

ISSN 0067 - 8767

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

Nº 22



COMITE EDITOR

Dr. Juan Cancino
Director reponsable

Dr. Eduardo Tarifeño
Director subrogante

Dr. Mario George-Nascimento
Editor jefe
FAX 056-041-543294

COMITE ASESOR

Dr. Ramón Ahumada
U. Católica Ssma. Concepción

Ing. Patricio Arana
U. Católica Valparaíso

Dr. Hugo Arancibia
Instituto de Investigación Pesquera

Prof. Nibaldo Bahamonde
U. de Chile

Lic. Italo Campodónico
Subsecretaría de Pesca

Dr. Juan Carlos Castilla
Pontificia U. Católica de Chile

Lic. Javier Chong
U. Católica Ssma. Concepción

Dr. Gonzalo Gajardo
U. de Los Lagos

Dr. Ricardo Galleguillos
U. Católica Ssma. Concepción

Dr. Patricio Ojeda
Pontificia U. Católica de Chile

Ing. Eleuterio Yáñez
U. Católica Valparaíso

Lic. Ciro Oyarzún
U. Católica Ssma. Concepción

Dr. Bernabé Santelices
Pontificia U. Católica de Chile

© Universidad Católica de la Santísima Concepción. 1991. ISSN N° 0067-8767.
Todo manuscrito, solicitud de canje, compra y correspondencia en general debe ser
dirigida a:

Editor Jefe
Revista Biología Pesquera
Universidad Católica de la Santísima Concepción
Casilla 297 - Concepción. Fax 056-041-245908
CHILE

International Subscription: US\$ 15 per issue, surface mail (US\$ 20 air mail).
Suscripción en Chile: \$ 6.000 anuales

Impreso por EDITORA ANÍBAL PINTO S.A.
Concepción, Chile

Biología Pesquera

POLITICA EDITORIAL

BIOLOGIA PESQUERA es una revista científica que en el ámbito regional latinoamericano tiene por objeto publicar los resultados de investigaciones biológicas, pesqueras, 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 Pacífico Suroriental y Océano Austral (Antártica). Los idiomas de publicación son español e inglés.

La responsabilidad de la gestión editorial de BIOLOGIA PESQUERA recae en la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Concepción, Chile) a contar del N° 20 (diciembre 1991).

EDITORIAL POLICY

BIOLOGIA PESQUERA is a scientific journal that in the Latin American region has the purpose of publishing results either from biological, fisheries, 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 publish manuscripts referring to both, the Southeastern Pacific and Antarctic Ocean. Submission can be made in Spanish or English.

The managing editorship of BIOLOGIA PESQUERA is an effort of the Faculty of Sciences of the Universidad Católica de la Santísima Concepción (Concepción, Chile) since Number 20 (December 1991).



FONDO DE PUBLICACION
VICERRECTORIA ACADEMICA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

ISSN 0067 - 8767



INDICE N° 22

1993

Nota del Editor.....	3
Arancibia, H. y M. Fuentealba Análisis de la alimentación de <i>Merluccius gayi gayi</i> (Guichenot, 1848) de Chile central, en el largo plazo. <i>A long-term analysis of the feeding of Merluccius gayi gayi</i> (Guichenot, 1848) off central Chile	5-11
Lizarralde, Z.I. y H. E. Zaixso Captación de mitílidos en diferentes tipos de colectores artificiales en Chubut, Argentina. <i>Differential recruitment of mytilid spat on artificial collectors in Chubut, Argentina</i>	13-21
Peredo, S. y C. Sobarzo Microestructura del ovario y ovogénesis en <i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842) (Teleostei: Galaxiidae). <i>Ovary microstructure and oogenesis in Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842) (Teleostei: Galaxiidae)	23-32
Cañete, J.I., J.E. Illanes y R.P. Ambler Ciclo reproductivo de <i>Calyptraea (Trochita) trochiformis</i> (Gastropoda: Calyptraeidae) en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, utilizando un índice de producción de cápsulas ovígeras. <i>Reproductive cycle of Calyptraea (Trochita) trochiformis</i> (Gastropoda: Calyptraeidae) at La Herradura Bay, Coquimbo, Chile, using and egg-capsule production index	33-39
Defeo, O., A. de Alava, V. Valdivieso y J.C. Castilla Historical landings and management options for the genus <i>Mesodesma</i> in coasts of South America. <i>Desembarques históricos y opciones de manejo para el género Mesodesma en costas sudamericanas</i>	41-54

NOTA DEL EDITOR

He aceptado el honor de ser editor jefe de la revista *BIOLOGIA PESQUERA*, en reemplazo del Dr. Eduardo Tarifeño, quien ejerció distinguidamente esta función desde el año 1984 (Vol.13), hasta 1993 (Vol.21). Asociado a este cambio se ha reestructurado el Comité Editor y modificado el Comité Asesor. El objetivo que nos hemos impuesto es mejorar nuestro servicio como canal de comunicación de los resultados de investigaciones científicas pertinentes al área de interés de la revista, mediante mayor periodicidad, estandarización de formatos y organización de contenidos.

Desde el próximo número se incorporarán algunas modificaciones respecto al formato, consistentes en la rotulación en español e inglés de Tablas y Figuras (ver Instrucciones a los autores). A fin de agilizar el proceso de edición final, se solicitará el envío de manuscritos en diskettes (Word Perfect 5.0 o versiones más avanzadas, Wordstar). Finalmente, se especificará las fechas de recepción y aceptación de los trabajos en el artículo impreso.

Dr. Mario George-Nascimento
Editor jefe

ANÁLISIS DE LA ALIMENTACION DE *MERLUCCIUS GAYI GAYI* (GUICHENOT, 1848) DE CHILE CENTRAL, EN EL LARGO PLAZO

A LONG-TERM ANALYSIS OF THE FEEDING OF *MERLUCCIUS GAYI GAYI* (GUICHENOT, 1848) OFF CENTRAL CHILE

Hugo Arancibia y Marta Fuentealba

RESUMEN

Se analiza la alimentación de *Merluccius gayi gayi* de Chile central, en el largo plazo, usando la frecuencia de aparición porcentual de los taxa presas, basándose en información recopilada de diez trabajos, tanto publicados en revistas científicas como en tesis para optar a un grado o título universitario, los que cubren desde 1959 a 1987. En el periodo de estudio, la frecuencia de aparición de las presas de *M. gayi gayi* no ha cambiado significativamente. Los resultados de los últimos siete trabajos se encuentran muy próximos, como lo revela el análisis de correspondencia. Las presas con mayor frecuencia de aparición son los crustáceos Galatheidae (*Pleuroncodes monodon* y *Cervimunida johni*), *Pterygosquilla armata* y Euphausiidae, siguiéndoles peces como *Engraulis ringens*, la propia *M. gayi gayi* y *Strangomera bentincki*. Los resultados de los primeros tres trabajos se apartarían de los otros por problemas de resolución en la determinación de taxa presas importantes, o debido a cambios en la frecuencia de aparición en un plazo mayor que el analizado en este estudio.

Palabras claves: Trofodinámica, análisis de correspondencia, análisis de conglomerado.

ABSTRACT

The food of Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*) is analyzed between 1959 and 1987 taking into account the frequency of occurrence of the prey taxa. In this study we considered data from three previous papers published in scientific journals and seven unpublished (undergraduate) studies. In the period of study, the prey taxa of *M. gayi gayi* has not changed significantly. The results of seven later works are closely related, as revealed by correspondence analysis. The prey with major frequency of occurrence are the crustacean Galatheidae, *Pterygosquilla armata* and Euphausiidae, and the fish *Engraulis ringens*, *M. gayi gayi*, and *Strangomera bentincki*. The results of the first three works are isolated due likely to problems in determination of important prey taxa, or effectively due to changes in the frequency of occurrence in the long-term, but longer than the period analyzed in the present study.

Key words: Trophodynamic, correspondence analysis, cluster analysis.

INTRODUCCION

En Chile, los primeros estudios cuantitativos de la alimentación de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848) se remontan a fines de la década de los años 50. Hermsilla (1959) cubrió casi todo un año de muestreos de los desembarques en la región de Talcahuano.

Aunque *M. gayi gayi* ha sido y es el principal recurso demersal de Chile central, con desem-

barques que en 1992 sobrepasaron las 60 mil toneladas, los estudios de sus relaciones tróficas han sido aislados, de corta duración y básicamente descriptivos.

