1977. Synopsis of Syngnathidae pipefishes usually referred to the genus *Ichthyocampus* Kaup, with description of new genera and species. *Bulletin of Marine Science*, 27 (4): 595-650.
- DE BUEN, F. 1963. Peces chilenos. Beloniformes, Syngnathiformes y Gobiidae. *Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Años 1960-1961*, 35-36: 81-101.
- EYDOUX, F & P. GERVAIS. 1837. Voyage de la "Favorite". Poissons. *Echeneis sexdecim-lamellata* et *Syngnatus blainvillianus*. *Magazine Zoologique*, 7: 1-4.
- FRITZSCHE, R. A. 1980. Revision of the Eastern Pacific Syngnathidae (Pisces: Syngnathiformes), including both recent and fossil forms. *Proceedings California Academy of Sciences*, 42 (6): 181-227.
- FRITZSCHE, R. A. 1983. Gasterosteiformes: Development and Relationships. En: *Ontogeny and Systematics of Fishes*. Special Publication Number 1 American Society of Ichthyologists and Herpetologists. pp. 398-405. La Jolla, California.
- GIRARD, C. F. 1859. Fishes. *In: General Report upon the Zoology of the several Pacific railroad routes*. U. S. Senate Miscellaneous Documents, 78: 400 pp.
- GROSS, M. R. & R. C. SARGENT. 1985. The evolution of male and female parental care in fishes. *American Zoologist*, 25: 807-822.
- HERALD, E. S. 1940. A key to the pipefishes of the Pacific American coasts with descriptions of new genera and species. *Proceedings California Academy of Sciences*, 9 (3): 51-64.
- HERALD, E.S. 1959. From pipefishes to sea horse. Study of phylogenetic relationships. *Proceedings California Academy of Sciences*, 29 (13): 465-473.
- HOAR, W. S. & D. J. RANDALL. 1969. *Fish physiology*. Academic Press, New York, 3: 483 pp.
- JENYNS, L. 1842. Fish. *In: H.M.S. "Beagle" during the years 1832-1836* Ch. Darwin, Ed., Part 4: I-XV + 1 - 172 pp., 29 pl., London.
- LAMOTTE, M. 1967. *Initiation aux méthodes statistiques en biologie*. Masson et Cie, Paris. 2: 144 pp.
- NELLEN, W. 1986. A hypothesis on the fecundity of fony fish. *Meeresforschung*, 31 (1): 75-89.
- PEQUEÑO, G. 1984. Peces marinos comunes de Valdivia. Dirección de Extensión. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 62 pp.
- PEQUEÑO, G. 1987. Observations sur l'ichthyofaune des champs d'algues a *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950, de l'embouchure des rivières Quempillen et Pudeto (Chili). *Cahiers de Biologie Marine, Roscoff* 28: 361-365.
- RUSSELL, F. S. 1976. *The eggs and planktonic stages of British marine fishes*. Academic Press. London. 524 pp.
- SADLEIR, R. M. 1973. *The reproduction of vertebrates*. Academic Press. New York. 227 pp.
- WANG, J. C. 1981. *Taxonomy of the early life stages of fishes*. Ecological Analysis, Inc. California. 168 pp.
- ZAR, J. H. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey. 620 pp.

CICLO HISTOLOGICO DEL OVARIO DE *MACRODON ANCYLODON* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801) (TELEOSTEI): SCIAENIDAE)*

HISTOLOGICAL CYCLE OF THE OVARY OF *MACRODON ANCYLODON* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801) (TELEOSTEI: SCIAENIDAE)*

Denise Vizziano y Nibia Berois**

RESUMEN

Se estudió el ciclo anual de los estadios de maduración de los ovarios de la "pescadilla de red", *Macrodon ancylodon* (Teleostei: Sciaenidae) en muestra de 150 hembras adultas colectadas en el Río de La Plata frente a la costa de Montevideo, Uruguay, desde abril de 1982 a abril de 1983.

El análisis histológico se realizó con técnicas de hematoxilina-eosina y de hematoxilina Schiff, en cortes de 5-10 micrones. Además, para cada ejemplar se calculó el índice gonadosomático.

El ciclo anual de maduración de los ovarios de *M. ancylodon* indicó una secuencia de seis estadios: recuperación, maduración, maduro, hidratado, desovado parcial y desovado regresivo. El desove fue fraccionado y la maduración ovocitaria correspondió al tipo sincrónica. La época de desove se extendió desde noviembre hasta fines de enero, con un máximo de actividad en diciembre.

Palabras claves: Peces, ciclo reproductivo, maduración ovárica, atresia.

ABSTRACT

The annual cycle of ovary maturation was studied in 150 females of *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Sciaenidae) recollected from april 1982 to april 1983, in the coastal water of the La Plata River, off Montevideo, Uruguay.

The histological analysis was with standard hematoxiline-eosine technique and peryodic acid Schiff hematoxiline method, with 5-10 micron sections. In addition, the gonadosomatic index was calculated for each individual. The annual cycle of ovary maturation in *M. ancylodon* showed a cycle of six stages: recovery, maturing, mature, hydrated, partially spent and regressive spent stage. The spawning was with a fractionated pattern and a ovarian synchronic maturing process. The breeding season for *M. ancylodon* extended from november (middle spring) to february (late summer) with maximum activity in december (middle summer).

Keywords: Fish, reproductive cycle, spawning, ovarian maturity.

INTRODUCCION

La "pescadilla de red", *Macrodon ancylodon*, es un sciaenido demersal costero que se distribuye en la costa atlántica de América del Sur, desde Venezuela hasta Bahía Blanca (Argentina) (Jardim, 1973; Cordo, 1986).

En América del Sur presenta una gran importancia comercial, constituyendo en Guyana el 18% de la captura demersal, y en el sur de Brasil una de las especies de mayor importancia comercial (CARPAS, 1964; Tanji, 1974).

En el Uruguay constituyó el recurso de una pesquería artesanal de tipo zafral, en la cual utilizaba la red de playa. Dicha pesquería fue prohibida en el año 1981 por incidir negativamente en los juveniles de "corvina blanca", *Micropogonias furnieri*, segundo recurso en importancia en las pesquerías uruguayas (Nión, 1985).

Actualmente los pocos puestos de pesca artesanal que quedan en las costas de Montevideo realizan dicha pesquería utilizando como arte de pesca la red de enmalle.

En Brasil, Yamaguti (1967) y en Argentina,

*Proyecto "Gametogénesis de Sciaenidos" Programa Ciencias del Mar URU/82/009, PNUD/UNESCO, 1982-1984.

**Departamento de Biología Celular, Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Tristán Narvaja 1674, Montevideo, Uruguay.

Cordo (1986) han encarado estudios reproductivos desde el punto de vista poblacional en base a la morfología gonadal externa.

En Uruguay se han realizado estudios sobre la espermatogénesis (Iannino, 1983), la ovogénesis (Vizziano, 1983) y la histología gonadal femenina (Vizziano & Berois, 1990), en esta especie.

Las gónadas de los peces sufren variaciones cíclicas en concordancia con las épocas del año y con los cambios ambientales. Tales variaciones pueden ser determinadas macroscópicamente, pero para un estudio exhaustivo se hace necesario el empleo de la histología, la cual en correlación con la macroscopía permite establecer, además de la estructura de la gónada, el tipo de maduración, época de desove, frecuencia y tipo del mismo, edad de primera maduración y cálculo de fecundidad.

Todos estos elementos deben ser tenidos en cuenta cuando se trata de establecer pautas para una correcta administración y ordenación de un recurso pesquero.

Por las razones antepuestas es que nos abocamos en este trabajo a un estudio histológico de los diferentes estadios gonadales y su relación con la época del año en los ovarios de *M. ancylodon* adultos.

MATERIALES Y METODOS

Las recolecciones de los ejemplares de *M. ancylodon* fueron realizadas mensualmente entre abril de 1982 y abril de 1983, en puestos de pesca artesanal de las costas de Montevideo. Se utilizó como arte de pesca la red de enmalle.

Además, fueron realizadas recolecciones complementarias entre los meses de diciembre de 1983 y mayo de 1984, así como en el mes de octubre de 1984.

Se recolectó un total de 150 ejemplares adultos que fueron medidos y pesados antes de realizar su disección. Posteriormente los ovarios fueron fijados en formol 10% neutralizado y pesados en el laboratorio en una balanza mecánica Sartorius. Las piezas fueron procesadas histológicamente según es habitual para la inclusión en parafina y parafina-celoidina (Ganter & Jolles, 1970).

Se realizaron cortes de 5 a 10 μm que fueron coloreados con hematoxilina de Mayer-

eosina (Langeron, 1949) y PAS-hematoxilina (Ganter & Jolles, 1970).

Se estableció el índice gonadosomático (IGS) de la siguiente manera (Vazzoler, 1981):

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso de la gónada}}{\text{Peso total del ejemplar}} \times 100$$

Para cada mes se halló el valor medio del IGS de los ejemplares recolectados. Con estas medias se confeccionó una curva gonadosomática.

El análisis histológico se realizó en un microscopio Olympus, modelo Vanox A=31, y las fotografías fueron tomadas con un equipo fotográfico automático PM 10AD.

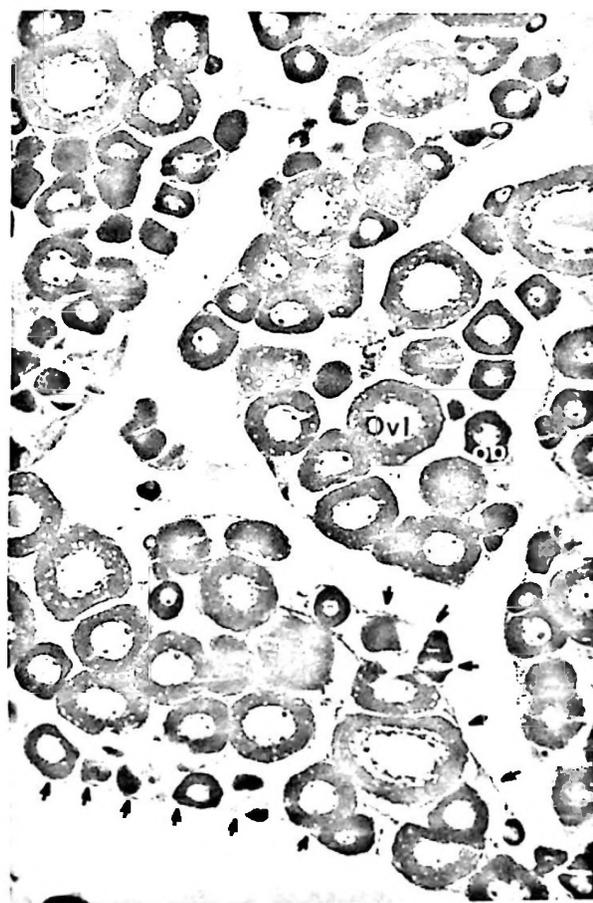


Figura 1. Estadios de madurez en ovarios de *Macrodon ancylodon*. Ovario en recuperación. Las lamelas ovígeras cuyos límites se señalan por flechas, presentan en su interior gran cantidad de ovocitos basófilos (ob) y en vitelogénesis lipídica (ovl).

RESULTADOS

Estadios gonadales

En el ovario adulto de *M. ancylo don* se han determinado, desde el punto de vista microscópico, seis estadios gonadales en base a la predominancia de los diferentes tipos de ovocitos, la existencia de atresia y folículos post-ovulatorios, el grosor de la pared, la visualización de las lamelas ovígeras, y las hemorragias en el estroma.

Ovarios en recuperación (Fig. 1)

En este estadio se distingue claramente el límite de las lamelas ovígeras. Generalmente al inicio de la recuperación hay bastante espacio entre los elementos de la línea germinal, el cual va disminuyendo a medida que las lamelas son repobladas

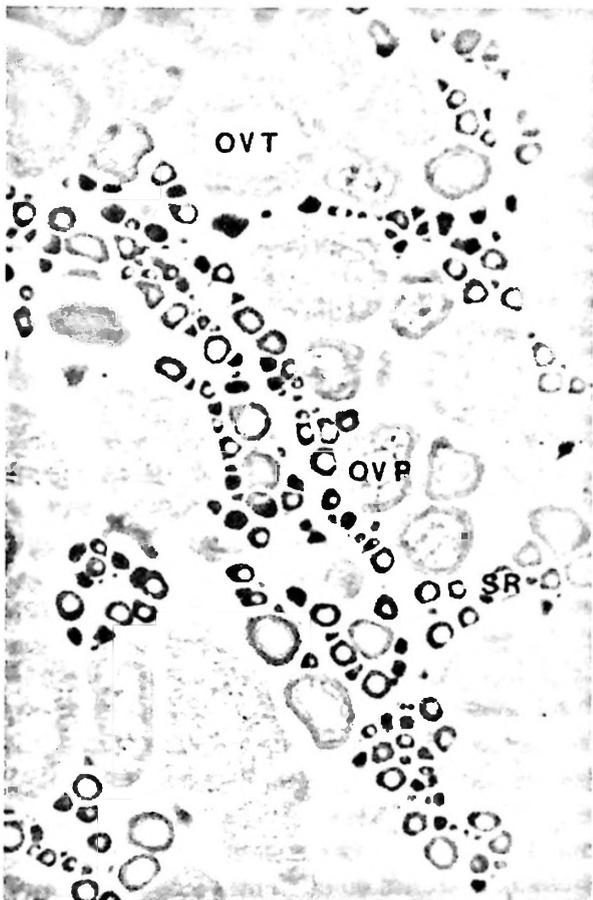


Figura 2. Estadios de madurez en ovarios de *Macrodon ancylo don*. Ovario en maduración. Se observa el stock de reserva (sr) y dos series de ovocitos, una en vitelogénesis proteica (ovp) y otra en vitelogénesis total (ovt).

por el stock de reserva. Predominan los ovocitos basófilos y en vitelogénesis lipídica. Aparecen también en algunos casos estructuras finales de la atresia no hipertrófica. La vascularización y el estroma son normales.

La pared es ancha pudiendo alcanzar grosores de 240 μm .

Ovarios en maduración (Fig. 2)

Luego de la recuperación el ovario comienza a madurar y se observan en él dos series ovocitarias predominantes, por un lado el stock de reserva y por el otro ovocitos en vitelogénesis total. Entre estas dos series se observan por lo menos otras dos de menor cuantía, constituidas por ovocitos en vitelogénesis proteica en diferente grado de desarrollo.

Como resultado del aumento de tamaño de un grupo de células, las lamelas ovígeras se comienzan a distender y pasan a ocupar mayor proporción de la cavidad ovárica, siendo su límite más difícil de distinguir que en el estadio anteriormente descrito. El estroma y la vascularización son normales. La pared se torna más delgada, presentando un espesor de 60 a 100 μm .

Ovario maduro (Fig. 3)

Se caracteriza por la predominancia de ovocitos en vitelogénesis total, que dejan poco espacio entre sí, y que no permiten que se distinga el límite lamelar. Las lamelas ocupan prácticamente toda la cavidad ovárica. Se observa además el stock de reserva, poco numeroso, y dos series ovocitarias intermedias muy escasas en vitelogénesis proteica. Se identifican tanto folículos en atresia final no hipertrófica como en atresia final hipertrófica. La pared presenta un espesor de 40 a 140 μm .

Ovario hidratado (Fig. 4)

Se destacan fundamentalmente los ovocitos en vitelogénesis total, en hidratación e hidratados, que varían su proporción gradualmente hasta llegar a una predominancia total de estos últimos. Se pueden observar además escasos ovocitos en vitelogénesis proteica, y un stock de reserva poco

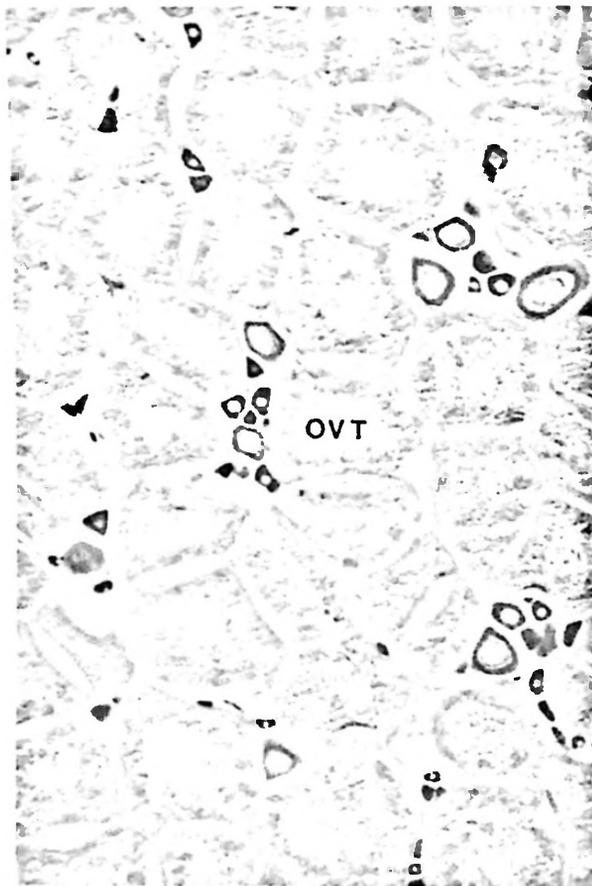


Figura 3. Estadios de madurez en ovarios de *Macrodon ancylodon*. Ovario maduro. Predominio de los ovocitos en vitelogénesis total (ovt) con poco espacio entre los elementos germinales. También se observan ovocitos del stock de reserva.

numeroso. En algún caso se observó mayor proporción de atresia que lo habitual. Los ovocitos en atresia provenían de ovocitos en vitelogénesis total. La pared aparece muy delgada, con un espesor de 40 a 80 μm .