Actualmente, los análisis de relaciones tróficas en peces demersales tienden a cuantificar la depredación, y la incorporan como causa de mortalidad natural en evaluaciones de la abundancia por medio de los denominados métodos analítico-estructurales (Laevastu & Favorite, 1980; Caddy, 1985; Leonart *et al.*, 1985 a, b; Caddy & Sharp, 1986; Arancibia *et al.*, 1986; Brander & Bennet, 1986; Gislason & Sparre, 1987).

Arancibia (1989) sugirió que *M. gayi gayi* desempeña una función ecológica fundamental en el sistema demersal de Chile central, análogamente a como sucede con otras especies de *Merluccius* en otras áreas, como la merluza del Pacífico Nororiental, *M. productus* (Livingston *et al.*, 1982; Livingston & Bailey, 1985); la del Cabo, *M. capensis* (Macpherson & Roel, 1987; Payne *et al.* 1987); la del Atlántico Suroccidental, *M. lubbsi* (Angelescu & Prenski, 1987); y la del mar peruano, *M. gayi peruanus* (Espino & Wosnitza, 1989; Castillo *et al.*, 1989). Esto justifica un análisis integrado de la información que hay sobre alimentación de *M. gayi gayi* de Chile central, aunque sea escasa y limitada.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo es analizar si existen cambios de largo plazo en la alimentación de *M. gayi gayi* de Chile central, tomando como fuente de información los antecedentes de frecuencia de aparición de los taxa presas en el estómago, a partir de referencias bibliográficas.

MATERIALES Y METODOS

La información fue obtenida de documentos publicados y tesis de grado o de título no publicadas, después de una exhaustiva revisión en bibliotecas de universidades nacionales. La información utilizada en este trabajo se ha reducido a aquella factible de comparar sobre una misma base, que en este caso consiste en la frecuencia porcentual de aparición de cada taxon presa en muestras de estómagos de *M. gayi gayi*. Otras medidas, como el peso y/o el número de cada taxon presa se han informado de manera muy aislada, así como resultados basados en índices, como el Índice de Importancia Relativa (Pinkas *et al.*, 1971).

En este estudio se ha tenido a la vista los trabajos de Hermosilla (1959), Bahamonde & Cárcamo (1959), Hoyl (1967), Arana & Williams (1970), Contreras (1977), Arancibia (1981), Meléndez (1981), Sáez (1983), Arancibia (1987), y Arancibia & Meléndez (1987).

Cuando la información de la frecuencia de ocurrencia en los trabajos considerados en el presente estudio no se redujo a una sola tabla, sino a bases mensuales, abarcando varios meses independientemente, entonces se obtuvo el promedio de esta medida para cada taxon pre-

sa. Lo mismo sucedió cuando la información se presentó independientemente por sexos.

Algunos taxa presas de baja frecuencia y de escasa incidencia en la alimentación de *M. gayi gayi* fueron agrupados en categorías taxonómicas mayores; por ejemplo, varias especies, géneros y familias de Amphipoda, y lo mismo sucedió con Polychaeta. Los langostinos colorado (*Pleuroncodes monodon*) y amarillo (*Cervimunida johni*) fueron agrupados en Galatheidae, debido a que los primeros trabajos consideraban este nivel taxonómico. El taxon Euphausiidae da cuenta de los euphausidos, en general, aunque está representado casi exclusivamente por *Euphausia mucronata*. El listado de los taxa presas aquí considerados se entrega en el Anexo 1.

Los trabajos consultados abarcaron como área de estudio desde Valparaíso hasta el Golfo de Arauco (Fig. 1). En el presente trabajo no se indagó en el efecto del tamaño de la muestra, del tamaño de los individuos muestreados, de la estación del año ni del área de estudio. Aparentemente ello no fue necesario, de acuerdo con los resultados.

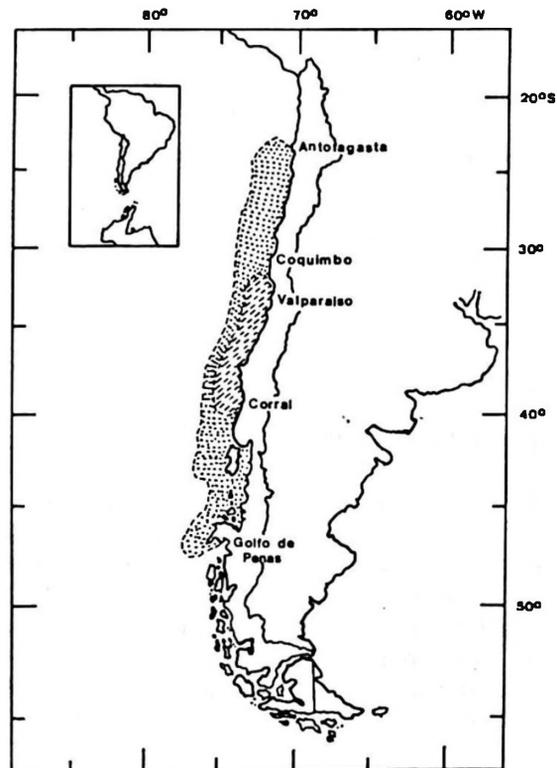


Figura 1. Área de distribución de *M. gayi gayi* (punteado claro) y localización de la pesquería (punteado más denso).

Respecto del tamaño de la muestra para estudios descriptivos, los trabajos previos analizaron desde varias decenas a varias centenas de estómagos. Arancibia (1987), basado en la curva "número de taxa presas/número de estómagos con contenido estomacal" (Modde & Ross, 1983), comunica que el tamaño mínimo de muestra para estudios descriptivos de la alimentación de *M. gayi gayi* no sobrepasa a 20 estómagos con contenido, debido a su baja diversidad trófica.

Debido a que la naturaleza de la información es multivariada (originalmente 40 taxa presas, de los cuales se eliminó aquellos que fueron informados sólo una vez, entre 10 estudios), se les analizó a través del Análisis Factorial de Correspondencia (AFCO), el que es apropiado cuando la información es presentada en tablas de frecuencias (Cuadras, 1981). La principal ventaja del AFCO es que permite representar simultáneamente los *n*-caracteres (= taxa presas) y las *k*-muestras (= estudios previos).

En este caso, la interpretación de los resultados del AFCO es la siguiente: la proximidad de los resultados de un estudio a un determinado taxon presa, indica que éste tiene una presencia importante en tales estudios. Análogamente, la proximidad de un taxon presa a un determinado grupo de estudios indica que existe una mayor presencia de este taxon en tales estudios.

De acuerdo con Cuadras (1981), algunas pruebas estadísticas para determinar la dimensión significativa del AFCO no tienen justificación matemática precisa. Sin embargo, siguiendo a este autor, los resultados del AFCO se representan en sus dos primeros factores, realizándose una prueba de X^2 para los primeros cuatro valores propios. El AFCO fue aplicado usando el paquete computacional DECORANA (Hill, 1979).

En la búsqueda de mayor claridad en la asociación de los resultados de los diez trabajos previos considerados en este estudio, se realizó un Análisis de Conglomerado sobre éstos, tomando como medida la frecuencia de ocurrencia de los taxa presas y utilizando como medida de similitud el índice de Bray-Curtis (Bloom, 1981). Como método de clasificación se utilizó el método del promedio aritmético por pares no ponderados (Sneath & Sokal, 1973), con los 25 taxa presas que fueron seleccionados para el AFCO.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del AFCO revelan que hay un claro agrupamiento entre los últimos siete estudios, desde el de Arana & Williams (1970) hasta el de Arancibia (1987) (Fig. 2; para la simbología ver Anexo 2). Este grupo se asocia principalmente a Galatheidae (*P. monodon* y *C. johni*), *Pterygosquilla armata*, Euphausidae, Amphipoda, larvas de Crustacea, *Nassarius gayi*, larvas de Teleostei, y peces como *M. gayi gayi* y *E. ringens* (Fig. 3). El porcentaje de la varianza explicada por los cuatro primeros ejes es de 55,4; 32,3; 9,7; y 2,6%; por lo que los porcentajes acumulados de la varianza a partir de los primeros dos, tres y cuatro ejes son de 88,0; 97,7; y 100%, respectivamente. La prueba de significancia de los cuatro primeros valores propios se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Prueba de significancia de los cuatro primeros valores propios del análisis de correspondencia (ver Cuadras, 1981); *k* = 10 trabajos; *n* = 25 taxa presas; *n* = 1.183 (frecuencias acumuladas); α = 0,1.

FACTOR	VALOR		X ² calculado	X ² tabla	g.l.	Significancia
	PROPIO					
1 ^o	0,560		655,8	42,6	32	*
2 ^o	0,326		381,7	40,3	30	*
3 ^o	0,098		114,8	37,9	28	*
4 ^o	0,026		30,4	35,6	26	no

g.l.= grados de libertad.