Ovario desovado parcial (Fig. 5)

A primera vista puede ser confundido con un ovario maduro, ya que predominan en él ovocitos en vitelogénesis total. Sin embargo, realizando una observación más detallada se constata una menor distensión de las lamelas ovigeras, mayor espacio entre los ovocitos en desarrollo, los cuales se visualizan en diferentes estadios, restos hemorrágicos y la presencia de folículos post-ovulatorios (FPO). Son estas últimas estructuras

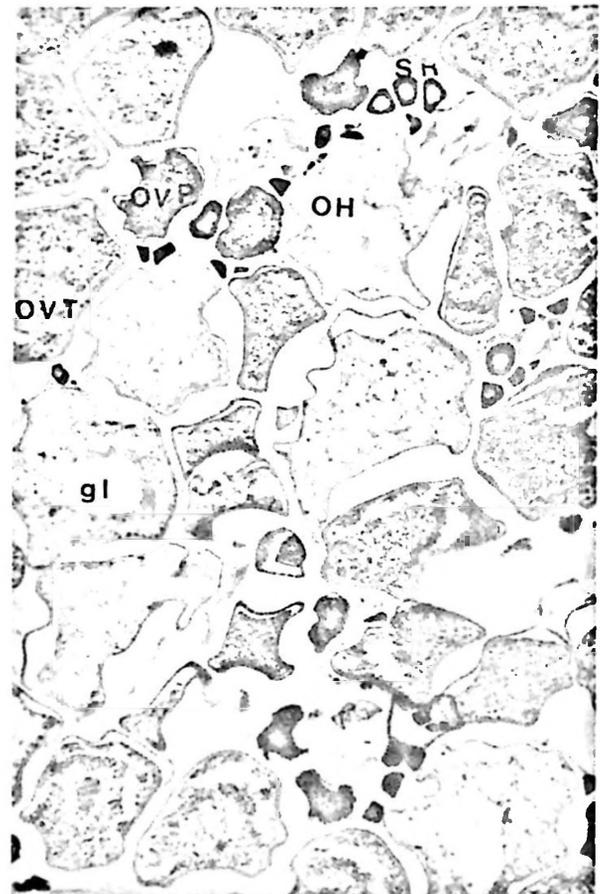


Figura 4. Estadios de madurez en ovarios de *Macrodon ancylodon*. Ovario hidratado. Se distinguen ovocitos que recién comienzan a hidratarse (oh), con gotas lipídicas (gl), ovocitos en vitelogénesis total (ovt), ovocitos en vitelogénesis proteica avanzada (ovp) y ovocitos del stock de reserva (sr).

las que aseguran la existencia de, por lo menos, un desove anterior. En aquellos cortes en que no se observan FPO se hace el diagnóstico de desovado parcial por la presencia de varias modas ovocitarias y por el estroma hemorrágico. La pared presenta un grosor de 40 a 160 μm .

Ovario regresivo (Fig. 6)

Este estadio se caracteriza por presentar dos tipos de ovocitos: stock de reserva, y en vitelogénesis total, la mayoría de los cuales presentan signos de atresia hipertrófica en diferentes etapas. El estroma está hemorrágico.

Dentro de este estadio hemos podido distinguir dos etapas según el predominio de cada tipo de ovocito arriba mencionado. En algunos casos

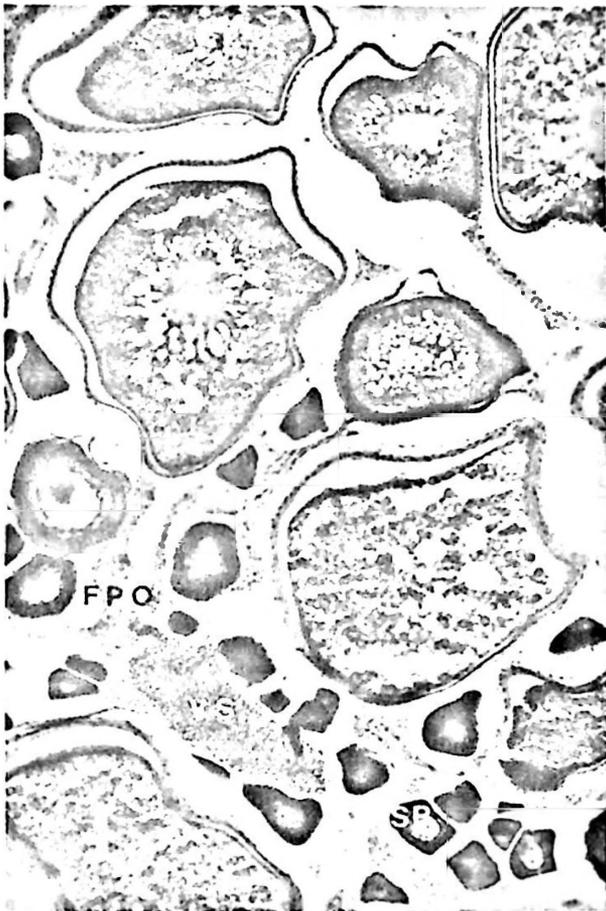


Figura 5. Estadios de madurez en ovarios de *Macrodon ancyllodon*. Ovario desovado parcial. Se observa un mayor espacio entre los elementos germinales. Predominio de ovocitos en vitelogénesis total y del stock de reserva (sr). Claves: vs, vaso sanguíneo; fpo, folículo postovulatorio.

la mayoría de los ovocitos se encuentran en vitelogénesis total, la mayoría de los cuales han entrado en atresia. La pared ovárica en estos casos presenta un espesor de 70-130 μm . En otros casos se vuelve a distinguir claramente la disposición de las lamelas ovigeras en cuyo interior se distingue una mayor separación entre los elementos germinales. Se observan pocos ovocitos en vitelogénesis total, los que también se encuentran en distintas etapas del proceso de atresia. A ellos se suman algunas imágenes de atresia no hipertrófica que provendrían de ovocitos en vitelogénesis lipídica. La mayoría de los ovocitos corresponden al stock de reserva. En diferentes zonas del epitelio germinal se observan nidos de gonias. La pared vuelve a ser muy gruesa, llegando a espesores de 360 μm (Fig. 7).

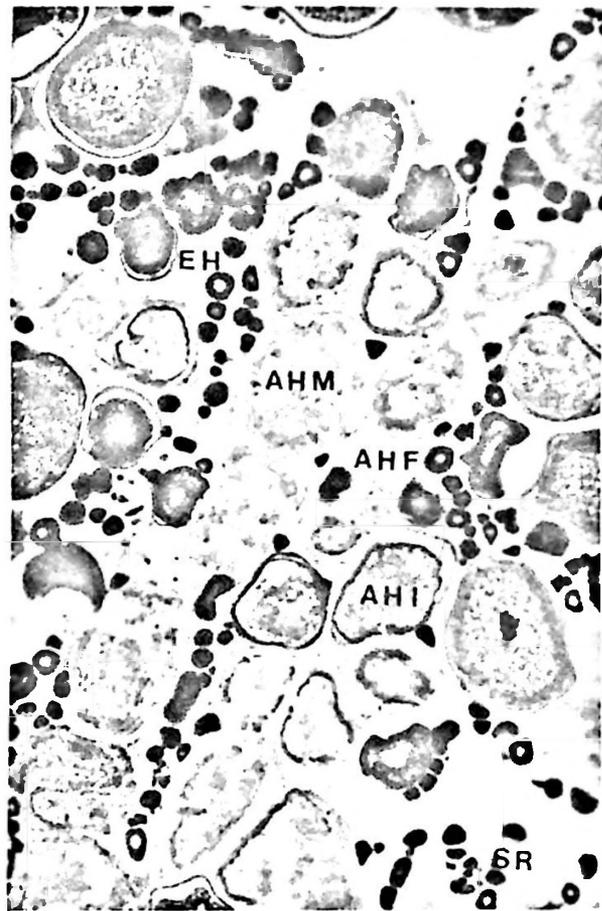


Figura 6. Estadios de madurez en ovarios de *Macrodon ancyllodon*. Ovario desovado parcial regresivo. Predominancia de ovocitos atrésicos provenientes de elementos en vitelogénesis total. Claves: ahi, atresia hipertrófica inicial; ahm, atresia hipertrófica media; ahf, atresia hipertrófica final; sr, stock de reserva; eh, estroma hemorrágico.

Curva gonadosomática

La curva gonadosomática obtenida a partir de los IGS de los ejemplares recolectados de *M. ancyllodon* se muestra en la figura 8. Se puede observar que durante los meses de agosto, septiembre y octubre se constatan valores bajos del IGS correspondientes a 1,6%, 1,8% y 2,8% respectivamente.

Entre octubre y noviembre ocurre un leve aumento en los valores de dicho índice, yendo desde 2,8% a 4,5%. De noviembre a diciembre existe un salto brusco en los valores de este índice que va desde 4,5% hasta 8,1% correspondiente al máximo de la curva. Luego de diciembre a enero se observa una caída del IGS de 8,1% a 5,1%, que se atenúa entre enero y febrero (de 5,1% a

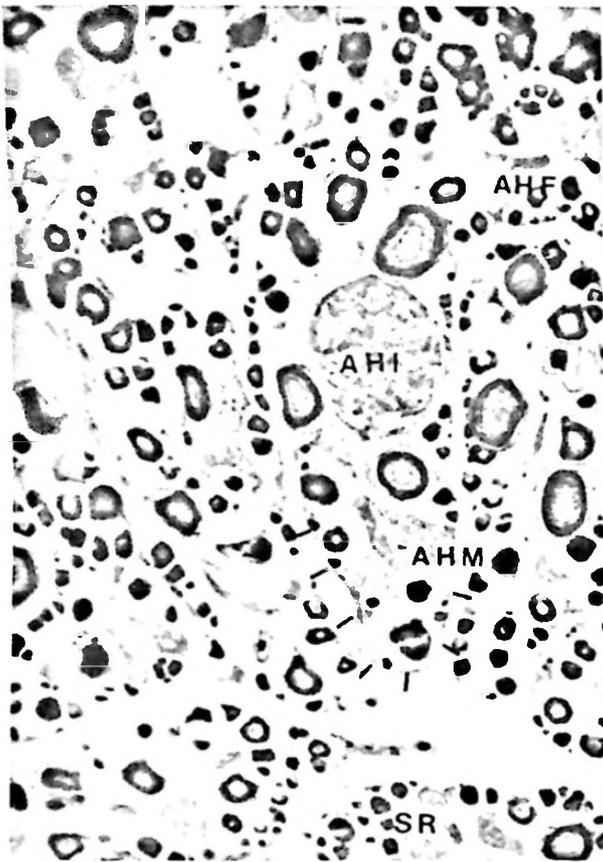


Figura 7. Estadios de madurez en ovarios de *Macrodon ancylodon*. Ovario desovado total en regresión. Se observa el límite de las lamelas ovigeras (flechas), las cuales están escasamente pobladas por elementos de reserva. Claves: sr, stock de reserva; ahi, atresia hipertrófica inicial; ahm, atresia hipertrófica media; ahf, atresia hipertrófica final.

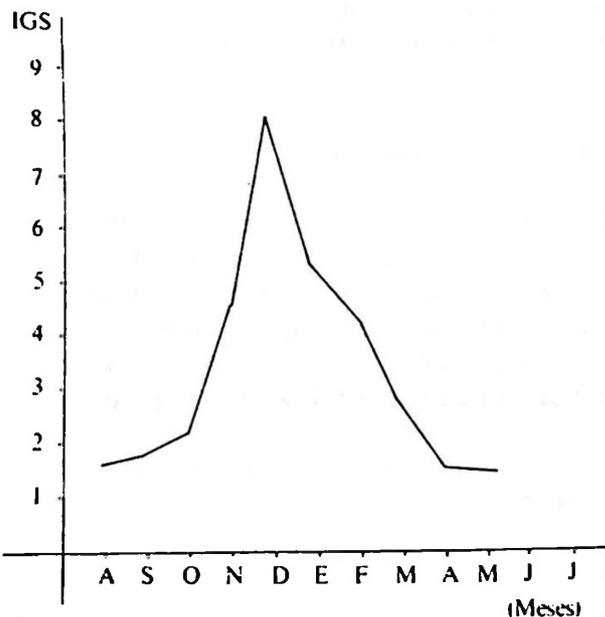


Figura 8. Valores del Índice Gonado-somático (IGS) en ovarios de *Macrodon ancylodon*, frente a las costas de Montevideo, entre agosto de 1982 y mayo de 1983.

4,3%) y vuelve a caer nuevamente entre febrero y abril, desde 4,3% a 1,6%. La curva no pudo completarse para los meses de junio y julio, ya que no se lograron muestras en dichos meses.

Ciclo ovárico

Para determinar el ciclo ovárico de la especie en estudio se tomó en cuenta en primer lugar los aportes brindados por la histología y los diferentes estadios de madurez diagnosticados. Sin embargo, el IGS resulta un valor indicador de tendencia y que permite completar los datos aportados por la histología, los cuales son los que definen claramente cada etapa, ya que muchas veces para un mismo valor de IGS corresponden dos estadios tan diferentes como recuperación y regresión, por ejemplo.

Así, hemos constatado que durante los meses de agosto, septiembre y octubre los ovarios presentan el estadio de recuperación y los valores del IGS son bajos (entre 1,6 y 2,8). A continuación se acentúa la actividad ovárica, hecho que se manifiesta histológicamente por la presencia de los estadios en maduración (noviembre y diciembre) y maduro e hidratado (noviembre a enero). Paralelamente se aprecia un aumento progresivo del IGS, el cual presenta su máximo para la muestra en el mes de diciembre. Posteriormente empiezan a aparecer los ovarios desovados parciales, cuya presencia es predominante en enero y febrero, los cuales se corresponden con un descenso leve del IGS. Finalmente, entre febrero y abril, se observa el estadio regresivo y a su vez el IGS cae bruscamente hasta alcanzar el valor mínimo de 1,6%.

Por lo tanto, del paralelismo entre los estadios histológicos y la variación del IGS podemos asumir que los ovarios de *Macrodon ancylodon* transcurren por 6 estadios que se relacionan cíclicamente entre sí. (Fig. 9).

DISCUSION

El biólogo generalmente utiliza la descripción macroscópica de las gónadas para establecer la época de reproducción y los diferentes parámetros reproductivos aplicables en biología pesquera. Generalmente, son tenidas en cuenta las gónadas femeninas, las cuales presentan va-

riaciones de tamaño, color y vascularización, más evidentes que los testículos.

Los datos de morfología externa pueden llevar a confusiones en cuanto al verdadero estadio en el cual se encuentran los ovarios de los peces. Así por ejemplo, en las especies de desove fraccionado es posible confundir desde el punto de vista macroscópico un ovario en maduración con un ovario desovado parcial que no presente hemorragias evidentes; también es difícil distinguir desovados parciales que tienen posibilidad de desovar nuevamente de aquellos desovados parciales que entran en la regresión.

Generalmente en las escalas de madurez externa no aparecen los estadios desovados parcialmente y menos aún los desovados parciales regresivos. Esto puede llevar a errores en lo que se refiere a la cuantificación del porcentaje de estadios mensuales y al estado reproductivo de la población.

Muchas veces autores que han trabajado con datos macro y microscópicos, ante la imposibilidad de distinguir externamente un ovario desovado parcial de uno en maduración, incluyen los dos estadios en uno solo, considerándolos como en maduración, (Christiansen, 1971; Haimovici, 1977).

En este sentido, la histología aparece como imprescindible, ya que permite hacer un diagnóstico preciso.

Hemos diagnosticado seis estadios de maduración, (ovario en recuperación, en maduración,

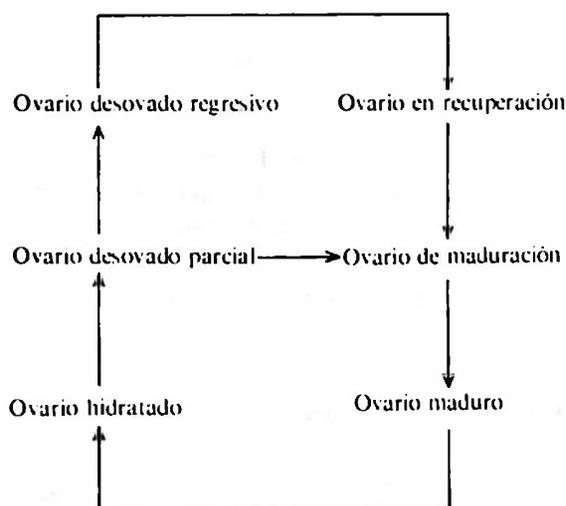


Figura 9. Ciclo anual de los estadios de maduración en ovarios de *Macrodon ancylodon* frente a las costas de Montevideo.

maduro, hidratado, desovado parcial y desovado regresivo), cada uno de los cuales presenta características propias y perfectamente identificables desde el punto de vista histológico. El estado regresivo es el que ha resultado más heterogéneo, ya que probablemente el origen de los dos subtipos descritos corresponden a diferentes puntos de origen. El primer subtipo parece haberse iniciado en un ovario desovado parcial que cumplió un último ciclo de maduración pero que no desovó, entrando sus ovocitos maduros en atresia. El segundo subtipo puede haberse iniciado de un ovario que cumplió todos los desoves por lo que agotó sus ovocitos maduros y que comenzó entonces la regresión.

Consideramos necesario realizar en el futuro la correlación macro-microscópica de los estadios ováricos, con el fin de determinar los estadios conflictivos; es decir, aquellos que externamente se diagnostican de una manera y microscópicamente de otra. Pensamos que dicho trabajo sería útil para el biólogo pesquero que se ve obligado a trabajar con grandes muestras y en condiciones que no permiten realizar un trabajo histológico inmediato.

Carácter del desove y modo de maduración ovárica

Cuando se hace referencia a un individuo dentro de una población de peces, se puede decir que hay dos modalidades básicas de comportamiento reproductor, la existencia de un desove total o la de un desove múltiple, fraccionado o parcial. En el desove total los ovocitos de un individuo se emiten juntos, de una sola vez, en la temporada de desove. Mientras que en el desove parcial los óvulos son desovados en tandas o grupos, durante la temporada de desove (Cassia *et al.*, 1979; Blaxter & Hunter, 1982).

El tipo de desove que ocurre en un individuo está estrechamente relacionado con el modo de maduración ovárica. Así, si la maduración es sincrónica, es decir que existe un lote de ovocitos que maduran a la vez y otro que se mantiene como stock de reserva, la especie tendrá un tipo de desova total (Treasurer & Holliday, 1981; Blaxter & Hunter, 1982).

En cambio, las especies de desova fraccionada presentan dos modalidades de maduración ovárica; el desarrollo asincrónico de los ovocitos

o el desarrollo grupo-sincrónico. En la primera, los diferentes lotes de ovocitos maduran continuamente y en forma asincrónica; en la segunda, grupos definidos de ovocitos maduran sincrónicamente en tandas (Yamamoto & Yoshioka, 1964; Lehri, 1968; Macer, 1974; Guraya *et al.*, 1975; Crossland, 1977).

Basándonos en los estudios histológicos realizados proponemos que el modo de maduración del ovario de *Macrodon ancylodon*, sería del tipo grupo-sincrónico, ya que se observan en él lotes o tandas de ovocitos en diferentes estadios de la vitelogénesis. Esto se constata en el estudio de los ovarios en maduración, maduros y desovados parciales.

Yamaguti (1967) realizó estudios macroscópicos de las gónadas de *Macrodon ancylodon*, entre las latitudes 28°S y 34°S, concluyendo que esta especie presenta un tipo de desove fraccionado.

El presente estudio confirma desde el punto de vista histológico estos resultados anteriores, y la especie presenta, frente a las costas de Montevideo, un tipo de desove fraccionado, ya que se observan estadios de desove parcial desde noviembre hasta febrero.

Ciclo ovárico

Del análisis de estadios ováricos relacionados con la curva gonadosomática, se puede determinar el ciclo histológico gonadal anual de una especie determinada, es decir las épocas de mayor intensidad en el mismo. Existe una relación entre la duración de la época, el tipo de desove y la latitud.

Así, en las especies de latitudes altas, donde el período estival es corto, se observa que las especies presentan generalmente un período de desove corto y definido y un tipo de desove total (Blaxter & Hunter, 1982; Cushing, 1975).

A medida que se avanza hacia el Ecuador, es decir en latitudes correspondientes a las zonas subtropical y tropical, el período de desove es más prolongado, pudiendo limitarse a una temporada más amplia pero definida, o durar todo el año como en las especies tropicales (Cushing, 1975).

Esta prolongación de la temporada de desove va acompañada, en ambos casos, de un tipo de desove fraccionado, lo cual constituiría una modalidad más eficiente de enfrentar los cambios

ambientales, no arriesgando todo el potencial reproductivo de una sola vez.

Con respecto a *Macrodon ancylodon*, Yamaguti (1967) concluye que para las costas de Santa Catarina y Río Grande do Sul (Latitudes entre 28°S y 34°S) presenta una época de desove que ocurre desde octubre a mayo.

Del análisis histológico de la muestra estudiada se desprende que *M. ancylodon* presenta para el Río de la Plata, frente a las costas de Montevideo, un período de puesta que se extiende desde noviembre hasta fines de febrero, época en la que predominan los ovarios maduros y desovados parciales.

Si tenemos en cuenta que esta especie presenta un tipo de desove fraccionado y que la extensión del período de puesta varía de 8 a 4 meses entre los 29° y los 35° de latitud sur, constatamos que presenta un modo de reproducción típicamente subtropical, y que a medida que la latitud es mayor, la extensión del período de puesta tiende a descender.

En lo que se refiere a la época de mayor intensidad en la puesta, Yamaguti (1967) observa para *M. ancylodon* la existencia de dos picos de mayor intensidad, uno en octubre y otro en marzo-abril.

No coincidimos con este último autor, ya que del presente trabajo, en el cual se realizaron colectas mensuales durante todo un año, surge la evidencia de un máximo en el desove de esta especie correspondiente al mes de diciembre.

En conclusión, hemos determinado el tipo de desove y el ciclo gonadal femenino para *Macrodon ancylodon*, para el Río de la Plata basándonos principalmente en la histología de los diferentes estadios de madurez, su distribución a lo largo del año y la correlación con el IGS. Estos datos permitirán estudios futuros aplicados a Biología Pesquera, tales como una escala que relaciona la macroscopía y la microscopía, el porcentaje de atresia en los diferentes estadios y un cálculo de fecundidad para la especie.

AGRADECIMIENTOS

A los Lics. Eduardo López y Cecilia Iannino por su colaboración en las colectas y en el procesamiento del material.

A la Lic. Ekaterina Scvortzoff por el aseso-

ramiento técnico en la parte fotográfica, por la traducción del abstract al inglés así como por su constante estímulo y apoyo.

LITERATURA CITADA

- BLAXTER, J.H.S. & J.R. HUNTER, 1982. The biology of clupeoid fishes. *Advances in Marine Biology*, 20: 1-223.
- CARPAS, T.I. 1964. Conocimientos actuales sobre la pesca y la biología de las especies marinas de importancia comercial en el sur de Brasil. CARPAS. Documento Técnico, 1: 1-13.
- CASSIA, M.C.; J.D. de CIECHOMSKY & H.E. CHRISTIANSEN, 1979. Estudios de reproducción y fecundidad de la sardina, *Brevoortia aurea* (Agassiz, 1829) Hildebrand, 1948 (Pisces: Clupeidae) y la comparación de dos métodos utilizados. *Physis*, Sección A, 38(94): 39-46.
- CORDO, H.D., 1986. Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981 IV. La pescadilla real (*Macrodon ancylodon*). Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, 1: 47-52.
- CROSSLAND, J., 1977. Seasonal reproductive cycle of *Chrysophrys auratus* (Forster) in the Hauraki gulf. *Netherlands Zelforsch Journal of Marine Freshwater Research*, II(1): 37-60.
- CUSHING D.H., 1975. Ecología marina y pesquerías. Editorial Acribia. 252 pp.
- CHRISTIANSEN H.E., 1971. Descripción histológica del ciclo del ovario de la merluza. *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 20: 5-41.
- GANTER P. & C., JOLLES. 1970. *Histochimie normale et pathologique*. Vol. II, Gauthiers-Villars, Paris. 1904 pp.
- GURAYA S.S., R. KAUR & P.K. SAXENA. 1975. Morphology of ovarian changes during the reproductive cycle of the fish, *Mystus tengara* (Ham). *Acta Anatomica*, 91: 222-260.
- HAIMOVICI M., 1977. Idade, crescimento e aspectos gerais da Biología da corvina rubia *Micropogon opercularis* (Quoy e Gaimard, 1824) (Pisces: Scianidae). *Atlántica* 2(1): 21-49.
- IANNINO C., 1983. Espermatogénesis en *Macrodon ancylodon* (Pisces: Sciaenidae). Resúmenes del VIII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. p. 100.
- JARDIM, L.F.A., 1973. Sienídeos marinhos da costa do Brasil Sul. (Acanthopterygii-Perciformes-Scienidae). *Comunicações del Museo de Ciencias. PUCRS. Serie Zoologia*, 3: 1-51.
- LANGERON M., 1949. *Précis de microscopie*. Septieme édition. Masson et Cie., Paris. 1430 pp.
- LEHRI, C.K. 1968. Cyclical changes in the ovary of the catfish *Clarias batrachus* (Linn.). *Acta Anatomica*, 69: 105-124.
- 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.
- NION H., 1985. Evaluación y perspectivas del Complejo Pesquero Uruguayo. 2. Análisis de la investigación biológico-pesquero en el Uruguay. Serie Investigaciones N° 22. Centro Interdisciplinario de estudios sobre el desarrollo. Uruguay. 161 pp.
- TANJI S., 1974. Estudo do conteúdo estomacal da pescada fogueite, *Macrodon ancylodon* (Bloch, 1801) e da corvina *Macropogon furnieri* (Desmarest, 1822) Jordan, 1884. *Boletim do Instituto de Pesca*, Santos 3(2): 21-36.
- TREASURER J.W. & F.C.T. HOLLIDAY. 1981. Some aspects of the reproductive biology of the perche *Perca fluviatilis*. A histological description of the reproductive cycle. *Journal of Fish Biology*, 18: 359-376.
- VAZZOLER A.E.A. de M., 1981. Manual de métodos para estudos biológicos da população de peixes, reprodução e crescimento. Brasília CNPq. Programa Nacional de Zoologia. 108 págs.
- VIZZIANO D., 1983. Ovogénesis de *Macrodon ancylodon*. (Pisces: Scianidae: Resúmenes del VIII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. p. 99.
- VIZZIANO D. & N. BEROIS. 1990. Histología del ovario de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Scianidae). Ovogénesis. Folículos post-ovulatorios. *Revista Brasileira de Biología* '90(2): 523-536.
- YAMAGUTI N., 1967. Desova da pescada fogueite. *Macrodon ancylodon* *Boletim Instituto Oceanografico*, Sao Paulo, 16(1): 101-106.
- YAMAMOTO, K. & H. YOSHIOKA. 1964. Rhythm of development in the oocyte of the medaka, *Orizias latipes*. *Bulletin. Faculty of Fisheries. Hokkaido University*, 5-23.

CICLO REPRODUCTIVO DE *CHORUS GIGANTEUS* (GASTROPODA: MURICIDAE) EN LA BAHIA DE CORRAL, VALDIVIA*

REPRODUCTIVE CYCLE OF *CHORUS GIGANTEUS* (GASTROPODA: MURICIDAE) AT CORRAL BAY, VALDIVIA*

Roberto Jaramillo** y Orlando Garrido**.

RESUMEN

Se estudió el ciclo reproductivo de *Chorus giganteus* (Lesson, 1829) en la Bahía de Corral, Valdivia (Lat. 39° 53' S; Long. 73° 22' W). Las hembras de la población presentaron un ciclo asincrónico y continuo, con desoves en los meses de enero, marzo, mayo y septiembre. Este fenómeno de reproducción continua tendría su explicación como consecuencia del desfase que ocurriría en la gónada de una misma hembra. Los machos por su parte, presentaron gametos maduros durante todo el año; sin embargo, ocurrió un aumento en el porcentaje de individuos en regresión durante el mes de abril, pudiendo este corto lapso de tiempo constituir un breve periodo de reposo gonadal que podría explicarse, más bien, como una disminución en la intensidad de la gametogénesis. Finalmente, se confeccionó una tabla de madurez gonadal para *Chorus giganteus*, de acuerdo a las características macro y microscópicas observadas en la gónada.

Palabras claves: Mollusca, Gastropoda, Muricidae, Reproducción, Histología.

ABSTRACT

The reproductive cycle of *Chorus giganteus* (Lesson, 1829) was studied at Corral Bay, Valdivia (Lat. 39° 53' S; Long. 73° 22' W). An asynchronic and continuous cycle was observed in the female population; spawning occurred in January, March, April and September. The male population shows mature spermatozoa all the year.

A gonadal maturity scale for *Chorus giganteus* was defined by means of macro and microscopic features of the gonad.

Key words: Mollusca, Gastropoda, Muricidae, Reproduction, Histology.

INTRODUCCION

La creciente importancia económica de los moluscos, principalmente muricidos, como rubro alimenticio para el país y últimamente de exportación, ha conducido a la explotación desmesurada de las poblaciones naturales de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1729) (loco) y más recientemente *Chorus giganteus* (caracol trumulco).

Las investigaciones realizadas acerca de la biología reproductiva de *Concholepas concholepas* han permitido obtener una adecuada información acerca del ciclo reproductivo, gametogénesis, ecología y conducta de este muricido (Avi-

lés & Lozada, 1975; Castilla, 1979; Castilla *et al* 1979; Gallardo, 1973, 1979, 1981; Guzmán *et al.*, 1972; Huaquín, 1966, 1979; Huaquín y Bustos, 1981; Ramorino, 1975, 1979). Sin embargo, *Chorus giganteus*, que ha sido objeto de un significativo aumento en su extracción durante los últimos años, es poco conocido en su actividad reproductiva.

El estudio del ciclo reproductivo, en los prosobranquios, ha permitido obtener variados resultados. En muchos prosobranquios, el ciclo es sincrónico, en la población es posible reconocer tres estados diferentes: reposo, gametogénesis activa y un estado de gametos maduros, (Giese & Pearse, 1977). En otros prosobranquios, no hay

* Proyecto DID/UACH. 1-85-44.

** Instituto de Embriología, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile.

sincronización en la liberación de los gametos en la población. Polant y Fishelson (1968) presentaron evidencias que indican que los machos de *Littorina littorea* (L) preceden en su maduración a las hembras. Otros prosobranquios en cambio, tienen ciclo reproductivo asincrónico en la población. Young & De Martini (1970) encontraron diferentes estados de la gametogénesis en gónadas de *Haliotis rufescens* (Swainson) recolectadas a través de todo el año en California. Situaciones similares a esto último fueron observadas por Houston (1971) en *Nucella emarginata* (L).

Similares observaciones de maduración asincrónica han sido reportadas para *Chorus giganteus* por Lépez (1981) en el litoral de Concepción y para *Concholepas concholepas* por Avilés & Lozada (1975) y Ramorino (1975).

Con el fin de obtener antecedentes que aporten al mayor conocimiento de la biología reproductiva de esta especie se realizó un estudio del ciclo reproductivo de ésta en la Bahía de Corral, Valdivia.

MATERIAL Y METODO

Especímenes maduros *Chorus giganteus*, fueron recolectados mediante buceo de fondo en el sector de Puerto Claro (Isla del Rey), en la Bahía de Corral (Lat. 39° 53' S; Long. 73° 22' W), en muestreos mensuales realizados entre octubre de 1983 y septiembre de 1984. Se extrajeron alrededor de 30 ejemplares cada mes, cuyo tamaño fluctuó entre 70 y 115 mm, totalizando un muestreo anual de 357 individuos.

La longitud de los ejemplares, se obtuvo midiendo la distancia entre el ápice de la primera vuelta de la concha y el canal sifonal. Posteriormente los individuos fueron desconchados con el fin de conocer el sexo y observar macroscópicamente el aspecto de la gónada. Luego, se extrajo un trozo de aproximadamente 10 mm de largo, 5 mm de ancho y 5 mm de espesor, desde la región media de la gónada; el cual fue fijado en Bouin Hollande, incluido en Histosec, cortado en secciones de 5 a 10 μ m, transversales al eje de la gónada y teñidos con Hematoxilina-Eosina.

Tabla I

Principales características de los estados de maduración sexual de *Chorus giganteus* en ejemplares de sobre 7 cms provenientes de Puerto Claro, Bahía de Corral, Valdivia.

HEMBRA	MACHO
<p>En madurez: Gónada color naranja. los ovocitos se encuentran en previtelogénesis, con inclusión de algunas plaquetas vitelinas y adheridos a la pared del folículo a través del pedúnculo.</p> <p><i>Madurez máxima:</i> Gónada de color amarillo y muy desarrollada, ovocitos en estado de vitelogénesis y desprendidos de la pared del folículo.</p> <p>REGRESION. Gónada color café oscuro, los folículos se encuentran reducidos o semivivos, con restos de vitelo, además se observan ovocitos libres en algunos folículos.</p>	<p>En madurez: Gónada color naranja, túbulos seminíferos con lumen reducido en cuyo interior se observan espermatozonias, citos I, citos II, y algunas espermátides.</p> <p><i>Madurez máxima:</i> Gónada de color amarillo, en el lumen del túbulo se encuentran células espermatogénicas desprendidas, con abundancia de espermatozoides maduros.</p> <p>REGRESION. Gónada color café oscuro, los túbulos se hallan reducidos con restos de espermátides y espermatozoides.</p>

RESULTADOS

Para la clasificación de los diferentes estados de maduración de la gónada, se utilizó el esquema de madurez sexual presentado por Avilés & Lozada (1975) para *Concholepas concholepas*, (Tabla 1) con algunas modificaciones para nuestro propósito, las cuales estuvieron dadas principalmente en el color de la gónada y la complementación de algunos detalles histológicos en la caracterización de los estados.