* = símbolo que representa la existencia de significancia.

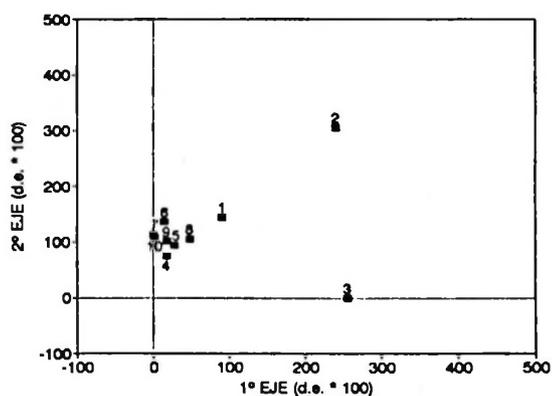


Figura 2. Posición de diez trabajos de análisis del contenido estomacal de *M. gayi gayi*, en el espacio reducido a dos dimensiones (80% de la varianza total), según el AFCO. Medida: frecuencia porcentual de ocurrencia de 25 taxa de presas. La medida de los ejes es desviación estándar por 100 (d.e.*100). Para simbología, ver Anexo 1.

Destacan por su aislamiento los estudios de Bahamonde & Cárcamo (1959) y Hoyl (1967), representados respectivamente por los números 2 y 3 en la Fig. 2. El primero está asociado a los taxa presas *Mysis* sp., *Engraulis ringens* y *Normanichthys crockeri*; y el segundo a Crustacea indeterminatae (Fig. 3). El distanciamiento de estos dos estudios, respecto de los otros, se debería a dos razones; primero, a que Hoyl (*op. cit.*) incluye a casi todos los Crustacea en un gran grupo, que denomina Crustacea indeterminatae; segundo, Bahamonde & Cárcamo (1957) habrían obtenido las muestras de pescas muy costeras. En tal caso, es probable que *N. crockeri* sea la especie que explica la separación del trabajo de Bahamonde & Cárcamo (*op. cit.*) del resto.

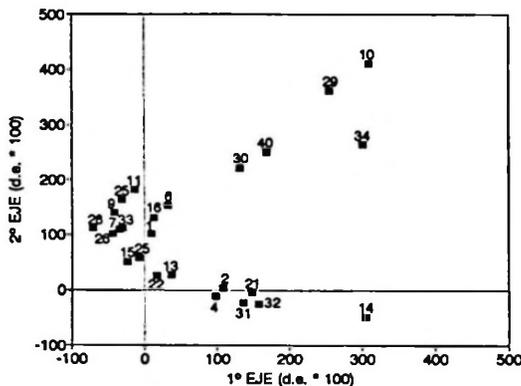


Figura 3. Posición de 25 taxa de presas de *M. gayi gayi*, en el espacio reducido a dos dimensiones (80% de la varianza total), según el AFCO. Medida: frecuencia porcentual de ocurrencia de 25 taxa de presas. La medida de los ejes es desviación estándar por 100 (d.e.*100). Para simbología, ver Anexo 2.

El trabajo de Hermosilla (1959) aparece en una situación intermedia, predominando Galatheididae, *P. armata*, *E. ringens* y Teleostei indeterminatae, en este orden.

El análisis de conglomerado revela una clara asociación entre los estudios identificados con los números 4 a 10 (ver Anexo 2), quedando de manifiesto la separación y aislamiento de los tres primeros (Fig. 4).

Independientemente del área y fecha cubiertos por los estudios previos, del tamaño de la muestra analizada (número de estómagos), de la extensión de los muestreos en el tiempo, y del tamaño de los ejemplares de *M. gayi gayi*

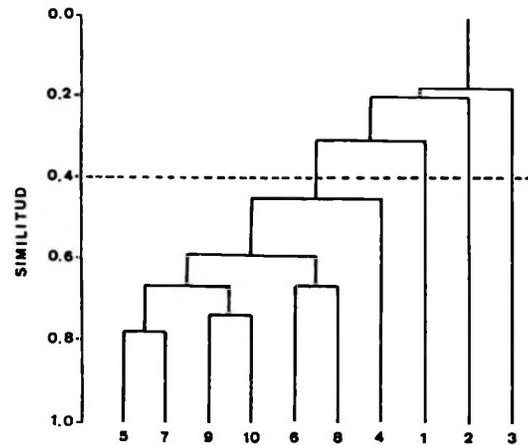


Figura 4. Diagrama de similitud de diez trabajos de análisis del contenido estomacal de *M. gayi gayi*. La línea horizontal de trazos indica el promedio del Índice de Similitud de Bray-Curtis = 0,40. El intervalo de confianza es entre 0,34 y 0,46 ($n = 45$; $\alpha = 0,1$). Para simbología, ver Anexo 1.

considerados, los taxa presas no exhiben cambios significativos en su frecuencia de aparición, predominando Galatheididae, *P. armata*, Euphausidae (casi exclusivamente *Euphausia mucronata*), *M. gayi gayi* juvenil y *E. ringens*, y probablemente *Strangomera bentincki*.

En este estudio se reconoce que la frecuencia de aparición de los taxa presas no es la mejor medida de su importancia en la alimentación de *M. gayi gayi*. En efecto, Berg (1979) e Hyslop (1980) hacen una detallada revisión y discusión de los métodos para análisis del contenido estomacal de peces, concluyendo que cada uno tiene ventajas y desventajas. Básicamente, el método numérico da demasiada importancia a las presas pequeñas; contrariamente, el método gravimétrico da demasiada importancia a las presas grandes. Sin embargo, la medida de la "frecuencia de aparición" es la única que ha sido posible de comparar entre los diez estudios previos de la alimentación de *M. gayi gayi*.

Se concluye que las presas de *M. gayi gayi* no han cambiado de manera significativa en su frecuencia de aparición entre fines de los años 50 y mediados de los años 80. La interpretación es que las presas de *M. gayi gayi* mantienen su importancia en el largo plazo. Si hubiese ocurrido algún cambio, como podrían revelarlo los antecedentes aportados por Hermosilla (1959) y Bahamonde y Cárcamo (1959), ello se debería a oscilaciones en un rango de tiempo mayor, de cuya información no disponemos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) por el financiamiento del Proyecto FONDECYT 24/92, denominado "Cambios de largo plazo en la alimentación de merluza común, su efecto ac-

tual en langostino colorado y sardina común, y canibalismo" del que se derivó este trabajo, y al Dr. Mario George-Nascimento (Universidad Católica de la Santísima Concepción), por el aporte del programa computacional DECORANA.

Anexo 1. Taxa presas de *M. gayi gayi* registrados en la literatura considerada en este estudio y simbología utilizada en la Figura 3. El asterisco señala aquellos considerados en los análisis (el orden no indica lugar de importancia).

SIMBOLO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VERNACULAR
1	* Galatheidae	Langostinos
2	* <i>Pterygosquilla armata</i>	Pateador
3	* Euphausiidae	Eufausiáceos
4	* <i>Heterocarpus reedi</i>	Camarón nailon
5	<i>Haliporoides diomedea</i>	
6	* <i>Austropandalus grayi</i>	Camarón
7	<i>Libidoclaa granaria</i>	Jaiba araña
8	Paguridae	Cangrejo ermitaño
9	* Copepoda	Copépodos
10	* <i>Mysis</i> sp.	
11	* Amphipoda (varias especies)	Anfípodos
12	Cumacea (¿ <i>Diastylis</i> spp.?)	
13	* Larvas Crustacea	
14	* Crustacea indeterminatae	
15	* Cancridae	Jaibas
16	* <i>Nassarius gayi</i>	Caracol
17	Turritelidae	Caracol
18	<i>Tegula</i> sp.	Caracol
19	Huevos Gastropoda	
20	Octopodidae	
21	* <i>Loligo gahi</i>	Calamar, chipirón
22	* Gastropoda indeterminatae	
23	Pelecipoda	
24	Ophiuridae	
25	* Polychaeta (varias especies)	Poliquetos
26	* <i>Merluccius gayi gayi</i>	Merluza común
27	<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado de ojos grandes
28	* <i>Trachurus symmetricus</i>	Jurel
29	* <i>Eugraulis ringens</i>	Anchoa, anchoveta
30	* <i>Straugomera bentincki</i>	Sardina común
31	* Clupeidae indeterminatae	
32	* <i>Coelomichus aconcaagua</i>	Peje rata
33	<i>Protilus jugularis</i>	Blanquillo
34	* <i>Normanichthys crockeri</i>	Mote
35	* Larvas Teleostei	
36	Mictophidae, Gonostomatidae, Sternoptychidae	Peces linterna
37	* <i>Scomberesox saurus</i>	Agujilla
38	<i>Epigonus crassicauda</i>	Besugo
39	<i>Bingamichthys macrophos</i>	
40	* Teleostei indeterminatae	

Anexo 2. Listado de referencias bibliográficas de los trabajos considerados en este estudio, y simbología utilizada en el texto y Figuras 2 y 4.

SIMBOLO	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS, POR ORDEN CRONOLOGICO
1	Hermosilla (1959)
2	Bahamonde & Cárcamo (1959)
3	Hoyle (1967)
4	Arana & Williams (1970)
5	Contreras (1977)
6	Meléndez (1981)
7	Arancibia (1981)
8	Sáez (1983)
9	Arancibia & Meléndez (1987)
10	Arancibia (1987)

LITERATURA CITADA

- ANGELESCU, V. & B. PRENSKI. 1987. Ecología trófica de la merluza común del mar argentino (Merlucciidae, *Merluccius hubbsi*). Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución. INIDEP (Argentina), Contribución N° 561, 205 pp.
- ARANA, P. & S. F. WILLIAMS. 1970. Contribución al conocimiento del régimen alimentario de la merluza (*Merluccius gayi*). Investigaciones Marinas, 1 (7):139-154.
- ARANCIBIA, H. 1981. Agrupamientos por talla en función de la alimentación en la merluza común, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848). Informe de Unidad de Investigación, Licenciatura en Biología Marina, Universidad de Concepción, 32 pp.
- ARANCIBIA, H., J. TORO, V. FERNÁNDEZ & R. MELENDEZ. 1986. Estimación de la mortalidad por depredación del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por la merluza común (*Merluccius gayi*) en el área 35°45'S-37°10'S. En: La Pesca en Chile. P. Arana (Ed.). Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso: 57-67.
- ARANCIBIA, H. 1987. On the application of multivariate analysis in the determination of "ontogenetic trophic units" in Chilean hake, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848). ICES C.M. 1987/G:67, 19 pp.
- ARANCIBIA, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off Central Chile. Doctoral Thesis. University of Bremen, FRG, 221 p.
- ARANCIBIA, H. & R. MELENDEZ. 1987. Alimentación de peces concurrentes en la pesquería de *Pleuroncodes monodon* Milne Edwards. Investigación Pesquera (Chile), 34:113-128.
- BAHAMONDE, N. & M. CARCAMO. 1959. Observaciones sobre la alimentación de la merluza (*Merluccius gayi*) en Talcahuano. Investigaciones Zoológicas Chilenas, 5:211-216.
- BERG, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiomusculus flavescens* (Gobiidae). Marine Biology, 50:263-273.
- BLOOM, S.A. 1981. Similarity indices in community analysis: potential pitfalls. Marine Ecology Progress Series, 5:125-128.
- BRANDER, K.M. & D.R. BENNET. 1986. Interactions between lobster (*Nephrops norvegicus*) and cod (*Gadus morhua*) and their fisheries in the Irish Sea. En: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. G.S. Jamieson & N. Bourne (Eds.) Canadian Special Publication of Fisheries Aquatic Sciences, 92:269-281.
- CADDY, J.F. 1985. Species interactions and stock assessment. Some ideas and approaches. Simposio Internacional del Afloramiento de Africa Oriental. Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona, 2:703-734.
- CADDY, J.F. & G.D. SHARI. 1986. An ecological framework for marine fishery investigations. FAO Fisheries Technical Paper (283), 152 pp.
- CASTILLO, R., L. JUAREZ & L. HIGGISON. 1989. Predación y canibalismo en la población de la merluza peruana de la zona de Paita. En: Memorias del Simposio Internacional sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el Pacífico Sudeste (Viña del Mar, Chile, 1988). Revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (Número Especial), 1989:273-286.
- CONTRERAS, S. 1977. Contribución al conocimiento alimentario de la merluza *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en el litoral de la Octava Región. Informe de Práctica Carrera de Técnico Marino. Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, 32 pp. (+ tablas y 23 figuras).
- CUADRAS, C.M. 1981. Métodos de análisis multivariante. Editorial Universitaria de Barcelona S.A., 642 pp.
- ESPINO, M. & C. WOSNITZA. 1989. Relación entre las poblaciones de merluza (*Merluccius gayi peruianus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En: Memorias del Simposio Internacional Sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el Pacífico Sudeste (Viña del Mar, Chile, 1988). Revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (Número Especial) 1989:235-239.
- GISLASON, H. & P. SPARRE. 1987. A version of MSVPA (Multispecies Virtual Population Analysis) in which differences in prey weight at age in the population and in the predator stomachs has been accounted for. Working Document for the *ad hoc* ICES Multispecies Working Group, 19 pp.
- HERMOSILLA, I. 1959. Contribución al estudio del régimen alimenticio de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot) frente a la zona de Concepción. Memoria de Título Profesor de Estado en Biología y Química, Universidad de Concepción, 46 pp.
- HILL, M.O. 1979. A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, N.Y., 30 pp.
- HYSLOP, E.J. 1980. Stomach content analysis. A review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17:411-429.
- HOYL, A. 1967. Alimentación de la merluza (*Merluccius gayi gayi*, Guichenot) en la zona de Valparaíso (Chile). Memoria de Título Técnico en Industrias Pesqueras. Universidad Católica de Valparaíso, 25 pp.
- LAEVASTU, T & F. FAVORITE. 1980. Fluctuations in the Pacific herrings stocks in Eastern Bering Seas revealed by an ecosystem model (DYNUMES III). Journal of the International Council for the Exploration of the Sea, 177:445-459.
- LIVINGSTONE, P.A., D.A. DWYER, D.L. WENCKER, M.S. YANG & G.M. LANG. 1982. Trophic interactions of key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North. Pacific Fisheries Commission Bulletin, 47:49-65.
- LIVINGSTON, P.A. & K.M. BAILEY. 1985. Trophic role of the Pacific whiting, *Merluccius productus*. Marine Fisheries Review, 47 (2):16-22.
- LEONART, J., J. SALAT & E. MACPHERSON. 1985 a. CPVA, an expanded VPA with cannibalism. Application to a hake population. Fisheries Research, 3:61-79.
- LEONART, J., J. SALAT & E. MACPHERSON. 1985 b. Un MSVPA (Multispecies Virtual Population Analysis) empírico. Aplicación a la merluza del Cabo considerando el canibalismo y la depredación de la rosada. Simposio Internacional del Afloramiento de Africa Oriental. Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona :1041-1052.
- MACPHERSON, E. & B. ROEL. 1987. Trophic relationships in the demersal fish community off Namibia. En: The Benguela and comparable ecosystems. A.I.L. Payne, J.A. Gulland & K.H. Brink (Eds.) South African Journal of Marine Sciences, 5:585-596.

- MELÉNDEZ, R. 1981. Ecología trófica de algunos peces demersales entre Punta Tumbes y Pichidangui, Chile. Memoria de Título Biólogo Marino, Universidad de Concepción, 74 pp.
- MODDE, T. & S.T. ROSS. 1983. Trophic relationships of fishes occurring within a surf zone habitat in the Northern Gulf of México. *Northeast Gulf Science*, 6:109-120
- PAYNE, A.I.L., B. ROSE & R.W. LESLIE. 1987. Feeding of hake and a first attempt at determining their trophic role in the South African West coast marine environment. En: A.J.L. Payne, J.A. Gulland & K.H. Brink (Eds.). *South African Journal of Marine Sciences*, 5:471-501.
- PINKAS, L., M.S. OLIPHANT & I.L.K. IVERSON. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fishery Bulletin*, California Department of Fish and Game, 152:1-105.
- SAEZ, O. 1983. Análisis cuali y cuantitativo del contenido gástrico de la merluza *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) entre Punta Pichilemu y Bahía Queule, con referencia especial al langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (Milne Edwards, 1837). Informe Práctica Profesional Técnico Marino, Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, 47 pp.
- SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL. 1973. Numerical taxonomy. W.H. Freeman and Company, USA, 573 pp.