De acuerdo a los estados antes descritos, se pudo determinar que los ovarios de la población muestreada permiten distinguir cuatro períodos en el año, en los cuales el estado de regresión se presentó en más del 50% de la población de hembra (1A). Estos períodos corresponden a los meses de enero, marzo, mayo y septiembre. En los meses de marzo y mayo el 100% de las hembras muestreadas se encuentran en estado de regresión, mientras que en los meses de enero y septiembre este porcentaje fluctúa entre un 50 y 60% (Fig. 1A). Durante el mes de enero, se identifica el estado de regresión en un 58% de las hembras mientras que la población restante presenta el estado de madurez máxima (1B). En el mes de febrero se produce un rápido aumento de hembras con ovarios en madurez (1C) seguido por la presencia de un 100% de hembras en regresión durante el mes de marzo. Luego en abril hay un rápido incremento en el porcentaje de hembras en madurez máxima. Esta situación es seguida en mayo por un período de regresión en el 100% de las hembras muestreadas.

Durante junio, junto con la menor frecuencia de hembras en regresión se inicia la recuperación gonadal, que alcanza la máxima frecuencia de hembras en madurez en el mes de julio y luego se observa un aumento en el porcentaje de hembras en madurez máxima en agosto.

En septiembre ocurre una nueva etapa de regresión, con una frecuencia muy cercana a aquella de los individuos observados durante el mes de enero.

Respecto a la población masculina, el análisis de los testículos revela la presencia de espermatozoides maduros durante todo el año. Durante octubre y noviembre el porcentaje de individuos en madurez máxima llega al 90%, alcanzándose el 100% durante diciembre y enero. En el mes de febrero se observa una baja en la frecuencia de machos en madurez máxima, junto con un

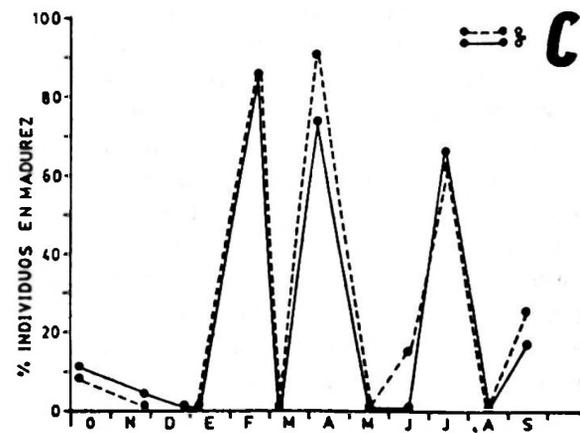
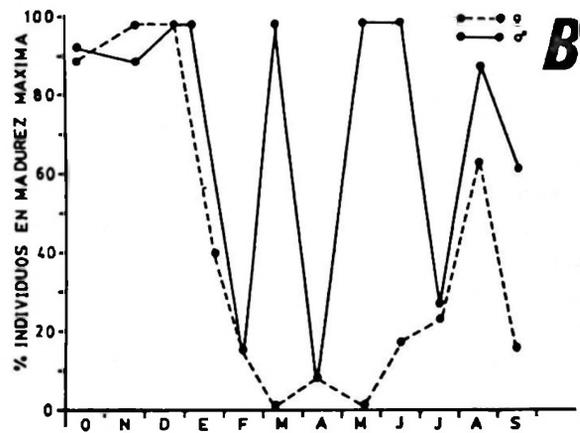
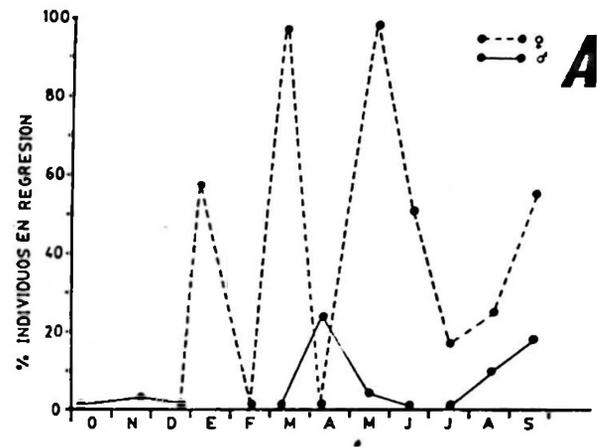


Figura 1. Variaciones mensuales en los índices reproductivos de *Chorus giganteus*. A. Porcentajes de individuos en estado de regresión gonádica. B. Porcentaje de individuos en estado de madurez máxima. C. Porcentaje de individuos en madurez intermedia.

notorio aumento en la frecuencia de individuos en estado de madurez, y en marzo, la totalidad de los machos alcanza el estado de madurez máxima. Durante abril, decae la frecuencia del estado de madurez máxima y se observa presencia del estado de regresión, período que puede representar un estado de relativo reposo del ciclo testicular. En mayo y junio el 90 a 100% de los individuos alcanza la madurez máxima, disminuyendo la frecuencia de este estado a un 66%, mientras que aumenta su porcentaje el estado de en madurez y regresión respectivamente, durante el mes de septiembre.

DISCUSION

En general, ocurre que en una población de un determinado invertebrado marino, es poco probable que un individuo en particular produzca gametos en forma continua a través del año (Gise & Pearse, 1977). Más bien, es esperable que entre dos ciclos gametogénicos sucesivos tenga lugar una pausa, aunque ésta pudiera ser muy breve. Sin embargo, la observación de los diferentes estados de maduración gonadal, entre los diferentes individuos de la población muestreada de *Ch. giganteus*, permiten considerar el proceso reproductivo, como un fenómeno continuo.

La población de hembras de *Ch. giganteus* presentó durante todo el año ejemplares en diferentes estados de maduración, hecho que también fue observado para la misma especie por Lépez (1981) en el litoral de Concepción y para *Concholepas concholepas* por Avilés & Lozada (1975) y Ramorino (1975) en Coquimbo y Valparaíso, respectivamente. Esto sugiere que las hembras de la población presentan un ciclo reproductivo continuo y que la maduración ocurre en forma asincrónica. Este fenómeno tendría su explicación por una parte, como una consecuencia del desfase que ocurriría en la gametogénesis entre los individuos y generaciones de individuos (Giese & Pearse 1977), y por otra parte, debido a que en la gónada de una misma hembra, es posible encontrar folículos en diferentes estados de madurez, indicando así que la gónada no madura uniformemente, sino que lo hace por zonas, por lo cual el desove en un mismo ejemplar sería prolongado (Avilés & Lozada, 1975).

La población de machos de *Chorus gigan-*

teus, al igual que los ejemplares de Concepción presentó individuos maduros a través de todo el año, observándose que los túbulos nunca estuvieron llenos de espermatozoides, ya que siempre fueron abundantes, las espermatogonias, espermatoцитos primarios y secundarios de manera similar a lo reportado por Lépez en Concepción (1981). Sin embargo, fue posible observar un alto porcentaje de machos en regresión durante el mes de abril, pudiendo este corto lapso de tiempo, constituir un breve período de reposo gonadal. Este hecho no fue observado por Lépez (1981) en la misma especie; Avilés & Lozada (1975) y Ramorino (1975) tampoco lo reportan para *Concholepas concholepas*. No obstante, Ramorino propone que si bien es cierto no habría un período de reposo gonadal, existiría una variación en la intensidad de la espermatogénesis durante el año, que explicaría los valores que indican una disminución en la cantidad de espermatozoides maduros en algunos meses del año.

Ahora bien, los espermatozoides no permanecen en la gónada una vez que han madurado, ya que son trasladados hasta la vesícula seminal en donde permanecen almacenados hasta el momento del apareamiento.

Por otra parte, el período de apareamiento podría ocurrir en cualquier momento del ciclo gonadal de la hembra, ya que si ésta no dispone de ovocitos maduros, los espermatozoides recibidos pueden ser guardados en el receptáculo seminal de la hembra, el cual es capaz de almacenar espermatozoides vivos durante un largo tiempo (Jaramillo, 1985). Histológicamente, este receptáculo está constituido por un epitelio de tipo glandular y con abundantes gránulos de secreción que se acumulan en la superficie del epitelio. La presencia de espermatozoides introducidos en estos gránulos secretorios, sugiere una posible función nutritiva por parte del receptáculo seminal, lo cual permitiría a las hembras disponer de espermatozoides aptos para la fecundación cada vez que hallan ovocitos maduros (Jaramillo, 1985). Esta probable función nutritiva del receptáculo seminal ha sido propuesta en especies de *Viviparus* por Ankel (1925), quién observó una supervivencia de las células germinativas masculinas hasta 5 meses después de la cópula; y también por Ramorino (1975) para el caso de *Concholepas concholepas*, donde hembras aisladas ovopositaron cápsulas con huevos recién fertilizados cuatro meses después de la cópula.

LITERATURA CITADA

- ANKEL, W. (1925). Zur befruchtungsfrage bei *Viviparus viviparus* nebst bemerkungen über die erste Reifungsteilung des Eies. *Senckerbergiana*, 7: 37-54.
- AVILÉS, S. y LOZADA, E. (1975). Estudio histológico del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) en Punta Salinas, Coquimbo. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, XLV: 207-218.
- CASTILLA, J. (1979). *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). posturas de cápsulas en el laboratorio y la naturaleza. *Biología Pesquera Chile*, 12: 91-97.
- CASTILLA, J. C., GUIADO & J. CANCINO (1979). Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera Chile*, 12: 99-144.
- GALLARDO, C. (1973). Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas*. Publicación ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, 16: 1-16.
- GALLARDO, C. (1979). El ciclo vital del muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones de vida en el bentos. *Biología Pesquera Chile*, 12: 79-89.
- GALLARDO, C. (1981). Posturas y estadios de eclosión del gastrópodo muricidae *Chorus giganteus* (Lesson, 1829). *Studies in Neotropical Fauna and Environment*, 16: 35-44.
- GIESE, A. y C. PEARSE. (1977). *Reproduction of Marine Invertebrates*. Vol. IV *Gastropoda* (Giese and Pearse Edit.) Academic Press N.Y.
- GUZMAN, E., M. AMIN & M. DELPIN. (1972). Análisis histológico del sistema reproductor masculino de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789). *Boletín Sociedad de Biología de Concepción*, XLV: 117-127.
- HOUSTON, R. (1971). Reproductive biology of *Thais canicula* (Deshayes, 1839) and *Thais emarginata* (Duclos, 1832). *The Veliger*, 13 (4): 348-357.
- HUAQUIN, L. (1966). Anatomía de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Gastropoda: Muricidae) Tesis de Grado. Escuela de Pedagogía. Universidad Católica de Chile 53 p. 24 figs.
- HUAQUIN, L. (1979). Análisis histológico del ovario de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789). (Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera Chile*, 12: 71-77.
- HUAQUIN, L. y E. BUSTOS-OBREGÓN (1981). Ultrastructural analysis of spermatid differentiation in *Concholepas concholepas*. *Archives Biology (Bruxelles)*, 92: 259-274.
- JARAMILLO, R. (1985). Estudio del ciclo reproductivo, gametogénesis y morfología espermática de *Chorus giganteus* en Puerto Claro, Isla del Rey, Valdivia. Tesis de Grado para optar al Grado de Magister en Ciencias. Universidad Austral de Chile. 75p.
- LÉPEZ, I. (1981). Ciclo reproductivo y fecundidad del caracol *Chorus giganteus* (Lesson, 1829). Informe final Proyecto N° 30807. Convenio Universidad de Concepción y Subsecretaría de Pesca.
- POLANT, B. y FISHELSON, L. *Littorina punctata* (Gmelin) and *Littorina meritoides* (Mollusca: Gastropoda) from Israel: Ecology and annual cycle of genital system. *Israel Journal Zoology*, 17: 145-160.
- RAMORINO, L. (1975). Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. *Revista de Biología Marina de Valparaíso*, 15(2): 149-177.
- RAMORINO, L. (1979). Conocimiento científico actual sobre reproducción y desarrollo de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae). *Biología Pesquera Chile*, 12: 59-70.
- YOUNG, J. y J. DE MARTINI (1970). The reproductive cycle, gonadal histology and gametogenesis of the red abalone, *Haliotis rufescens* (Swainson). *California Fish and Game*, 55(4): 298-309.

DETERMINACION DE EDAD Y ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO DEL CONGRIO DORADO, *GENYPTERUS BLACODES* (SCHNEIDER, 1801) (OSTEICHTHYES, OPHIDIIDAE) EN EL PACIFICO SUR ORIENTAL*

AGE AND GROWTH PARAMETERS DETERMINATION FOR THE KINGKLIP, *GENYPTERUS BLACODES* (SCHNEIDER, 1801) (OSTEICHTHYES, OPHIDIIDAE) AT THE SOUTH-EASTERN PACIFIC*

Javier Chong** y Mario Aguayo***

RESUMEN

Se entregan los resultados de un estudio de edad y crecimiento en el congrio dorado (*G. blacodes*), basado en la lectura de anillos anuales de crecimiento en los otolitos sagitales. Se analizó 3.720 pares de otolitos saculares, que corresponden a muestras de ejemplares recolectados mensualmente durante 1984, en el área de la pesquería sur-austral.

Se determinó la formación de un anillo opaco y otro hialino durante el año y una alta proporcionalidad entre el incremento en longitud del pez y el radio del otolito. Se discriminó hasta 16 anillos anuales en las hembras y 13 en los machos, detectándose un crecimiento diferencial entre los sexos.

La estimación de los parámetros de crecimiento se realizó mediante diferentes métodos de ajuste, utilizando como base el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, en su forma "generalizada" y "especial". El mejor ajuste para el crecimiento en longitud se obtuvo con el método no lineal, tanto en hembras como en machos.

	L_{∞}	k	t_0	
Hembras	134.8	0.14131	-0.67357	(especial)
	128.7	0.31683	-2.03588	(generalizada)
Machos	117.5	0.17955	-0.53808	(especial)
	111.6	0.43486	-1.60871	(generalizada)

Por su parte, el mejor ajuste de los parámetros de crecimiento en peso se obtuvieron con los métodos no lineal, para el caso "especial" y ETAL I para el caso "generalizado".

	W_{∞}	k	t_0	
Hembras	16.754.8	0.11531	-1.30768	(especial)
	11.677.4	0.32930	-1.92152	(generalizada)
Machos	12.463.0	0.11850	-1.54596	(especial)
	6.670.0	0.40819	-1.50320	(generalizada)

Palabras claves: anillo anual, otolitos, Bertalanffy, Ophidiidae.

ABSTRACT

An age and growth study was carried out on the kingklip, *G. blacodes*, base upon reading of the annual growth rings in the saccular otolith. Monthly samples were collected during 1984 in the sur-austral fishery area and 3.720 otolith pairs were examined. The annual deposition of an opaque and an hyaline ring were observed with a high correlation between the fish length and otolith radius. Sexual differential growth occurred, with up to 16 rings in female and 13 rings in males. Growth parameters based upon the "special" and "general" Bertalanffy growth models were determined by different methods. The best length growth fit was obtained with the non-linear methods in both sexes.

*Contribución 11/89 Sede Talcahuano, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Departamento de Ciencias del Mar, Sede Talcahuano, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 127, Talcahuano, Chile.

***División de Recursos, Instituto de Fomento Pesquero, Casilla 1287, Santiago, Chile.

	L_{∞}	k	t_0	
Female	134.8	0.14131	-0.67357	(special)
	128.7	0.31683	-2.03588	(general)
Male	117.5	0.17955	-0.53808	(special)
	111.6	0.43486	-1.60871	(general)

Meanwhile, the best weight growth fit was obtained with non-linear ("special" type) and with ETAL I ("general" type) methods:

	W_{∞}	k	t_0	
Female	16.754.8	0.11531	-1.30768	(special)
	11.677.4	0.32930	-1.92152	(general)
Male	12.463.0	0.11850	-1.54596	(special)
	6.670.0	0.40819	-1.50320	(general)

Key words: annual mark, otoliths, Bertalanffy, Ophidiidae.

INTRODUCCION

Genypterus ha sido señalado sólo para el Hemisferio Sur: costas de Sudamérica, Sudáfrica, Australia, Tasmania y Nueva Zelandia (Regan, 1903; Norman, 1937, 1966; Cohen & Nielsen, 1978). *G. blacodes*, es la especie que tiene la distribución geográfica más amplia y se encuentra en todas las localidades citadas para el género, excepto Sudáfrica.

En Chile, los antecedentes biológicos-pesqueros de esta especie son escasos y puntuales. La mayoría se han obtenido en la última década y están relacionados con la actividad pesquera extractiva que se desarrolla en la zona sur-austral. Estos estudios incluyen el análisis del ciclo reproductivo mediante índice gonadosomático (IGS) y macroscópico, estructura de tallas y edad de las capturas, capturas por unidad de esfuerzo (abundancia relativa), evaluación del stock en el área de la pesquería de arrastre y estimación de capturas totales permisibles (Aguayo et al., 1985, 1986, 1987; Aguayo & Zuleta, 1988).

Las capturas de congrio dorado, hasta 1979 se realizaban sólo en la zona pesquera centro-sur de Chile (San Antonio-Corral) y eran casi en su totalidad artesanales, el desembarque no sobrepasaba las 2.000 toneladas anuales a lo largo del litoral chileno (Anónimo, 1987). Sin embargo, al promulgarse el DL. 500 (3 de junio de 1974) se autorizó la actividad de barcos extranjeros al sur del paralelo 37° S y hasta las 200 millas náuticas (m.n.) hacia el oeste, que se dedicaron a la extracción de peces demersales, en especial *Merluccius australis* (Hutton), *Macruronus magellanicus* Lonnberg y *Genypterus blacodes* (Schneider).