CAPTACION DE MITILIDOS EN DIFERENTES TIPOS DE COLECTORES ARTIFICIALES EN CHUBUT, ARGENTINA

DIFFERENTIAL RECRUITMENT OF MYTILID SPAT ON ARTIFICIAL COLLECTORS IN CHUBUT, ARGENTINA

Zulma I. Lizarralde¹ y Héctor E. Zaixso²

RESUMEN

En el presente trabajo se compara la eficiencia de diferentes tipos de colectores artificiales en la captación de juveniles de mejillón (*Mytilus platensis* d'Orb.) y de cholga (*Aulacomya ater ater* Molina). Fueron utilizados cuatro tipos de colectores de un metro de largo: 1) red abierta de 11,02 mm de malla y 0,30 m de ancho; 2) red semirrígida de polietileno de 8,46 mm de malla, de 0,12 m de ancho; 3) cuerda de red trenzada, de 11,02 mm de malla; 4) cuerda de red trenzada, de 40 mm de malla. Los colectores fueron dispuestos en un long-line a tres profundidades diferentes: 3, 5 y 7 m de la superficie. Los mismos permanecieron 3 meses en el agua (octubre de 1984 a enero de 1985) en la localidad de San Román (golfo de San José, Chubut, Argentina). Se encontró que los diferentes tipos de colectores captan 6,4 veces más cholgas que mejillones. Para ambas especies se halló que el número de individuos capturados no está relacionado con la profundidad. Asimismo, se encontró que el número de individuos capturados fue significativamente mayor ($p < 0,001$) en las redes abiertas que en las trenzadas. Las redes abiertas entre sí y las trenzadas entre sí no presentaron diferencias estadísticamente significativas respecto del número de individuos capturados.

Palabras claves: Captación, reclutamiento, semilla, post-larvas, mejillón, cholga.

ABSTRACT

In the present study we compare the recruitment of *Mytilus platensis* d'Orb. and *Aulacomya ater ater* Molina in four types of artificial substrata. The collector types used, of 1 m length, were: (1) nets of 11.02 mm of mesh size, cut into strips of 0.30 m in width; (2) nets of semi-rigid polyethylene with 8.46 mm mesh size, 0.12 m in width; (3) ropes of braided net strips, 0.30 m wide each and 11.02 mm of mesh size; (4) ropes of braided net strips, 0.10 m wide each and 40 mm mesh size. The collectors were immersed for 3 months between October 1984 and January 1985. A long-line was used to hang the collectors, at three different depths: 3, 5 and 7 m, in San Román (San Jose Gulf, Chubut, Argentina). In all collector types the recruitment of *A. ater ater* was 6.4 times higher than that of *M. platensis*. In both species statistical analysis showed that settlement on the artificial collectors was not affected by depth. The number of recruited individuals was significantly higher ($p < 0.001$) in the open meshes than in the braided ones. There were no differences within open or braid nets.

Key words: Captation, recruitment, spat, post-larvae, mussel.

INTRODUCCION

Los mitílidos, en particular el mejillón (*Mytilus platensis* d'Orb.) y la cholga (*Aulacomya ater ater* Molina), son mariscos ampliamente aceptados por los consumidores de Argentina. El cultivo de estos mitílidos como una forma más eficiente

de abastecimiento del mercado interno ha sido señalado con anterioridad (Zaixso, 1980). El primer paso para la implementación del cultivo de estos mitílidos, es la obtención de semilla (post-larvas) en cantidad suficiente para abastecer empresas económicamente rentables. En aquellos países donde se practican cultivos de

¹ Universidad Nacional de la Patagonia, S. J. Bosco, Boulevard Brown s/n, 9120 Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

mejillón a gran escala, la provisión de semilla se basa en su recolección de sustratos naturales (intermareales o submareales), o en su captación sobre sustratos artificiales.

Numerosos materiales y tipos de colectores han sido usados con grado variable de éxito para obtener semilla de mejillón a escala comercial, incluyendo entre los mismos: ramas (López, 1983); postes de madera (Korringa, 1976; Ross, 1982); sogas de esparto (Korringa, 1976); sogas de fibra de coco (Korringa, 1976; Dardignac-Corbeil, 1979 y 1991) o confeccionadas con materiales sintéticos (Korringa 1976; Tortell, 1976; Incze & Lutz, 1980; Myrand & Bastien, 1985) y redes semirrígidas de polietileno de diferentes aberturas de malla (Incze & Lutz, 1980).

En nuestra región la provisión de semilla de mitilidos por recolección, de lo que naturalmente se recluta en bancos costeros, no ha resultado ser lo suficientemente previsible en cada temporada como para asegurar la continuidad de un cultivo a escala comercial. Por este motivo es deseable el desarrollo de un tipo de colector que capte en forma eficiente juveniles de estas especies. En el golfo San José (Chubut) se hicieron anteriormente dos trabajos de captación de semillas de mitilidos; el primero fue realizado por Trancart (1978) quien utilizó soga de esparto como material colector, sin obtener buenos resultados, y en el segundo, de Ruzzante & Guerrero (1984), se estudiaron las variaciones mensuales en el número de individuos de mejillón y cholga asentados sobre colectores confeccionados con monofilamento de polietileno en bolsas de malla fina.

El objetivo del presente trabajo fue comparar la eficiencia en la captación de juveniles de mejillón (*Mytilus platensis*) y cholga (*Aulacomya aterater*) de colectores artificiales de malla abierta y trenzados, dispuestos a diferentes profundidades.

MATERIAL Y METODOS

La experiencia fue organizada para cada especie captada (*Mytilus platensis* y *Aulacomya aterater*) como un diseño factorial (4x3), correspondiente a los siguientes factores: tipo de colector y profundidad de colocación.

Se utilizaron cuatro tipos de colectores:

- a. Red de polipropileno negro en paños abiertos de 0,30 m de ancho, 11,02 mm de abertura de malla y 0,70 mm de diámetro de hilo (Red A).
- b. Red semirrígida (polietileno amarillo) de 0,12 m de ancho y 8,46 mm de abertura de malla (Red B).
- c. Cuerda de polipropileno negro confeccionada con dos paños de red trenzados, de 0,30 m de ancho cada uno, de 11,02 mm de abertura de malla y 0,70 mm de diámetro de hilo (Cuerda A).
- d. Cuerda de polietileno blanco confeccionada con tres paños de red trenzados, de 0,10 m de ancho cada uno, de 40,00 mm de abertura de malla y 1,70 mm de diámetro de hilo (Cuerda B).

La longitud de los colectores fue en todos los casos de 1 metro. Cada tipo de colector contó con cuatro réplicas, conformando un total de 48 colectores; cada grupo de réplicas fue dispuesto a tres profundidades: 3, 5 y 7 m de la superficie del mar.

El conjunto fue dispuesto en un long-line convenientemente boyado y fondeado en octubre de 1984 en la costa norte del golfo San José en la localidad de fondeadero San Román (Argentina, prov. del Chubut, Lat. 42°15' S, Long. 64° 14' W). La profundidad en el sitio de trabajo es de 9 m en marea baja y presenta una diferencia de unos 6 metros entre mareas altas y bajas.

Los colectores fueron extraídos en enero de 1985, luego de meses de inmersión, tomándose una muestra de los individuos captados en los 10 cm centrales de cada uno. Esta muestra fue fijada en alcohol 70° y analizada en el laboratorio donde se separaron bajo lupa binocular los juveniles captados por especie (*M. platensis* y *A. aterater*), contabilizándose su número. Los individuos de talla menor de 300 μ m fueron considerados como indeterminados, dada la dificultad de su determinación específica. El número de individuos indiferenciados no superó en ninguna muestra el 5% del total.

Los individuos clasificados fueron medidos con la ayuda de un ocular micrométrico, considerándose el total de la muestra o bien una fracción de la misma, obtenida con un sub-

muestreador de tipo Cushing modificado, cuando era muy numerosa.

Para cada especie por separado, el número de individuos fue transformado ($Y' = \ln Y$) y analizado mediante un diseño factorial de dos factores (tipo de colector y profundidad), con descomposición ortogonal de las sumas de cuadrados (Lison, 1976).

Previamente a estos análisis se llevó a cabo una prueba de log-ANOVA (Sokal & Rohlf, 1981), comprobándose que las varianzas de los distintos grupos eran homogéneas.

RESULTADOS

Eficiencia de captación

El número de individuos que fueron captados por especie, material colector y profundidad es indicado en la Tabla 1; los resultados del análisis de la varianza factorial para ambas especies se indican en la Tabla 2.

La descomposición ortogonal de la suma de cuadrados y grados de libertad se llevó a cabo solamente con el efecto debido al tipo de colector. Para el otro efecto o la interacción la descomposición no fue necesaria ya que sus sumas de cuadrados no resultaron ser significativas aún cuando se les asignara un único grado de libertad.

Se comprobó que el número de cholgas captadas sobre los distintos colectores fue en pro-

medio unas 6,4 veces más alto que el número de mejillones.