El conocimiento de la estructura por edades del stock de *G. blacodes* y la dinámica de crecimiento de los individuos, es indispensable para la aplicación de modelos analíticos que permitan ir conociendo el estado de situación del recurso y estimar capturas totales permisibles.

El hecho de disponer de información biológico-pesquera y de muestras de otolitos de congrio recolectadas por el Instituto de Fomento Pesquero en la pesquería sur austral, hizo factible el presente estudio.

MATERIALES Y METODOS

Se analizó otolitos saculares de congrio dorado correspondientes a ejemplares procedentes de capturas comerciales de barcos factorías que operaron en la zona sur austral en 1984. Se examinó 3.720 pares de otolitos de especímenes cuyas tallas fluctuaron entre 29 y 135 cm en los machos y entre 32 y 146 cm en las hembras (Tabla 1). A cada uno de los ejemplares se les registró el largo total (LT) en mm, el peso en g y sus otolitos fueron extraídos y guardados secos en sobres etiquetados.

El grosor y opacidad de los otolitos en el congrio dorado imposibilita la lectura directa, incluso previa hidratación. Por esta razón fue necesario pulirlos suavemente con lija, Norton N°s 320, 280 y 220, después de haberlos hidratado durante más de 24 hrs. El pulido se efectuó desde el centro hacia los extremos rostral y caudal del otolito y en algunos casos por toda la cara interna para poder observar con claridad los anillos de crecimiento. Este tratamiento es lento y delicado,

Tabla I

Número de otolitos de congrio dorado (*G. blacodes*) analizados en este estudio, muestreados en 1984.

Meses	Hembras	Machos	Legibles	Ilegibles
Marzo	115	133	215	33
Abril	237	346	526	57
Mayo	316	206	483	39
Junio	172	203	330	45
Julio	127	193	287	33
Agosto	199	151	318	32
Septiembre	202	193	361	34
Octubre	241	110	312	39
Noviembre	156	114	240	30
Diciembre	140	166	279	27
Totales	1.905	1.815	3.306	369

pero es la única manera de discernir los anillos anuales y medirlos, para poder aplicar el retrocálculo.

Las mediciones del otolito y el análisis de la naturaleza del borde se efectuaron en el otolito izquierdo pulido, pero cuando no fue posible hacerlo en él, se efectuaron en el otolito derecho. Se consiguió una mayor discriminación de los anillos al teñir con tinta negra indeleble la cara externa de las sagitas. En la denominación del borde del otolito se ha seguido la nomenclatura de Dannevig (1933): O = anillo opaco ancho, o = anillo opaco angosto, H = anillo hialino ancho, h = anillo hialino angosto.

La lectura de los otolitos se realizó con un estereomicroscopio NIKON SMZ 8, con 10x de aumento. El diámetro de los otolitos y de los anillos de crecimiento se hicieron desde el focus o núcleo al borde rostral respectivo y se utilizó un micrómetro ocular de 100 divisiones, donde cada división equivale a 100 micrones o 0,1 mm (d.mm). Las observaciones se hicieron con luz incidente, con la cual las zonas de mayor densidad se ven blancas u opacas por reflexión de la luz y las de menor densidad, oscuras o hialinas por absorción de ella.

La validación del método de lectura de otolitos se efectuó analizando: a) la proporcionalidad entre el incremento en longitud del pez y la del otolito sacular basado en la distancia núcleo-rostro, utilizando la regresión funcional del tipo $Y = u + vX$ (Ricker, 1973). b) la periodicidad en la formación de los anillos de crecimiento anual

mediante el examen de la distribución mensual del material hialino y opaco en el borde de los otolitos (Dannevig, 1933).

La determinación de tallas promedios del pez a diferentes edades se efectuó por retrocálculo. Para tal efecto se utilizó regresiones potenciales funcionales inversas establecidas para la relación longitud total del pez y el radio (núcleo-rostro) del otolito.

Para la estimación de los parámetros de crecimiento se utilizó el modelo de Von Bertalanffy (1934, *vide* Beverton & Holt, 1957) que considera el incremento en tamaño de un individuo como resultado de los procesos de anabolismo y catabolismo, cuya expresión es:

$$dw / dt = H W^d - K W^m$$

donde H y K son las constantes de anabolismo y catabolismo, respectivamente. Las potencias d y m representan las proporciones del peso en función de las cuales varía el anabolismo y catabolismo. En su experimento de laboratorio con "guppies", Von Bertalanffy (1934-1938; *vide* Pauly, 1984) determinó valores de 2/3 para d y de 1 para m. De esta forma la expresión anterior integrada y linearizada por Beverton & Holt (1957), dio origen a las ecuaciones conocidas como el "caso especial" de la fórmula de crecimiento de Von Bertalanffy.

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (1)$$

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b \quad (2)$$

Debido a la dificultad de estimar directamente el valor de "d", la potencia del peso en función de la cual varía el metabolismo (consumo de O_2), Pauly (1981) propuso hacerlo en forma indirecta mediante una relación entre esta potencia y un factor de superficie relacionado con el crecimiento de las branquias, suponiendo que el área superficial de las branquias es la superficie que limita el crecimiento de los peces.

Pauly (1981, 1984) encontró para diferentes especies de peces una relación empírica entre d y el logaritmo de su peso máximo, expresada por la relación lineal:

$$d = 0,684 + 0,1357 \log W_{\max}$$

y como

$$D = 3(1 - d)$$

entonces

$$D = b(1 - (0,674 + 0,1357 \log W_{\max})) \quad (3)$$

donde el valor de $b = 3$ en el caso de crecimiento isométrico y d diferente a 3 en el caso de crecimiento alométrico.

Cuando $d = 2/3$ y $m = 1$, entonces $D = 1$ que corresponde a las ecuaciones (1) y (2). Para la forma "generalizada" de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy (D distinto de 3) las expresiones son las siguientes:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-KD(t-t_0)})^{1/D} \quad (4)$$

y

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-KD3/b(t-t_0)})^{b/D} \quad (5)$$

En el ajuste de los parámetros de la ecuación de crecimiento para el caso especial, se empleó en primer lugar el método de Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975) que entrega estimaciones de L_{∞} y k. Estos valores se utilizaron como estimados iniciales para el uso de otros métodos más precisos, como el de Allen (1966), que se sustenta en la siguiente ecuación.

$$L_{t+1} = L_{\infty} e^{(Kt_0)} e^{(-Kt)} \quad (6)$$

Una tercera aproximación se realizó con un método no lineal que emplea un procedimiento iterativo de Gauss Newton (Hartley, 1961).

En el ajuste de los parámetros de la ecuación generalizada se empleó el programa ETAL 1 implementado por Gauschutz *et al.* (1980), el cual básicamente incorpora en parte el diagrama de Von Bertalanffy, cuyas ecuaciones linearizadas para longitud y peso son:

$$\ln(1 - L_t^D / L_{\infty}^D) = KDt_0 - KDt \quad (7)$$

y

$$\ln(1 - W_t^{D/b} / W_{\infty}^{D/b}) = (KDt_0)^{3/b} - (KDt)^{3/b} \quad (8)$$

Este método se inicia con un valor de prueba de L_{∞} o W_{∞} , realizando iteraciones hasta que el coeficiente de determinación sea máximo, lo cual indica que se ha encontrado la mejor línea de regresión.

Otro método para el ajuste de parámetros es el no lineal, ya mencionado en el caso que D sea igual a 1, el cual además acepta la incorporación de diferentes valores de este parámetro.

RESULTADOS

Determinación de edad

La determinación de edad implica en primer término establecer los requisitos básicos que aseguren la validez del método de lectura de anillos de crecimiento anual en los otolitos de *G. blacodes*; para tal efecto se analizó:

- Proporcionalidad entre el incremento en longitud del pez y el del otolito. Para conocerla, se correlacionó la longitud total del pez (LT , cm) con la distancia núcleo-rostro o radio del otolito (R_o , d.mm). Las funciones con mejor ajuste en las observaciones fueron las de tipo potencial funcional. Las ecuaciones calculadas para machos (Fig. 1) y hembras (Fig. 2) son:

$$\text{Machos: } R_o = 2,9376 LT^{0,72272} \quad r=0,8503$$

$$\text{Hembras: } R_o = 3,0031 LT^{0,71878} \quad r=0,8114$$

La comparación entre las regresiones de machos y de hembras para esta relación

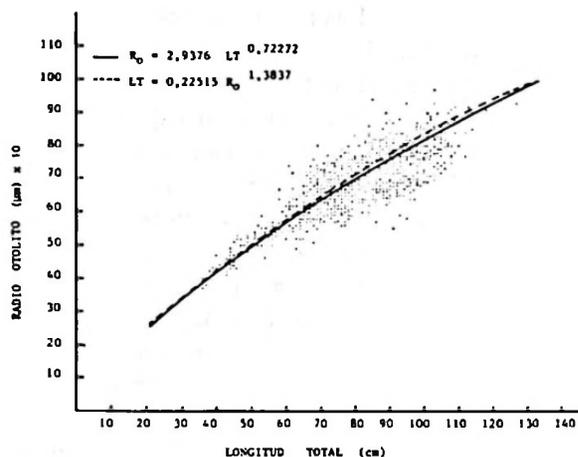


Figura 1. Regresiones potenciales funcionales entre el radio del otolito sacular (R_0) y la longitud total (LT) de *Genypterus blacodes*, macho.

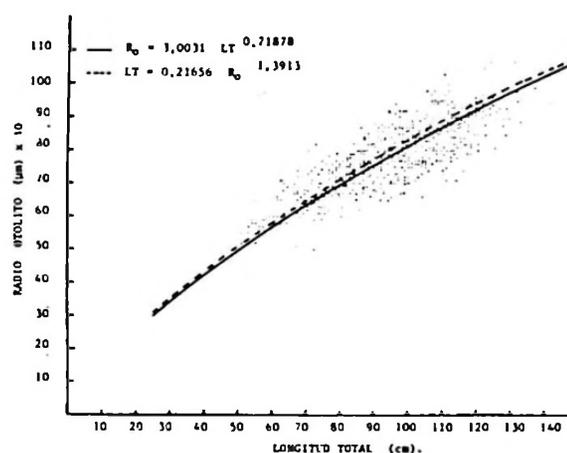


Figura 2. Regresiones potenciales funcionales entre el radio del otolito sacular (R_0) y la longitud total (LT) de *Genypterus blacodes*, hembra.

Tabla 2

Radio promedio de los anillos anuales y longitudes promedio retrocalculadas de congrio dorado (*G. blacodes*): a) machos b) hembras.

a) machos

Anillo (anual)	Radio anillo (micrones)	Long. pez (cm.)	Desviación estándar	Número de observaciones
1	316.6	26.8	3.237	1.645
2	455.3	44.4	3.225	1.561
3	543.2	56.6	3.285	1.542
4	607.5	66.1	6.438	1.428
5	657.2	73.7	3.203	1.211
6	698.2	80.2	4.001	852
7	733.8	85.7	4.081	552
8	764.6	90.9	4.331	312
9	798.8	96.6	4.466	152
10	828.1	101.5	4.406	62

b) hembras

Anillo (anual)	Radio anillo (micrones)	Long. pez (cm.)	Desviación estándar	Número de observaciones
1	313.2	26.1	2.564	1.585
2	454.1	43.8	3.159	1.452
3	544.5	56.3	3.366	1.437
4	613.3	66.5	3.545	1.410
5	666.3	74.6	3.835	1.297
6	712.5	81.9	4.032	993
7	751.6	88.2	4.322	802
8	786.4	94.0	4.410	601
9	817.2	99.5	4.179	378
10	851.9	104.3	4.697	236
11	872.1	108.5	4.763	144
12	895.7	112.6	4.388	75
13	917.4	116.4	3.949	34
14	928.9	118.5	3.018	9

(pendiente e intercepto) se realizó por análisis de covarianza, cuyo resultado para $p < 0,025$, indica que son diferentes.

Los valores de F obtenidos fueron:

$$F = 8,95776 \quad (\text{caso de igual intercepto})$$

$$G.L. = 2,082$$

$$F = 1,13174 \quad (\text{caso de igual pendiente})$$

$$G.L. = 2,082$$

Sin embargo, para efectos de retrocálculos de longitudes de peces a edades pretéritas se ha utilizado las ecuaciones potenciales funcionales inversas siguientes:

$$\text{Machos: } LT = 0,22515 R_0^{1,3837} \quad r=0,850$$

$$\text{Hembras: } LT = 0,21656 R_0^{1,3913} \quad r=0,811$$

b) Periodicidad en la formación de los anillos

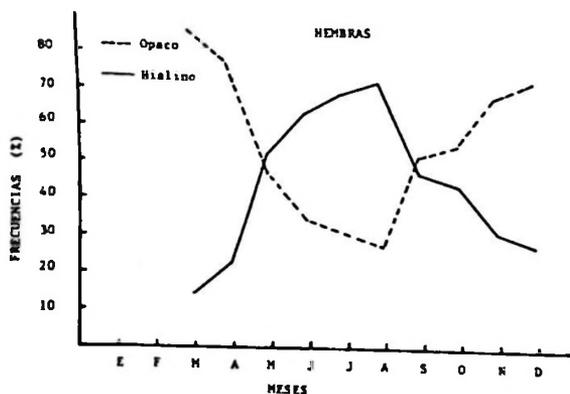
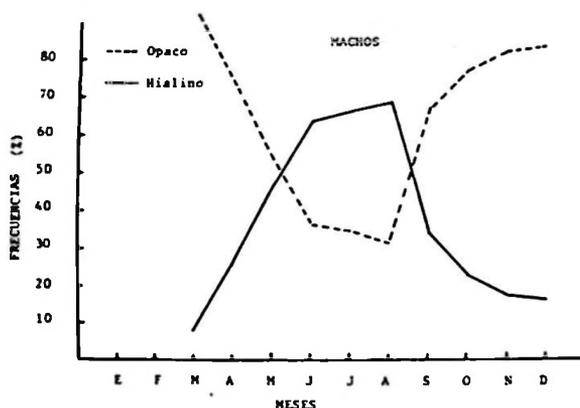


Figura 3. Distribución mensual de frecuencias de bordes hialinos y opacos de los otolitos saculares de machos y hembras de *Genypterus blacodes*.

de crecimiento. Las fluctuaciones del tipo de borde durante los meses analizados, así como la frecuencia mensual de cada uno, para ambos sexos, se entrega en la Fig. 3. Se observa claramente la formación del anillo hialino durante la estación invernal, con un máximo en agosto. Por su parte, el anillo opaco alcanza su máxima frecuencia en primavera y verano, lo que marca una notoria estacionalidad en la formación del anillo hialino anual considerado para los efectos de determinación de edad por retrocálculo.

c) Examen de anillos anuales. Las marcas anuales de crecimiento se observan bien en los otolitos pulidos y sin previo tratamiento son observables sólo los 2-3 primeros anillos en las sagitas. Precediendo al primer anillo anual, generalmente bien nítido, se presentan dos anillos pequeños que han sido considerados preanillos.

Se contaron hasta 14 anillos hialinos en los machos y 16 en las hembras. En la Fig. 4, se presenta la frecuencia de los radios (núcleorostro) de los anillos hialinos, los que indican una distribución unimodal con un amplio rango de longitud y una gran sobreposición en las edades superiores.

d) Estimación de tallas promedios del pez a edades diferentes. En la Tabla 2, se presentan los radios promedios de los anillos anuales y las respectivas longitudes promedio retrocalculadas de los peces con sus correspondientes intervalos de confianza, para un nivel de 5% de significancia.

Estimación de los parámetros de crecimiento

El hallazgo de diferencias significativas en el crecimiento entre los sexos implicó la estimación de tales parámetros en forma independiente, para hembras y para machos.

Crecimiento en longitud

En la estimación de los valores de D, para los machos y las hembras, se utilizó una muestra de 19 valores de pesos máximos observados entre

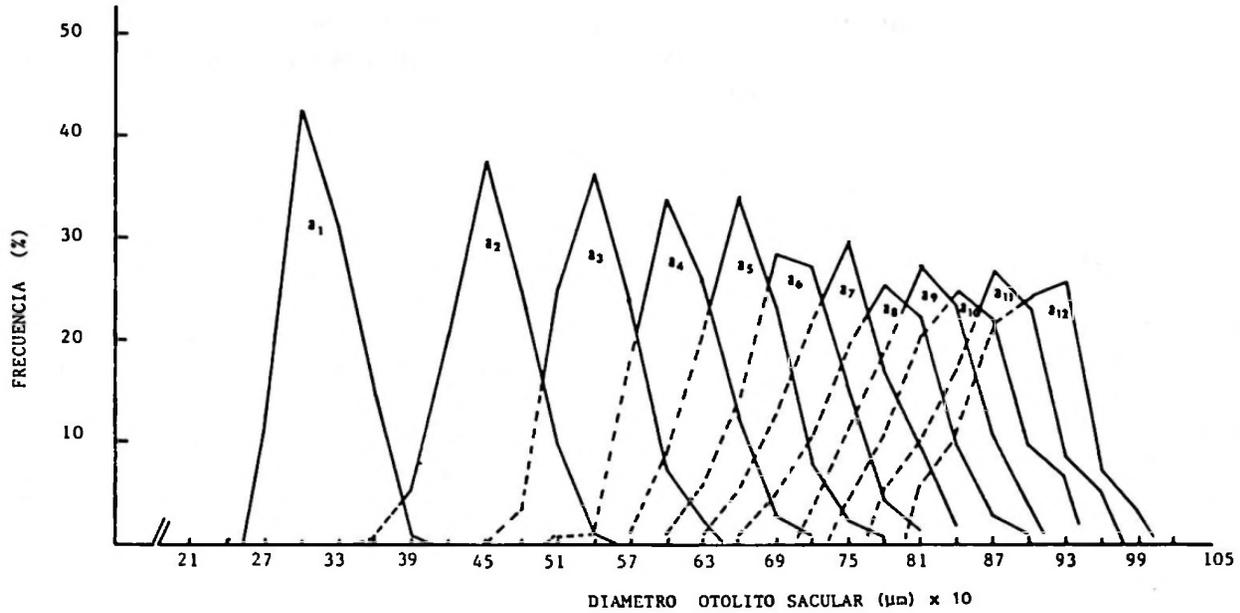


Fig. 4. Distribución de frecuencias de los radios (R_n , micrones) de los anillos hialinos anuales (a_1, a_{12}) correspondiente a las respectivas edades en *Gerypterus blacodes*.

Tabla 3

Valores estimados para los parámetros de crecimiento en longitud mediante diferentes métodos de ajuste para el congrio dorado (*G. Blacodes*): a) machos y b) hembras.

a) machos

	Métodos de ajuste				
	Allen (1)	No lineal (1)	FIAL I (1)	FIAL I (2)	No lineal (2)
L_{∞} (cm)	117.8	117.5	119.5	112.3	111.6
K	0.17879	0.17955	0.17273	0.40556	0.43486
t_0	-0.54025	-0.53808	-0.55986	-1.50309	-1.60871
$s_{L_{\infty}}$	5.126	4.31	----	----	4.00619
s_K	0.02082	0.01643	----	----	0.04051
s_{t_0}	0.07169	0.14923	----	----	0.27997
SC*	17.63	14.00	15.56	28.45	23.93
r^2	----	----	0.997	0.995	----

(1) D = 1; (2) D = 0.58; *Suma de cuadrado

b) hembras

	Métodos de ajuste				
	Allen (1)	No lineal (1)	FIAL I (1)	FIAL I (2)	No lineal (2)
L_{∞} (cm)	134.8	134.8	136.1	128.8	128.7
K	0.14135	0.14131	0.13826	0.32931	0.31683
t_0	-0.67725	-0.67357	-0.68236	-1.92118	-2.03588
$s_{L_{\infty}}$	4.358	2.71225	----	----	2.8438
s_K	0.01326	0.00775	----	----	0.02051
s_{t_0}	0.06697	0.11454	----	----	0.24073
SC*	17.83	18.04	17.96	43.44	37.32
r^2	----	----	0.998	0.995	----

(1) D = 1; (2) D = 0.57; *Suma de cuadrados

1985 y 1986, obteniéndose para un peso máximo promedio de 15.100 g. en hembras un $D=0,57$ y en machos un $D=0,58$ correspondiente a un peso máximo promedio de 10.500 g.

En el ajuste de los parámetros de crecimiento en longitud, para machos y hembras, el método que entregó mayor precisión, tanto para $D=1$ como para $D < 1$ fue el no lineal (Tabla 3).

El programa ETAL 1 no entrega estimaciones de los errores estándares de los parámetros de crecimiento, sino que la suma de cuadrados residuales (SCR) y el coeficiente de determinación (r^2).

Los mejores ajustes de los parámetros de crecimiento en machos, tanto para el caso "espe-

cial" como para el "generalizado" se logró con el método no lineal. Las ecuaciones que los representan son:

$$L_t = 117,5 \text{ cm} (1 - e^{-0,17955(t-0,53808)}) \quad (9)$$

$$L_t = 111,6 \text{ cm} (1 - e^{-0,43486 \cdot 0,58(t + 1,60871)})^{1/0,58} \quad (10)$$

En la Tabla 3 se puede apreciar que para las hembras, los métodos de Allen y no lineal presentan sumas de cuadrados residuales muy similares en el caso especial. Sin embargo, los errores estándar de la longitud asintótica (sL_{∞}) y del coeficiente de crecimiento (sk) son inferiores para el segundo. En el caso "generalizado" el ajuste no lineal presenta una mayor precisión que el ETAL

Tabla 4

Longitudes promedio observadas y estimadas, según edad y de acuerdo a distintos métodos, para (*G. blacodes*): a) machos y b) hembras.

a) machos

Edad (años)	L. observada (cm)	L. estimada (Allen)(1)	L. estimada (No lineal)(1)	L. estimada (No lineal)(2)
1	26.8	28.4	28.3	31.7
2	44.4	43.0	43.0	45.9
3	56.6	55.3	55.2	58.5
4	66.1	65.5	65.5	69.1
5	73.7	74.8	74.0	77.8
6	80.2	81.2	81.2	84.9
7	85.7	87.2	87.1	90.6
8	90.0	92.2	92.1	95.1
9	96.6	96.4	96.3	98.7
10	101.5	99.9	99.8	101.5

b) hembras

Edad (años)	L. observada (cm)	L. estimada (Allen)(1)	L. estimada (No lineal)(1)	L. estimada (No lineal)(2)
1	26.1	28.4	28.4	28.3
2	43.8	42.4	42.4	40.5
3	56.3	54.6	54.6	52.1
4	66.5	65.2	65.2	62.7
5	74.6	74.3	74.3	72.2
6	81.9	82.3	82.3	80.6
7	88.2	89.2	89.2	87.9
8	94.0	95.2	95.2	94.1
9	99.5	100.5	100.4	99.5
10	104.3	105.0	105.0	104.1
11	108.5	108.9	108.9	108.0
12	112.6	112.3	112.3	111.3
13	116.4	115.3	115.3	114.1
14	118.5	117.9	117.8	116.5

1. Por consiguiente, las ecuaciones más representativas en ambos casos, para las hembras son:

$$L_t = 134,8 \text{ cm } (1 - e^{0.14131(t+0.67357)}) \quad (11)$$

$$L_t = 128,7 \text{ cm } (1 - e^{0.31683 \cdot 0.57(t+2.03588)})^{1/0.57} \quad (12)$$

Los valores de edad-longitud promedio observados y estimados se entregan en la Tabla 4.

Crecimiento en peso

En el ajuste de los parámetros de la ecuación de crecimiento en peso, el método no lineal para $D=1$ aparece como el de mayor precisión, con valores residuales menores tanto para machos como para las hembras. En el caso de D diferente de 1 se aplicó el programa ETAL 1, el cual entregó valores de W_{∞} menores que para el caso espe-

cial. Sin embargo, en general son bastante coincidentes con los valores promedios máximos observados.

En la Tabla 5 se entregan las estimaciones de los parámetros de crecimiento en peso para machos y hembras.

El método no lineal es el que presenta un mejor ajuste de los parámetros de crecimiento en peso cuando $D=1$, puesto que la suma de cuadrados es casi un 100% menor que el método de Allen y en un porcentaje algo menor para el programa ETAL 1. Para $D=0,58$ el único programa de ajuste disponible fue este último, de manera que las ecuaciones que mejor representan el caso "especial" y el "generalizado", para los machos son:

$$W_t = 12.463 \text{ g } (1 - e^{0.1185(t+1.54596)}) \quad (13)$$

$$W_t = 6.670 \text{ g } (1 - e^{0.40819 \cdot 0.58 \cdot 3/3.14(t+1.5032)})^{3.14/0.58} \quad (14)$$

Tabla 5

Valores estimados para los parámetros de crecimiento en peso mediante diferentes métodos de ajuste para el congrio dorado (*G. Blacodes*): a) machos y b) hembras.

a) machos

	Métodos de ajuste			
	Allen(1)	No lineal(1)	ETAL 1(1)	ETAL 1(2)
W _∞ (g)	7.687.1	12.463.0	8.109.6	6.670.0
K	0.17955	0.11585	0.17273	0.40819
t ₀	-0.53786	-1.54596	-0.55996	-1.5032
√W _∞	---	2.117.1	---	---
√K	0.01699	0.01612	---	---
W ₀	0.14918	0.38298	---	---
SC*	125.889	65.280	101.187	374.160
r ²	---	---	0.9971	0.9946

(1) D = 1; (2) D = 0.58; *Suma de cuadrados

b) hembras

	Métodos de ajuste			
	Allen(1)	No lineal(1)	ETAL 1(1)	ETAL 2(2)
W _∞ (g)	13.593.0	16.754.8	14.044.0	11.677.4
K	0.14132	0.11531	0.13826	0.32930
t ₀	0.67341	-1.30768	-0.68265	1.92152
√W _∞	446.5	774.4	---	---
√K	0.07620	0.00548	---	---
W ₀	0.11404	0.19326	---	---
SC*	214.230	45.205	156.798	155.174
r ²	---	---	0.9982	0.99500

(1) D = 1; (2) D = 0.57; *Suma de cuadrados

Los valores de edad-peso observado y estimado, para machos y hembras se entregan en la Tabla 6.

En el caso de $D=1$ la menor suma de cuadrados (residuales) la presenta el método de ajuste no lineal, no obstante que sL_{∞} es menor para el ajuste de Allen. En el caso de $D=0,57$ el mejor ajuste correspondió al ETAL 1.

Las ecuaciones que representan el crecimiento en peso de las hembras, en ambos casos son:

$$W_t = 16.754,8 \text{ g} (1 - e^{0,11531(t + 1,30768)}) \quad (15)$$

$$W_t = 11.677,4 \text{ g} (1 - e^{(0,3293 \cdot 0,57 \cdot 3/3,37)(t + 1,9215)})^{3,37/0,57} \quad (16)$$

En la Tabla 6 se incluyen los valores observados y estimados de edad-peso promedio para *G. blacodes*.

DISCUSION

No obstante las críticas que ha recibido el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (Knight, 1968; Roff, 1980), la gran mayoría de los biólogos pesqueros prefiere utilizar este modelo porque satisface dos criterios importantes, como son el de ajustarse a la mayoría de los datos de crecimiento en peces y a que puede ser incorporado fácilmente en modelos de estimación de stock. Hay en algunos casos modelos matemáticos que entregan un mejor ajuste, pero que a diferencia del anterior sus parámetros carecen de interpretación biológica.

El uso indiscriminado del caso "especial" de la ecuación de crecimiento puede conducir a distorsiones en los valores parametrales, ya que $d=2/3$ y $m=1$ corresponde a peces pequeños de

Tabla 6

*Pesos promedios observados y estimados, según edad y de acuerdo a diferentes métodos, para (*G. blacodes*): a) machos y b) hembras.

a) machos

Edad (años)	P. observado (g)	P. estimado (Allen)(D=1)	P. estimado (No lineal)(D=1)	P. estimado (ETAL 1)(D=0.58)
1	74.1	88.4	171.6	71.2
2	361.9	327.0	409.2	255.1
3	775.3	718.1	754.8	589.9
4	1.261.9	1.224.3	1.195.7	1.060.4
5	1.776.0	1.799.9	1.719.4	1.623.8
6	2.315.9	2.403.8	2.287.5	2.230.2
7	2.852.1	3.003.9	2.898.5	2.836.2
8	3.431.6	3.577.7	3.528.9	3.410.4
9	4.153.7	4.111.1	4.163.8	3.933.4
10	4.851.9	4.596.4	4.791.2	4.395.8

b) hembras

Edad (años)	P. observado (g)	P. estimado (Allen)(D=1)	P. estimado (No lineal)(D=1)	P. estimado (ETAL 1)(D=0.58)
1	53.8	71.3	124.8	70.0
2	307.8	276.0	349.3	270.4
3	717.3	646.0	710.5	633.6
4	1.257.3	1.173.2	1.203.5	1.153.4
5	1.852.9	1.829.0	1.811.6	1.803.2
6	2.536.7	2.577.8	2.511.8	2.548.9
7	3.256.4	3.383.6	3.279.4	3.355.4
8	4.035.9	4.214.3	4.090.8	4.191.2
9	4.888.4	5.043.8	4.924.4	5.029.8
10	5.729.6	5.851.7	5.762.1	5.850.8
11	6.544.9	6.623.5	6.588.7	6.638.8
12	7.416.3	7.349.4	7.392.7	7.383.5
13	8.294.0	8.023.5	8.165.1	8.078.2
14	8.809.2	8.643.0	8.899.7	8.719.6

peso inferior a 1,0 g, donde el valor de superficie es $D=1$. En peces de mayor talla el "d" se incrementa, disminuyendo recíprocamente el D, observándose por ejemplo en peces grandes (tiburones y atunes) valores de $d=0,9$ y $D=0,3$ (Gaschutz, 1980 y Pauly, 1981, 1984).

Pauly (1984) señala que el empleo de $D=1$ en peces que alcanzan grandes tallas, tiene el efecto de generar valores de longitudes asintóticas mayores que las conocidas para el stock en estudio y recomienda usar el valor apropiado de D para peces de tallas superiores a 50 cm. Por otra parte, Pauly (1979) indica que el uso de valores de D distintos para cada stock, tiene la ventaja de hacer más fácil la interpretación biológica de los parámetros (L_{∞} , k y t_0).

En el caso del crecimiento en longitud de *G. blacodes*, el uso de un valor de D distinto de 1 no produce cambios sustanciales en el valor de L_{∞} , aún cuando el coeficiente de crecimiento se incrementa a un valor $K''=KD$ (Taylor, 1962), que corresponde a 0,23675 en machos y 0,18771 en hembras. Además, esto implica un aumento en la estimación de la tasa de crecimiento en relación con la obtenida en el caso "especial" (0,179 en machos y 0,141 en hembras).

Considerando que la curva de crecimiento obtenida representa valores promedio a diferentes edades, la longitud asintótica corresponde a un valor promedio máximo y desde este punto de vista el L_{∞} estimado para la ecuación "generalizada" es del orden de magnitud de las longitudes máximas promedios observadas.

Por las razones expuestas, las ecuaciones que mejor representan el crecimiento en longitud del congrio dorado son la (10) en machos y la (12) en hembras.

Donde se producen diferencias notorias es en el crecimiento en peso y en particular en los machos. El ajuste no lineal para $D=1$ entrega un valor de $W_{\infty}=12.463$ g y un $K=0,11585$ bastante diferente a los estimados con los otros métodos. No obstante que los residuales son bastante menores, son poco confiables, ya que la estimación de la edad límite (95%), expresada por la ecuación $A(0,95) = (2,996/K) - t_0$ (Taylor, 1960), resulta ser de 27 años en machos. En las hembras, con un W_{∞} mayor (16.754 g) y con un K similar (0,11531), la edad límite resulta ser también de 27 años. En ambos casos, esta situación no corresponde con la edad máxima determinada en el stock.

Los valores de W_{∞} estimados para machos y hembras usando la expresión "generalizada" de Von Bertalanffy corresponden en gran medida con los pesos promedios máximos observados en una muestra de 30 machos (7.700 g), para un intervalo de talla entre 106 a 121 cm y en igual número de hembras (11.400 g) en un intervalo de 121 a 140 cm. Por otra parte, con los valores de K correspondientes, la edad límite calculada es de 15 años para machos y de 20 años para hembras, lo cual es muy cercano a lo observado en el stock.

La diferencia encontrada en los estimados de K para la longitud y peso, en ambos sexos, podría deberse al nivel de ajuste de la metodología empleada, considerando que Gaschutz (1980) señala que los valores de K y t_0 calculados de los correspondientes datos de edad-longitud serían los mismos, siempre que se use el valor apropiado de la relación longitud-peso. Sin embargo, esta afirmación se contrapone a lo aseverado por Ricker (1975).

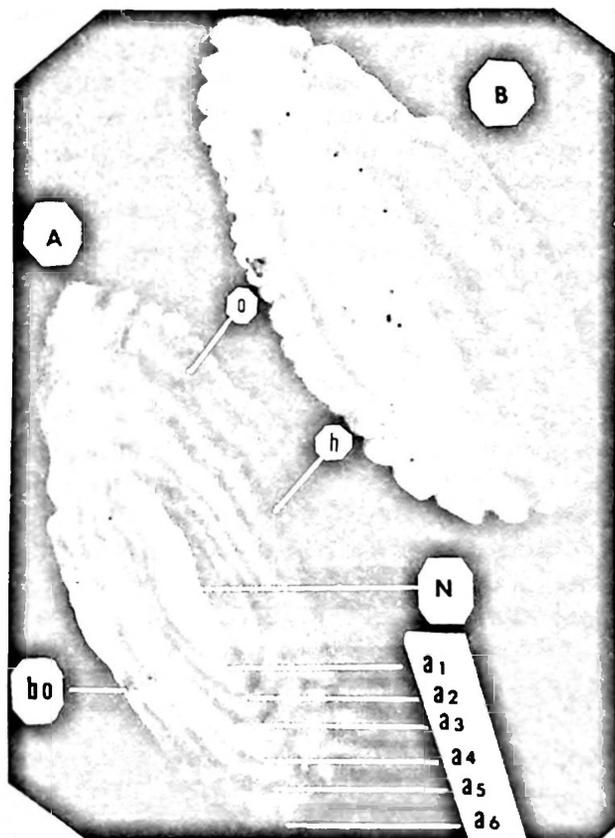


Figura 5. Fotografía de otolitos de *Genypterus blacodes*: A, pulidos, y B, sin pulir. En el otolito pulido se observa el núcleo (N), los anillos hialinos (h) y opacos (o), la naturaleza del borde (bo) y los anillos de crecimiento anual (a_1, a_2, \dots, a_6) en un ejemplar de +6 años.