Para ambas especies y en todos los tipos de colector, no se observaron diferencias significativas entre el número de individuos captados en las diferentes profundidades utilizadas en la prueba. Se encontraron en cambio, diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) en el número de individuos captados por los diferentes tipos de colector. En consideración a la ausencia de interacciones significativas se concluye que tanto el mejillón como la cholga, e independientemente de la profundidad que se considere, se comportan de igual manera respecto de su reclutamiento sobre los colectores.

La descomposición ortogonal de la suma de cuadrados y grados de libertad correspondiente al efecto debido al tipo de colector demostró que el número de individuos captados sobre las redes abiertas es significativamente mayor ($p < 0,001$) que el número de individuos captados sobre las cuerdas de red trenzadas. En el caso de los mejillones, las redes abiertas captaron 5,6 veces más individuos que las redes trenzadas, en tanto que para las cholgas el número de individuos reclutados fue 8,2 veces superior.

Para ambas especies no fueron encontradas diferencias significativas en el número de individuos hallados sobre los dos tipos de colector de red abierta; por su parte el reclutamiento en los 2 tipos de colectores de redes trenzadas tampoco presentó diferencias significativas.

Tabla 1: Número de individuos de mejillón (meji) y cholga (chol), captados por tipo de colector en los 10 cm centrales de cada réplica. Red A: red fina abierta; Red B: red semirrigida; cuerda A: cuerda de red fina trenzada; cuerda B: cuerda de red gruesa trenzada. Las letras minúsculas indican las réplicas.

Profundidad		Red A		Red B		Cuerda A		Cuerda B	
		meji	chol	meji	chol	meji	chol	meji	chol
3 m	a	151	895	881	6.108	72	261	98	196
	b	933	4.802	759	3.502	34	145	20	112
	c	127	578	509	4.290	100	560	84	574
	d	377	3.162	387	2.046	27	88	331	644
5 m	a	181	403	1.372	9.161	125	1.148	199	449
	b	515	5.582	370	2.754	80	394	90	257
	c	1.584	6.669	646	5.039	112	408	307	1.293
	d	1.326	16.325	862	2.517	37	202	108	190
7 m	a	117	210	1.138	8.354	245	2.458	163	923
	b	34	56	1.119	11.861	60	439	50	115
	c	1.346	4.997	556	3.243	3	9	296	803
	d	1.649	12.330	120	440	103	744	304	1.653

Tabla 2: Análisis de la varianza factorial, para cada especie de mitilido, del efecto del tipo de colector y la profundidad sobre el número de individuos capturados (datos transformados, $Y' = \ln Y$). Descomposición ortogonal del efecto tipo de colector. **: altamente significativo ($p < 0,001$); NS: no significativo.

(a) <i>Mytilus platensis</i>				
Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F
Collectores(C)	3	41,5291	13,8430	12,136 **
1. Entre redes	1	1,3082	1,3082	1,147 NS
2. Entre cuerdas	1	4,0476	4,0476	3,548 NS
3. Redes vs cuerdas	1	36,1733	36,1733	31,711 **
Profundidad (P)	2	2,3697	1,1849	1,039 NS
Interacción C x P	6	1,3091	0,2182	0,191 NS
Error	36	41,0639	1,1407	

(b) <i>Aulacomya ater</i>				
Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F
Collectores (C)	3	51,9597	17,3199	9,172 **
1. Entre redes	1	3,1647	3,1647	1,676 NS
2. Entre cuerdas	1	0,7235	0,7235	0,383 NS
3. Redes vs cuerdas	1	48,0715	48,0715	25,456 **
Profundidad (P)	2	2,3857	1,1929	0,632 NS
Interacción C x P	6	4,1336	0,6889	0,365 NS
Error	36	67,9836	1,8884	

Tabla 3: Distribución de tallas por especie y tipo de colector. Se indica la talla promedio del total de individuos (en μm) y el número de individuos considerado (N). Red A: red fina abierta; Red B: red semirrígida; cuerda A: cuerda de red fina trenzada; cuerda B: cuerda de red gruesa trenzada.

colector	mejillón		cholga	
	Talla promedio	N	Talla promedio	N
red A	1.645,79	1.212	1.262,61	8.432
red B	1.295,83	1.152	1.087,24	4.900
cuerda A	1.739,97	591	1.244,22	3.980
cuerda B	2.391,64	661	1.304,36	2.013

Distribución de tallas

Las distribuciones de tallas, agrupadas por especie y por tipo de colector, se indican en las figuras 1 y 2. Para este análisis se reunieron en una única

muestra todos los individuos provenientes del mismo tipo de colector, sin distinguir entre profundidades. En la Tabla 3 se indican para cada especie y tipo de colector por separado, el promedio general de la distribución de tallas (en μm) y

el número de individuos analizados.

Puede observarse que al final de los tres meses de inmersión, las tallas promedio de los mejillones en cada tipo de colector son mayores

que las tallas promedio que alcanzan las cholgas. Igualmente se observa una mayor dispersión de tallas para mejillones que para cholgas (Figs. 1 y 2, Tabla 3).

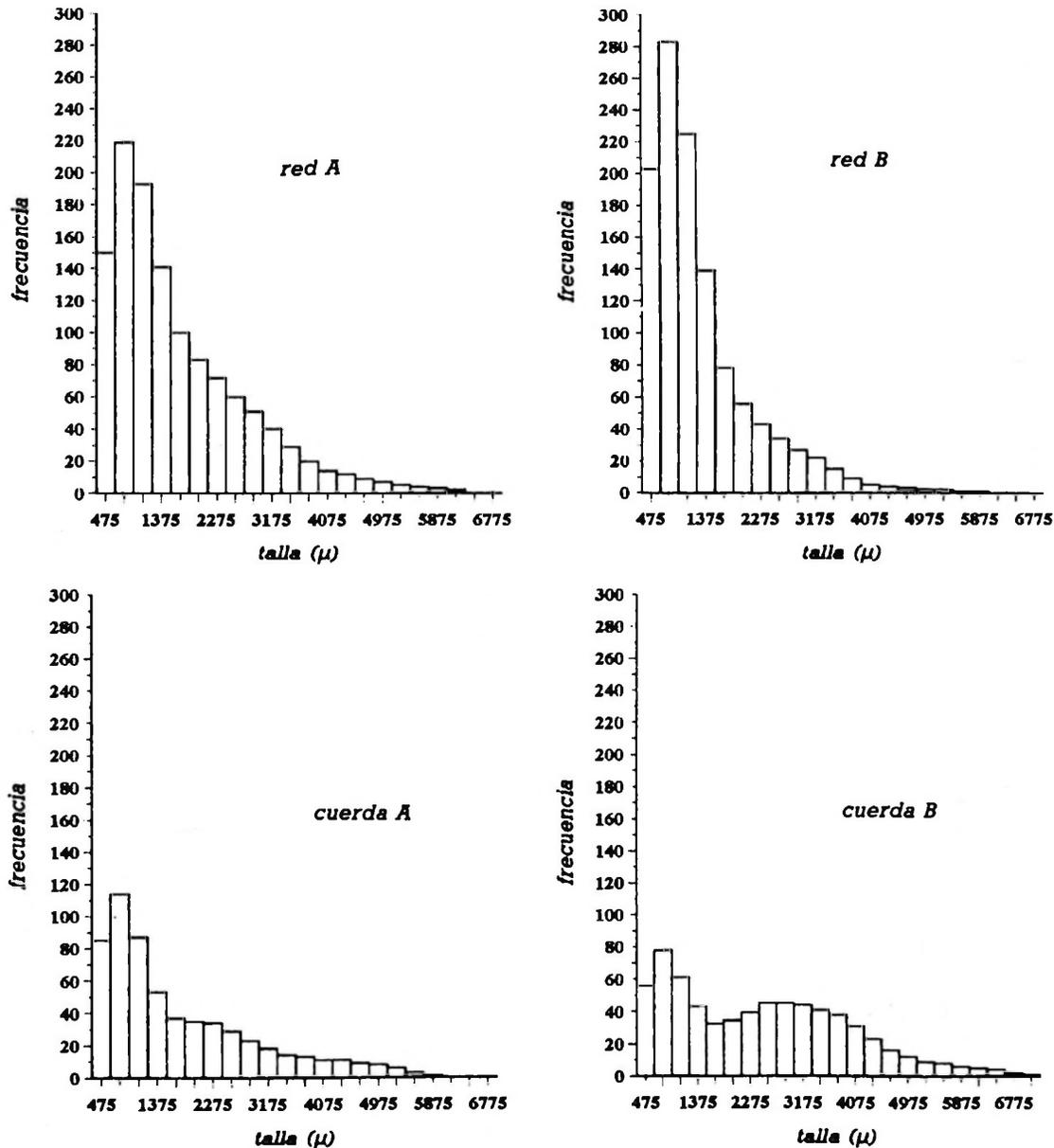


Figura 1: Distribución de tallas de mejillón (*Mytilus platensis*) en los distintos tipos de colectores. Red A: red fina abierta; red B: red semirrígida; cuerda A: cuerda de red fina trenzada; cuerda B: cuerda de red gruesa trenzada.