El análisis de los resultados muestran que el crecimiento en peso está mejor representado por los parámetros estimados con el programa ETAL 1, que corresponden a las ecuaciones (14) para machos y (16) para hembras.

Genypterus blacodes, entre otros peces demersales, presenta un crecimiento diferencial entre los sexos, las hembras tienen una talla mayor que los machos a partir de la edad V. Situación semejante ha sido registrada para *Genypterus capensis* (Smith) de Sudáfrica (Payne, 1977) y en *Merluccius gayi* (Guichenot) de la costa de Chile, especie demersal que vive a menor profundidad (Aguayo, 1971). También se observa que las hembras son más longevas, hecho que también ha sido informado por Payne (op. cit.) para *G. capensis*, por lo que la longitud asintótica determinada para las hembras es superior a la de los machos.

El análisis del borde de los otolitos indicó la formación de un anillo hialino y uno opaco anual, con la formación del primero en invierno, lo cual concuerda con lo establecido para especies que habitan en latitudes medias y altas (Fig. 5). Sin embargo, el anillo opaco que se forma en verano, predomina también durante otoño y primavera, lo que se asemeja a lo registrado en el *G. capensis* de Sudáfrica (Payne, 1977).

Payne (op. cit.), sobre la base de la relación longitud pez-dimensión del otolito, forma del otolito y número de vértebras indica la existencia de por lo menos dos stock de *G. capensis* en Sudáfrica. Chong (1984) en un estudio morfométrico de *G. blacodes* sugiere la presencia de grupos subespecíficos en el Océano Pacífico y O. Atlántico y la presencia de grupos poblacionales a lo largo de la costa pacífica. Con respecto a lo anterior, sería interesante examinar los otolitos de muestras de *G. blacodes* distribuidas latitudinalmente, analizar sus variaciones y relaciones morfológicas, así como con el cuerpo del pez.

LITERATURA CITADA

- AGUAYO, M. 1971. Determinación de la edad en la merluza (*Merluccius gayi*) (Guichenot, 1848), mediante la lectura de otolitos. Bol. Cient. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile, 16: 1-49.
- AGUAYO, M., Z. YOUNG, R. BUSTOS, V. OJEDA, T. PEÑAILILLO, C. VERA & H. ROBOTNAM. 1985. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur-austral. Estado de situación del recurso. Santiago, Chile, IFOP. 172 p. (AP 85-44).
- AGUAYO M., Z. YOUNG, R. BUSTOS, V. OJEDA, T. PEÑAILILLO, R. GILI, C. VERA & H. ROBOTNAM, 1986. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur-austral. I. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción, Inst. Fom. Pesq., Chile. 143 p.
- AGUAYO M., Z. YOUNG, R. BUSTOS, T. PEÑAILILLO, V. OJEDA, C. VERA, H. HIDALGO & I. CÉSPEDES, 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur-austral. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción, Inst. Fom. Pesq., Chile. 209 p.
- AGUAYO M., & A. ZULETA, 1988. Captura total permisible del recurso congrio dorado. Doc. Interno. IFOP-SUBPES. 25 p.
- ALLEN, K.P., 1966. A method of fitting growth curves of the Von Bertalanffy type to observed data. J. Fish. Res. Board Can., 23 (3): 163-179.
- ANONIMO, 1987. Anuario estadístico de pesca 1986. Servicio Nacional de Pesca, Chile, 136 p.
- BEVERTON R. J. & S. J. HOLT, 1957. On the dynamic of exploited fish populations. Min. Agri. Fish Food, Fish Invest. Lond., Serv. II, 19: 533 p.
- CHONG J. 1984. Contribución a la taxonomía de *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801). (Osteichthyes, Ohidiformes). Cien. y Tec. del Mar, CONA 8: 27-39.
- COHEN D. & J. NIELSEN, 1978. Guide to the identification of genera of the fish order. Ophidiiformes with a tentative classification of the order. NOAA Technical Report NMFS, Circular 417, 73 p.
- DANNEVIG A., 1933. On the age growth of the cod (*Gadus callarias*) from the Norwegian Skagerrack coast. Rep. Norw. Fish. and Mar. Inv., 4(1): 145 p.
- GASCHUTZ G., D. PAULY & N. DAVID. 1980. A versatile Basic program for fitting weight and seasonally oscillating length growth data. I.C.E.S. CM. 1980/D: 6 statics ctee 23 p. (mimeo).
- HARTLEY H.O., 1961. The Modified Gauss-Newton method for the fitting of nonlinear regression function by least squares. Technometrics, 3 (2): 269-280.
- KNIGHT W., 1968. Asymptotic growth: an example of nonsense disguised as mathematics. J. Fish. Res. Board Can., 26: 1.303-1.307.
- NORMAN J.R., 1937. Coast Fishes. Part. II. The Patagonian region in: Discovery Report, 16: 1-150.
- NORMAN J.R., 1966. A draft synopsis of the orders, families and genera of recent fishes and fish-like vertebrates. Trustees of the British Museum (Nat. Hist.), 649 p., London.
- PAULY D., 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of Von Bertalanffy's growth formula. Bar. Inst. f.Meereskunde (Kiel University). 63: 156 p.
- PAULY D., 1981. The relationship between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of Von Bertalanffy's theory of growth. Meers. forsch, 28(4): 251-282.
- PAULY D., 1984. Fish populations dynamics in tropical water. A manual for use with programmable calculator. ICLARM, Manila, Phillipines. 325 p.
- PAYNE A.I., 1977. Stock differentiation and growth of

- southern african kingklip *Genypterus capensis*. Sea Fisheries Branch Investigational Report, 3: 31 p. Republic of South Africa. Department of Industries.
- REGAN C.T., 1903. Description of a new fish of the genus *Genypterus* with notes on the allied species. An. Mag. Nat. Hist. 7(11): 599-600.
- RICKER W.E., 1973. Linear regression fishery research. J. Fish. Res. Board Can., 30: 409-443.
- RICKER W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 191: 382 p.
- ROFF D.A., 1980. A motion for the retirement of the Von Bertalanffy function. Cons. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 127-129.
- TAYLOR C.C., 1960. Temperature, growth and mortality the Pacific cockle. J. Con. Int. Explor. Mer., 26: 117-124.

RESULTADOS PRELIMINARES DE INDUCCION DE GENOMAS TRIPLOIDES EN TRUCHA ARCOIRIS, *ONCORHYNCHUS MYKISS* (WALBAUM) (OSTEICHTHYES, SALMONIDAE)

PRELIMINARY RESULTS ON THE TRIPLOID GENOME INDUCTION IN RAINBOW TROUT, *ONCORHYNCHUS MYKISS* (WALBAUM) (OSTEICHTHYES, SALMONIDAE)

*Patricia Iturra**, *Alberto Veloso***, *Nelson Díaz***, *Nelson Colihueque*** y *Francisco Estay***.

RESUMEN

En este trabajo se establecen las condiciones experimentales que permiten la obtención de ejemplares triploides en trucha arcoiris y los métodos citogenéticos para su diagnóstico. La aplicación de un choque térmico de 26.5°C. 20 min. después de la fecundación dio como resultado un 79.09% de ejemplares triploides con una sobrevida de un 95% al "estado de ojos". La obtención de placas metafásicas en embriones en el estado de pre-ojos se sugiere como método más adecuado para el diagnóstico citogenético.

Palabras claves: Triploidía, citogenética, trucha arcoiris.

ABSTRACT

In this paper we establish the experimental procedures to obtain triploidy in rainbow trout, together with the cytogenetics methods to demonstrate success in triploidy genome induction. The best results were obtained by thermal shock at 26.5°C. 20 min. from fertilization. The best success was estimated as 79.09% of triploid embryos which show a 95% of survival at "eyes stage". Metaphase plates from embryos at pre "eyes stage" can be considered the best method to ascertain ploidy diagnosis.

Key words: Triploidy, cytogenetics, rainbow trout.

INTRODUCCION

La piscicultura de *Oncorhynchus mykiss* se desarrolla en Chile a partir de huevos que se importan en su mayor parte desde el hemisferio Norte. La producción de huevos en los plantales piscícolas nacionales corresponde a alrededor de un 20% de las importaciones sin que se realice manejo genético de los reproductores utilizados.

Durante los últimos años, junto al manejo genético tradicional en peces salmonídeos se han incorporado otros métodos que incluyen la manipulación del proceso reproductivo y del genoma, como por ejemplo, la inducción de triploidía. El

interés principal de aplicar estos métodos es controlar la maduración sexual, produciendo hembras estériles y machos, que si bien presentan desarrollo de la gónada, producen gametos infértiles, (Chourrou, 1988). De esta manera, se evita o disminuye el efecto negativo que la maduración sexual tiene para la producción piscícola, lo cual se traduce en la reducción del crecimiento del pez, una menor sobrevida y alteración en la calidad comercial de la carne. La siembra de peces triploides estériles, en lagos y ríos con fines deportivos, permitiría además regular el tamaño de estas poblaciones, lo cual es importante para la conservación de ecosistemas naturales.

* Departamento de Biología Celular y Genética, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Casilla 70061, Santiago, Chile.

** Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Casilla 567, Santiago, Chile.

Los ejemplares triploides se producen por el bloqueo de la segunda división meiótica o del proceso de expulsión del II polocito del huevo, una vez producida la fecundación. Diversos métodos químicos y físicos han sido ensayados, con distinto grado de éxito (Thorgaard *et al.*, 1981; Purdom, 1983).

En el presente trabajo damos a conocer los primeros resultados de la obtención en Chile de ejemplares triploides en cepas cultivadas de *Oncorhynchus mykiss* mediante el método físico de choque térmico. Así mismo, se describe la aplicación de distintos métodos citogenéticos en la evaluación y diagnóstico de las características cromosómicas de los embriones obtenidos.

MATERIALES Y METODOS

Los ejemplares reproductores de *Oncorhynchus mykiss* utilizados en los experimentos fueron obtenidos de la Piscicultura de la Sociedad Agrícola Macul Ltda. de la Región Metropolitana durante la época reproductiva de 1989.

Estos ejemplares fueron obtenidos a partir de huevos importados desde Estados Unidos de Norteamérica, y cultivados durante su primer año de vida en la Piscicultura de la Sociedad Agrícola Aguas Claras Ltda. en Malloco y luego trasladados a la Piscicultura de Macul.

Fecundación y choque térmico

Para la obtención de los gametos, los machos y las hembras fueron previamente anestesiados con MS222 (tricaine metanosulfonato) en concentración de 50 mg/l durante 3 min. aproximadamente.

Cada progenitor fue medido, pesado e identificado. Los huevos y el semen se obtuvieron mediante presión abdominal, recogiendo en recipientes plásticos diferentes. El diámetro y número de los huevos se determinó mediante el método de Von Bayer (Leitritz y Lewis, 1980). En cada experimento se utilizó un promedio de 3.000 huevos. La fecundación se realizó según el método seco, utilizando siempre machos cuyo semen presentaba una activa motilidad espermática al examen microscópico.

Los desoves de cada hembra fueron inseminados por machos individuales o con semen de

un conjunto de 3 ó 6 machos. Después de 5 min. los huevos fueron enjuagados y mantenidos en agua detenida para su activación e hidratación. El tiempo de hidratación varió entre 10 y 20 min. Posteriormente, los huevos depositados en canastillos plásticos por separado, fueron sumergidos en un baño termoregulado con recirculación de agua para recibir el choque térmico. Las temperaturas de choque aplicadas fueron $37 \pm 0.1^\circ\text{C}$ durante 1 a 2 min. (Thorgaard *et al.*, 1981) y $26.5 \pm 0.1^\circ\text{C}$ (Velooso *et al.*, 1988) en tiempos que oscilan entre 10 y 20 min. En los huevos sometidos a un choque térmico de 37°C se determinó un alto porcentaje de embriones triploides, sin embargo, hubo una alta mortalidad en etapas tempranas del desarrollo, por lo cual en los experimentos posteriores sólo se utilizó 26.5°C . Posteriormente, los huevos se llevaron a un acuario termoregulado a 10°C en el laboratorio o a bateas de incubación en la piscicultura con temperaturas entre 7° y 11°C , dependiendo de la época del ensayo.

En cada caso se realizaron controles en los cuales no se aplicó el choque térmico.

En los primeros experimentos se determinó también el posible efecto del diluyente de semen de Billard (Na. Cl 5.52 g/l, glicina 3.74 g/l, TRIS 2.42 g/l). Posteriormente, en todos los experimentos se utilizó este activador de la motilidad espermática.

Una vez alcanzado el "estado de ojos" (pigmentación del ojo en los embriones) se procedió a someter a los embriones a un chorro de agua o "shocking". Se evaluó el porcentaje de sobrevivencia al "estado de ojos".

Diagnóstico citogenético de ploidías

a) obtención de placas metafásicas en embriones: el mejor rendimiento en número de placas metafásicas se obtuvo de embriones en la etapa de inicio de la organogénesis (pre "estado de ojos") incubados en colchicina 0.2% a 10°C durante 2 horas. El embrión se disecta y la hipotonía se realiza en agua destilada durante 30 min. y posteriormente se fija en ácido acético al 50%. Las preparaciones cromosómicas se tiñeron en forma directa con orceina acética al 1% o con Giemsa 4% pH 7.2 previo desprendimiento del cubreobjetos. Las placas metafásicas se fotografiaron en microscopio Optiphot Nikon con contraste de fases u óptica plana.

b) determinación de ADN nuclear (ADN/N) por citofluorometría: se utilizaron frotis de sangre obtenidos de alevines que recién han reabsorbido el saco vitelino. Los frotis se tiñeron con el método de Feulgen fluorescente (Northland *et al.*, 1990). Las mediciones del contenido de ADN/N en unidades arbitrarias se realizaron en un citofluorómetro Zeiss con la combinación de filtros BP546, FT580 y LP590. Las estimaciones de ADN/N (pg) en embriones controles y experimentales se hicieron en referencia a frotis de eritrocitos de *Xenopus laevis* cuya cantidad de ADN/N es de 6.18 pg/n (Olmo, 1973).

c) identificación del nucléolo: en células obtenidas por aplastado de tejidos de embriones se determinó el número máximo de nucléolos presentes en los núcleos interfásicos mediante técnicas de Ag (Quack y Noel, 1978; Rufas *et al.*, 1981).

RESULTADOS

El número cromosómico diploide de *O. mykiss* de Aguas Claras varía entre $2n = 58$ y $2n = 61$ (Velooso *et al.*, 1988). Las placas metafásicas con

alrededor de 90 cromosomas fueron consideradas triploides (Fig. 1).

Los resultados de los experimentos realizados se resumen en la Tabla 1.

En los grupos controles todos los embriones examinados fueron diploides.

En general se observa que en todos los experimentos se logró inducir la producción de embriones triploides mediante choque térmico después de la fecundación. Al observar los distintos tiempos de hidratación y duración del choque térmico se puede determinar que el mejor rendimiento en la obtención de embriones triploides fue con 20 min. y 15 min. respectivamente. Con estos tiempos se obtuvo un promedio de 79.09% de embriones triploides en 22 cruzamientos realizados. Con tiempos más cortos el porcentaje de éxito es menor (Tabla 1).

En los resultados obtenidos se observa una variación en la respuesta a la triploidia de las distintas hembras progenitoras, en cruzamientos realizados en condiciones similares (cruzamientos 6 al 22).

En algunos de los experimentos se observaron ejemplares haploides con alrededor de 30 cromosomas. Estos embriones presentan una gran

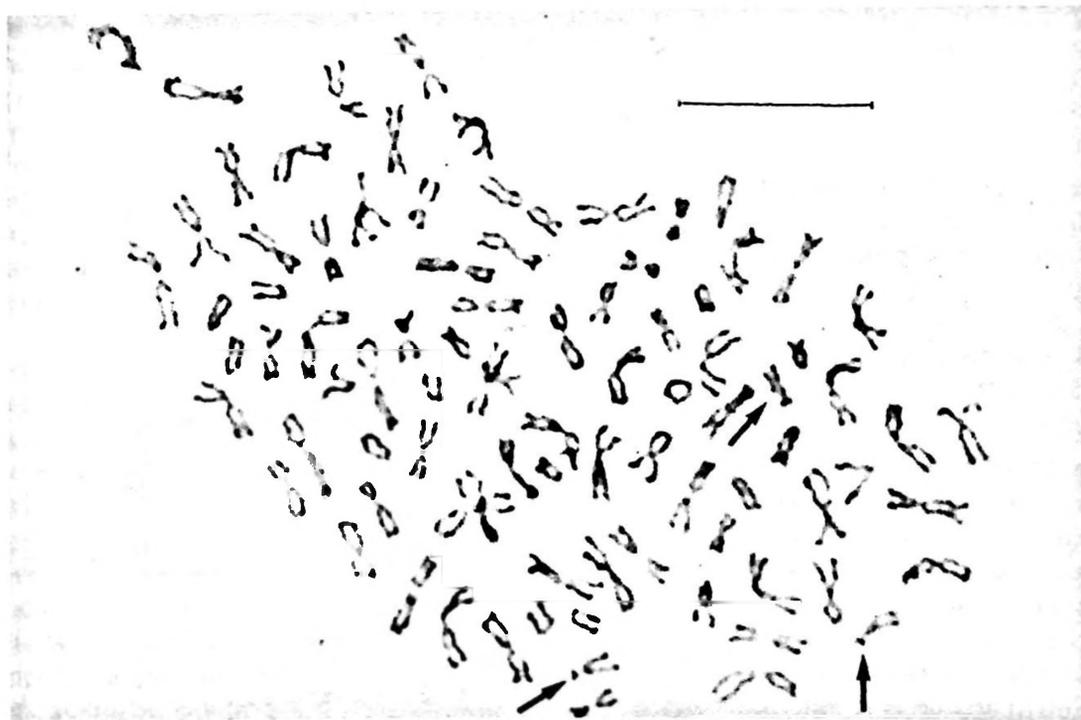


Figura 1. Placa metafásica de un embrión triploide de trucha arcoiris. Las flechas indican los cromosomas X. La barra corresponde a 10 μ m.