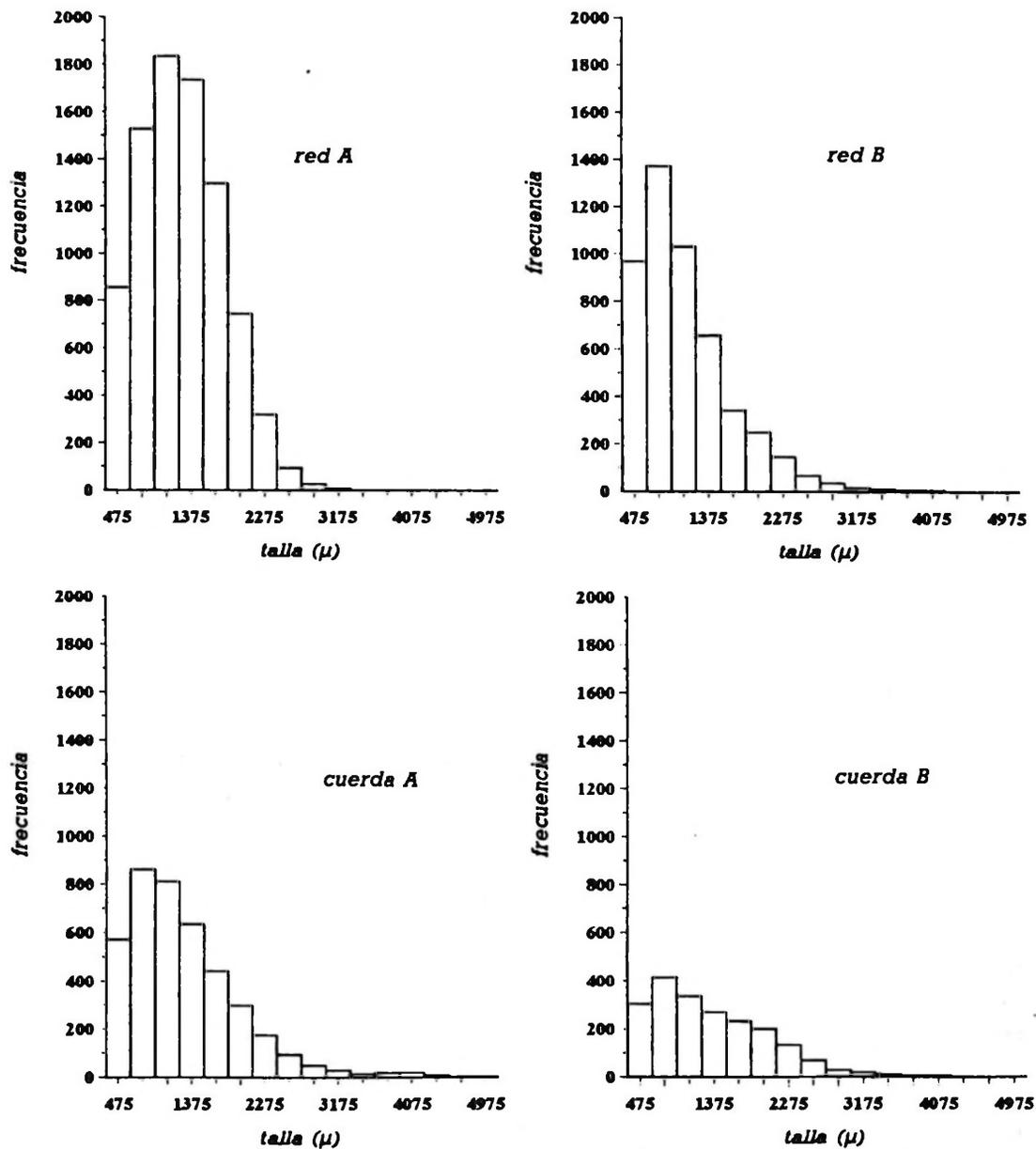


Figura 2: Distribución de tallas de cholga (*Aulacomya ater ater*) en los distintos tipos de colectores. Red A: red fina abierta; red B: red semirrígida; cuerda A: cuerda de red fina trenzada; cuerda B: cuerda de red gruesa trenzada.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los colectores de red abierta (paños de red fina y red semirrígida), son marcadamente más eficientes que las cuerdas confeccionadas con redes trenzadas, captando en igual tiempo 5,6 veces más ejemplares de mejillón y 8,2 veces más de cholga.

Este comportamiento de los plantígrafos de

mejillón y cholga respecto del tipo de colector puede deberse a la morfología general de los colectores o a la atracción química o cromática del material utilizado en los mismos. Estos dos últimos aspectos entendemos se pueden descartar ya que tanto en los colectores de red abierta, como en los colectores de cuerdas, estuvieron representados los colores claros y oscuros y también los dos tipos de materiales utilizados, no detectándose diferencia significativa

entre los colectores trenzados entre sí o entre los abiertos entre sí. Es entonces muy probable que las diferencias observadas se relacionen directamente con la estructura general de los colectores (redes abiertas o cuerdas).

De Blok & Geelen (1958), Bayne (1964; 1976) y Seed (1969, 1976) señalan que los plantigrados tempranos de mejillones prefieren los sustratos filamentosos, tales como algas e hidrozoos; luego esta preferencia cambia en los plantigrados tardíos a favor de sustratos más estables como los asociados a los bancos de adultos; los animales se sueltan del sustrato filamentoso, son resuspendidos en el plancton y finalmente se asientan en los bancos de adultos o en nuevas superficies a colonizar. Se ha denominado fijación primaria a la que tiene lugar sobre sustratos filamentosos y secundaria a la que ocurre sobre los bancos de adultos (Bayne, 1964; Seed, 1969, 1976).

Los estudios llevados a cabo sobre el asentamiento de plantigrados en condiciones naturales y experimentales señalan que las características que hacen a un sustrato adecuado a la fijación estarían relacionadas fundamentalmente con su conformación general. Seed (1969) indica que algas más gruesas como *Corallina* pueden satisfacer los requerimientos de estabilidad de los juveniles durante un período más prolongado que las algas filamentosas. Maas Geesteranus (1942, según Seed, 1976) observa que los plantigrados tardíos se fijan en todos los tipos de sustratos si los mismos son ásperos o presentan discontinuidades; los sustratos lisos son evitados para la fijación (Davies, 1974).

Según Cancino y Becerra (1978), Tomacic (1966) habría señalado una prefijación larvaria en *Aulacomya ater*, previa a la definitiva, la cual requeriría para llevarse a cabo de sustratos filamentosos.

Las anteriores consideraciones parecerían indicar una posible relación entre morfología del sustrato de reclutamiento y el modo en que el agua portadora de larvas circula sobre o a través del mismo; un sustrato capaz de reducir el flujo de agua por aumento de rozamiento y turbulencia, permitiría una mayor probabilidad de contacto entre las larvas y la superficie de fijación, favoreciendo el asentamiento de las mismas. Tales características podrían darse en nuestro ensayo con mayor intensidad en el tipo de colector de malla abierta que en el de cuerda.

Las tallas de plantigrados de *Mytilus* encontradas sobre los colectores de la presente prueba, son mayores a las indicadas por Bayne (1964) para los sustratos corrientes de fijación primaria; pero por otra parte, Seed (1969) encuentra sobre sustratos algales más estables, como los talos del alga *Corallina*, tallas equivalentes a las aquí halladas.

La profundidad ha sido indicada por algunos autores como factor determinante de la cantidad de individuos de *Mytilus edulis* captados sobre colectores artificiales (Loo & Rosenberg, 1983; Incze & Lutz, 1980; Newell *et al.*, 1991). En la presente experiencia, y dentro del rango de profundidades analizado, que va de tres a siete metros de la superficie, los valores de captación obtenidos señalan que el número de individuos de mejillón y/o de cholga asentados en los diferentes colectores no presenta relación con este factor. Tales resultados no descartan la posibilidad de que la extensión del rango de profundidades hacia la superficie o hacia mayores profundidades permita reconocer un efecto significativo de este factor sobre el reclutamiento en colectores artificiales.