Tabla 1

Experimento Fecha	Cruzamientos			T ^h (min)	T ^c (min)	N	Nivel de Ploidia			% Triploidia
	♀	x	♂				n	2n	3n	
22/04	1-	5 x	65	10	10	47	—	37	10	21.1
11/05	2-	8 x	68	10	10	9	—	8	1	11.1
				10	15	10	—	8	2	20.2
	3-	42 x	68	10	15	31	11	19	1	3.2
08/06	4-	A x	Z	10	15	50	5	21	24	48.0
	5-	B x	Z	20	15	56	12	3	41	73.2
11/07	6-	D x pool 4		20	15	20	—	5	15	75.0
	7-	E x id		20	15	23	—	3	20	86.9
	8-	F x id		20	15	21	—	2	19	90.4
	9-	G x id		20	15	26	—	—	26	100.0
13/07	10-	H x pool 4		20	15	10	—	5	5	50.0
	11-	I x id		20	15	10	—	6	4	40.0
	12-	J x id		20	15	23	1	4	18	78.2
	13-	K x id		20	15	10	—	7	3	30.0
03/08	14-	L x pool 3		20	15	11	1	2	8	72.7
	15-	M x id		20	15	10	—	—	10	100.0
	16-	N x id		20	15	10	—	—	10	100.0
14/08	17-	O x pool 3		20	15	11	1	—	10	90.0
	18-	P x id		20	15	12	1	—	11	91.6
	19-	R x id		20	15	11	1	—	10	90.9
	20-	S x pool 3		20	15	10	—	1	9	90.0
	21-	T x id		20	15	10	—	2	8	80.0
	22-	U x id		20	15	10	—	1	9	90.0
22/08	23-	V x pool 6		20	15	11	—	—	11	100.0
	24-	W x id		20	15	11	—	—	11	100.0
	25-	X x id		20	15	10	—	—	10	100.0
	26-	Z x id		20	15	10	—	—	10	100.0

T^h = tiempo de hidratación

T^c = tiempo de choque térmico

N = n° de ovas diagnosticadas

Controles: En todos los controles se obtuvo 100% de ovas diploides

Tiempo de fecundación: 5 minutos

Temperatura de choque: 26.5°C

mortalidad y no alcanzaron etapas avanzadas del desarrollo. Del total de embriones examinados 3 de ellos presentaban características de mosaico haplo-diploide.

En los experimentos más exitosos se determinó el porcentaje de sobrevida al "estado de ojos". Esta es muy similar a los grupos controles y alcanza al 95%. (Fig. 2).

Las determinaciones de ADN/N realizadas muestran que en los ejemplares diploides el contenido es de 5.63 pg/N, en tanto que en los triploides es de 8.4 pg/N. De acuerdo a lo esperado, este último valor representa un 49.1% más de ADN/N.

El número máximo de nucléolos en el núcleo interfásico de embriones diploides es 2. En los triploides se observan hasta 3 nucléolos (Fig. 3). El número máximo de nucléolos está en

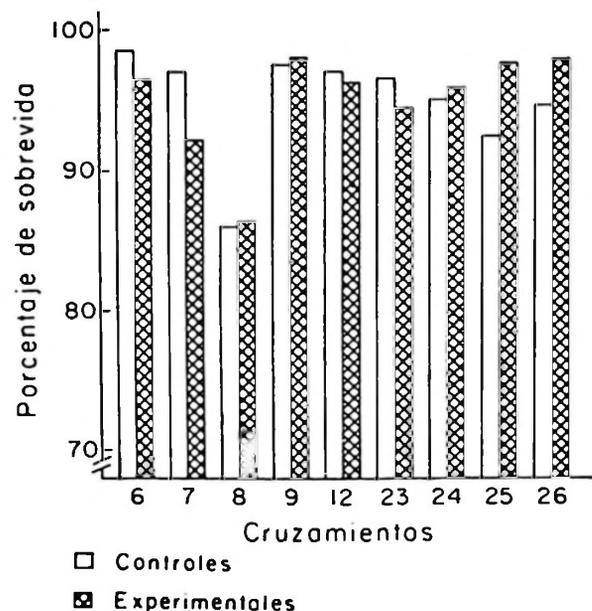


Figura 2. Porcentaje de sobrevida al "estado de ojos" de huevos sometidos a choque térmico y huevos controles de trucha arcoiris.

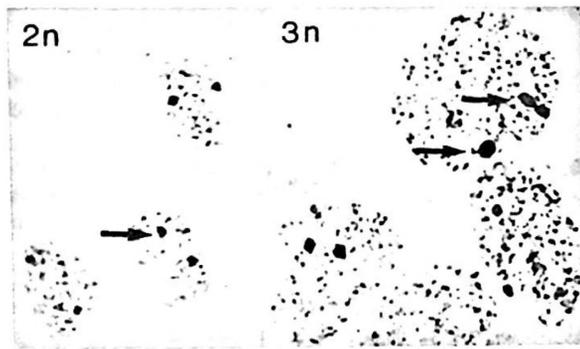


Figura 3. Núcleos interfásicos de embriones de trucha arcoiris teñidos con técnicas de Ag. $2n$ = diploide (control); $3n$ = triploide; Las flechas indican los nucléolos.

correspondencia con el número de cromosomas organizadores del nucléolo presentes en el cariotipo. En *O. mykiss* se ha identificado un solo par (Phillips e Ihssen, 1985). El número de nucléolos varía entre 1 y 2 y entre 1 y 3 en diploides y triploides respectivamente. No se observan 3 nucléolos en los embriones $2n$, lo cual permite realizar un diagnóstico confiable de triploidia.

DISCUSION

La aplicación de un choque térmico a huevos fecundados de ejemplares cultivados de *O. mykiss* produce embriones triploides. La temperatura de 26.5°C parece ser suficiente para interrumpir el proceso de la meiosis del ovocito teniendo estos embriones duplicada la información genética de la hembra progenitora. Esta temperatura tampoco afectaría en forma drástica la sobrevivencia de estos embriones, por lo menos hasta el "estado de ojos".

Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores en condiciones experimentales similares (Chourrout, 1980; Chourrout y Quillet, 1982). Solar *et al.* (1984) señalan que, en general, temperaturas entre 26° y 28°C serían las recomendadas para la obtención de triploides en trucha arcoiris. De acuerdo con nuestros resultados, el tiempo que transcurre desde la fecundación hasta la aplicación del choque térmico parece ser importante para un mejor rendimiento en la triploidización. Se supone que el choque térmico afectaría la organización microtubular del huso meiótico y/o el proceso de citodieresis evitando

la expulsión del 2° corpúsculo polar. En este caso, serían también elementos del citoesqueleto los afectados, de una manera similar a lo producido por la aplicación de presión hidrostática (Onozato, 1984). El conocimiento de la temporalidad precisa de estos eventos sería importante para definir el momento y duración de la aplicación del choque térmico.

La variación en la respuesta por parte de las distintas hembras a los tratamientos para producir triploides, mediante temperatura o presión hidrostática dependería de la calidad de sus huevos (Lou y Purdom, 1984; Arai y Wilkins, 1987). En nuestros experimentos, factores como edad de la hembra, asincronía en la maduración de los huevos y/o algún componente de tipo genético no pueden ser descartados. Experimentos tendientes a descartar algunos de estos factores están en curso. La importancia de realizar cruces individuales con fines de comercialización queda en evidencia con estos resultados.

La detección de ejemplares haploides indicaría que el choque térmico sería responsable de la obtención de estos ejemplares ya que éstos no son detectados en los experimentos controles. La activación de huevos no fecundados, o bien, la injuria sobre el genoma materno o paterno por acción de la temperatura han sido sugeridos como causas de la obtención de haploides (Swarup, 1959; Arai y Wilkins, 1987). El efecto de la temperatura sobre procesos metabólicos iniciales como es la primera replicación del ADN podría explicar también la presencia de embriones haploides.

En trucha arcoiris, los valores de sobrevivencia de triploides a la eclosión varían entre 55% y 87% (Solar *et al.*, 1984; Chourrout y Quillet, 1982). Happe *et al.* (1988) obtienen una disminución de la sobrevivencia de 21.3% hasta el comienzo de la alimentación de los alevines, correspondiendo la mayor mortalidad hasta el "estado de ojos". En nuestros resultados, en cambio, la sobrevivencia de los triploides es alta y similar a la de los grupos controles hasta este mismo estado del desarrollo. Queda por determinar si la sobrevivencia de un 95% que hemos obtenido se mantiene en etapas posteriores del desarrollo. La menor sobrevivencia de ejemplares triploides se debería a factores como su condición genética $3n$ particular y/o al efecto directo de la temperatura (Swarup, 1959; Solar *et al.*, 1984).

Todos los métodos citogenéticos de diagnós-

tico del nivel de ploidía utilizados en este trabajo proporcionan información confiable. Sin embargo, nos parece que el conteo directo de los cromosomas en las placas metafásicas de embriones presenta ciertas ventajas como es el diagnóstico precoz de las triploidías y la identificación de haploidías y mosaicismos. La certificación de la condición de triploide del producto que se comercializa se puede avalar adjuntando microfotografías de las placas metafásicas.

La identificación del número máximo de nucléolos también puede realizarse precozmente y no necesita la obtención de cromosomas, sin embargo, es un método que consume más tiempo. La determinación de las cantidades de ADN/N además de ser un método lento, sólo puede aplicarse, en forma más confiable, en embriones que presentan circulación sanguínea.

En resumen, nuestros resultados muestran que se dispone de métodos que permiten la producción de embriones triploides y su correspondiente certificación citogenética. Los estudios tendientes a determinar la sobrevivencia, las modificaciones de la maduración gonadal y los patrones de crecimiento de embriones triploides están en curso. Junto con la transferencia de estas metodologías a las pisciculturas locales es posible contribuir al conocimiento de la fisiología reproductiva y aspectos de expresión génica en peces salmonídeos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está parcialmente financiado por Proy. 2032/87. FONDECYT al Dr. Nelson Díaz. Agradecemos al Sr. Cristián García, de Sociedad Agrícola Aguas Claras Ltda. y Sociedad Agrícola Macul Ltda.

LITERATURA CITADA

- ARAI, K. y N. P. WILKINS. 1987. Triploidization of brown trout (*Salmo trutta*) by heat shocks. *Aquaculture* 64: 97-103.
- CHOURROUT, D. 1980. Thermal induction of diploid gynogenesis and triploidy in the eggs of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Reprod. Nutr. Develop.* 20 (3A): 727-733.
- CHOURROUT, D. 1988. Induction of gynogenesis triploidy and tetraploidy in fish. *ISI Atlas: Anim. and Plant. Sci.* 65-70.
- CHOURROUT, D. y E. QUILLET. 1982. Induced gynogenesis in the rainbow trout: sex and survival of progenies production of all-triploid population. *Theor. Appl. Genet.* 63: 201-205.
- HAPPE, A., E. QUILLET y B. CHEVASSUS. 1988. Early life history of triploid rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *Aquaculture* 71: 107-118.
- LEITRITZ, E. y R. C. LEWIS. 1980. Trout and salmon culture (Hatching methods). *California Fish Bull.* 164: 197 págs.
- LOU, Y. D. y C. E. PURDOM. 1984. Polyploidy induced by hydrostatic pressure in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.* 25: 345-351.
- NORTHLAND, I.; J. CAPETILLO; P. ITURRA y A. VELOSO. 1990. Nuclear DNA content and karyosystematic relationships of species grouped in primitive tribes of Leptodactylidae (Amphibia-Anura). *Bras. J. Genet.* 13: 247-254.
- OLMO, E. 1973. Quantitative variations in the nuclear DNA and phylogenesis of the amphibia. *Caryologia* 26: 43-68.
- ONOZATO, H. 1984. Diploidization of gynogenetically activated salmonid eggs using hydrostatic pressure. *Aquaculture* 43: 91-97.
- PHILLIPS, R. B. y P. E. IHSEN. 1985. Chromosome banding in salmonid fishes: nucleolar organizer regions in *Salmo* and *Salvelinus*. *Can. J. Genet. Cytol.* 27: 433-440.
- PURDOM, C. E. 1983. Genetic engineering by the manipulation of chromosomes. *Aquaculture* 33: 287-300.
- QUACK, B. y B. NOEL. 1977. The XY chromosome pair in man and human spermatocytes visualized by silver staining. *Nature (Lond)* 267: 431-433.
- RUFAS, J. S.; P. ITURRA; P. de SOUZA y P. ESPONDA. 1982. Simple silver staining procedure for the location of nucleolus and the nucleolar organizer under light and electron microscopy. *Arch. Biol. (Bruxelles)*. 93:267-274.
- SOLAR, I.; E. M. DONALDSON y G. A. HUNTER. 1984. Induction of triploidy in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) by heat shock, and investigation of early growth. *Aquaculture* 42: 57-67.
- SWARUP, H. 1959. Production of triploidy in *Gasterosteus aculeatus* (L). *J. Genet.* 56: 129-142.
- THORGAARD, G. H.; M. E. JAZWIN y A. R. STIER. 1981. Polyploidy induce by heat shock in rainbow trout *Trans. Am. Fish. Soc.* 110: 546-550.
- VELOSO, A.; P. ITURRA; F. ESTAY; N. DIAZ y N. COLIHUEQUE. 1988. Inducción de genomas triploides de *Salmo gairdneri*. *Arch. Biol. Med., Exp.* 21 (3-4): R-528: (Resumen).

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 aceptará 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 21.5x28 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. Introduccion.
- 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 ad 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 characteres including spaces, and a list of key-words that do not appear in the paper's title with a maximun 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 succintly 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 abreviations, 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 (21,5x28 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 enclosing payment

Biología Pesquera

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE



INDICE N° 19

1990

Veloso, A., P. Iturra, N. Colihueque, N. Díaz y F. Estay

Polimorfismo cromosómico en dos poblaciones de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en la zona central de Chile. *Chromosomic polymorphism in two populations of the rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*..... 3-8

Ciocco, N.

Infestación de la vieyra tehuelche [*Chlamys tehuelche* (d'Orb.)] por *Polydora websteri* Hartman (Polychaeta: Spionidae) en el Golfo de San José (Chubut, Argentina): un enfoque cuantitativo. *Infestation of the scallop [Chlamys tehuelche (d'Orb.)] by Polydora websteri Hartman (Polychaeta: Spionidae) in the San José Gulf (Chubut, Argentina): A quantitative approach* 9-18

Zúñiga, O. y R. Ramos

Tasa respiratoria de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae): Explicación de la migración de juveniles. *Respiratory rates of Cryphiops caementarius (Crustacea, Palaemonidae): An explanation for the juvenile migration* 19-25

Cárdenas, T. y G. Pequeño

Dimorfismo sexual, huevos y larvas de "aguja de mar", *Leptonotus blainvillianus* (Eydoux Gervais, 1837) (Osteichthyes, Syngnathidae). *Sexual dimorphism, eggs and larvae of Leptonotus blainvillianus (Eydoux y Gervais, 1837) (Osteichthyes, Syngnathidae)* 27-38

Vizziano, D. y N. Berois

Ciclo histológico del ovario de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Scianidae). *Histological ovary cycle of Macrodon ancylodon (Bloch & Schneider 1801) (Teleostei: Scianidae)* 39-47

Jaramillo, R. y O. Garrido

Ciclo reproductivo de *Chorus giganteus* (Gastropoda: Muricidae) en la Bahía de Corral, Valdivia. *Reproductive cycle of Chorus giganteus (Gastropoda: Muricidae) at Corral Bay, Valdivia* 49-53

Chong, J. y M. Aguayo

Determinación de edad y estimación de los parámetros de crecimiento del congrio dorado, *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Osteichthyes, Ophiidae) en el Pacífico Sur Oriental. *Age and growth parameters determination for the "red conger-eel" Genypterus blacodes (Schneider, 1801) (Osteichthyes, Ophiidae)* 55-67

NOTA:

Iturra, P., A. Veloso, N. Díaz, N. Colihueque y F. Estay

Resultados preliminares de inducción de genomas triploides en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). *Preliminary results on triploid genome induction in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)* 69-74



PUBLICACIONES PERIODICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
VICERRECTORIA ACADEMICA