El número de plantigrados de cholga reclutado sobre los distintos tipos de colectores utilizados es significativamente superior al de mejillón, siendo en promedio unas 6,4 veces mayor. Esta diferencia puede deberse a una mayor afinidad de la cholga por los colectores utilizados o a un mayor número de larvas de cholga en condiciones de asentarse durante el período en que se desarrolló la prueba.

Respecto de la primera posibilidad no podemos emitir opinión, ya que carecemos de datos sobre densidad de larvas en el agua para las mismas fechas del estudio. Sin embargo, los resultados obtenidos con tipos de colectores tan diversos no permiten suponer un comportamiento diferencial de las especies respecto de los mismos. Sobre la segunda posibilidad mencionada, la misma puede deberse a un desfase en los tiempos de reclutamiento de mejillón y cholga o bien a que el conjunto de individuos reproductivos de cholga o su fertilidad superan a los del mejillón. Lizarralde (datos no publicados) ha encontrado para colectores dispuestos mensualmente en el golfo San José que los picos de reclutamiento de cholga y mejillón son sincrónicos y que para igual período del año que en la presente prueba (octubre a enero), el número

de individuos de cholga captados es consistentemente mayor que el número de reclutas de mejillón. Picallo (1980) en su evaluación general de bancos de bivalvos del golfo San José señala la predominancia de los bancos de *Aulacomya* por sobre los de *Mytilus*; un mayor conjunto de adultos desovantes de cholga podría determinar un mayor número de plantigrados de esta especie en los colectores.

Cualquiera sea el tipo de colector considerado, al final de los tres meses de duración de la experiencia, la talla promedio de los mejillones fue mayor que la observada en las cholgas. Esta circunstancia podría indicar, considerando el reclutamiento simultáneo de ambas especies, que los mejillones poseen una tasa de crecimiento en los colectores mayor que la presentada por las cholgas. Al respecto, Vinuesa *et al.* (1976) y Davenport & Davenport (1984) encuentran para Puerto Deseado y las islas Malvinas respectivamente, que el crecimiento de *Mytilus* a igualdad de condiciones, es mayor que el presentado por *Aulacomya*.

De confirmarse una mayor tasa de crecimiento para los mejillones en colectores, la misma permitiría que una vez que los juveniles de mejillón y cholga alcancen una talla conveniente, separar ambas especies utilizando métodos mecánicos simples y llevar a cabo su encordado en cuerdas de cultivo. A los efectos del procesado mecánico para la separación de semilla, los colectores de redes plásticas semirrígidas presentan considerables ventajas sobre los otros tipos de colectores ensayados en la presente prueba.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sr. Miguel Angel Díaz la inestimable ayuda prestada en el armado de los colectores y en las tareas de campo, y al Centro Nacional Patagónico (CONICET) por facilitar los laboratorios y el equipamiento necesarios para llevar a cabo la experiencia.

LITERATURA CITADA

- BAYNE, B. L. 1964. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. (Mollusca). *Journal of Animal Ecology*, 33: 513-523.
- BAYNE, B. L. 1976. The biology of mussel larvae. En: *Marine mussels: Their ecology and physiology*: 81-120. B. L. Bayne (ed.). Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- CANCINO, J. & R. BECERRA. 1978. Antecedentes sobre la biología y tecnología del cultivo de *Aulacomya ater* (Molina, 1782). (Mollusca: Mytilidae). *Biología Pesquera* (Chile), 10: 27-45.
- DARDIGNAC-CORBELL, M. J. 1979. La mytiliculture. En: *La conchyliculture française. Troisième Partie*: 427-450. L. Marteil (ed.). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 43.
- DARDIGNAC-CORBELL, M. J. 1991. La mitilicultura francesa tradicional. En: *Acuicultura*: 239-293. G. Barnabé (ed.). Ediciones Omega, Barcelona.
- DAVENPORT, J. & J. DAVENPORT. 1984. A preliminary assessment of growth rates of mussels from the Falkland islands (*Mytilus chilensis* Hupé and *Aulacomya ater* (Molina)). *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 41: 154-158.
- DAVIES, G. 1974. A method for monitoring the spatfall of mussels (*Mytilus edulis* L.). *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 36: 27-34.
- DE BLOK, J. W. & H. J. GEELEN. 1958. The substratum required for the setting of mussels (*Mytilus edulis* L.). *Arch. néerl. Zool.*, Vol. Jubilaire: 446-460.
- INCZE, L. S. & R. A. LUTZ. 1980. Mussel culture: an east coast perspective. En: *Mussel culture and harvest: a North American perspective*: 99-140. R. A. Lutz (ed.). Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.
- KORRINGA, P. 1976. Farming organisms low in the food chain. A multidisciplinary approach to edible seaweed, mussel and clam production. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 264 pp.
- LISON, L. 1976. Estadística aplicada a la biología experimental. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 357 pp.
- LOO, L. O. & R. ROSENBERG. 1983. *Mytilus edulis* culture: growth and production in western Sweden. *Aquaculture*, 35: 137-150.
- LÓPEZ, M. T. 1983. El cultivo de *Mytilus chilensis* en el sector Centro Sur de Chile. *Mem. Asoc. Latinoam. Acuicultura*, 5: 169-174.
- MYRAND, B. & Y. BASTIEN. 1985. L'industrie mytilicole a l'Île du Prince-Edouard et en Nouvelle-Ecosse. Rapport d'un stage d'observation. Cahier d'information 115, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Gouvernement du Québec, 54 pp.
- NEWELL, C. R., H. HIDU, B. J. MC ALICE, G. PODNIESINSKI, F. SHORT, & L. KINDBLUM. 1991. Recruitment and commercial procurement of the blue mussel *Mytilus edulis* in Maine. *J. World Aquaculture Society*, 22: 134-152.
- PICALLO, S. 1980. Sobre bancos de mariscos de explotación potencialmente rentable en el Golfo San José. *Contribución N° 39*, Centro Nacional Patagónico, Argentina, 21 pp.
- ROSS, R. 1982. Report on intensive mussel culture in the Adriatic. *Aquaculture Technical Bulletin 5*, National Board for Science and Technology, Dublin, 43 pp.
- RUZZANTE, D. E. & M. T. GUERRERO DE. 1984. Captación de

- mitflidos sobre colectores. I. Variaciones mensuales en la captación de *Mytilus platensis* d' Orb. y de *Aulacomya ater* (Molina). Physis, Argentina, 42: 55-62.
- SEED, R. 1969. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. Oecologia, 3: 277-316.
- SEED, R. 1976. Ecology. En: Marine mussels: Their ecology and physiology: 13-65. B. L. Bayne (ed.). Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Freeman and Co., New York, 859 pp.
- TORTELL, P. 1976. A new rope for mussel farming. Aquaculture, 8: 383-388.
- TRANCART, M. 1978. Biologie et possibilites d'exploitation de *Mytilus platensis* d' Orb. dans le golfe San José, Penninsule Valdés, Argentine. These de Doctorat de 3eme. Cicle, Oceanologie, U.E.R., Sci. Mer. Environm, Univ. D' Aix Marseille II, 86 pp.
- VINUESA, J. H., C. T. PASTOR, & H. E. ZAINSO. 1976. Observaciones preliminares sobre el crecimiento de la cholga *Aulacomya ater ater* (Molina) en condiciones de cultivo. Centro de Investigación de Biología Marina, (26), 7 pp.
- ZAINSO, H. E. 1980. Moluscos argentinos de interés comercial y sus posibilidades de cultivo. Contribución N° 22, Centro Nacional Patagónico, Argentina, 13 pp.

MICROESTRUCTURA DEL OVARIO Y OVOGENESIS EN *GALAXIAS MACULATUS* (JENYNS, 1842) (TELEOSTEI: GALAXIIDAE)

OVARY MICROSTRUCTURE AND OOGENESIS IN *GALAXIAS MACULATUS* (JENYNS, 1842)

Santiago Peredo y Cristián Sobarzo

RESUMEN

Se hace una descripción histológica de ovarios de especímenes adultos de *Galaxias maculatus* capturados estacionalmente en el río Cautín, en el período junio 1987-mayo 1988. Se describe la organización microanatómica de los ovarios y se proponen ocho estadios de maduración para los ovocitos, de acuerdo a su forma, tamaño, características estructurales y afinidad tintorial. Se describen además, estructuras post-desove. Los resultados muestran que los ovarios son órganos alargados y pares ubicados a ambos lados del tracto digestivo, envueltos por una delgada albugínea. Se distinguen delgados pliegues conectivos que envuelven a los ovocitos en desarrollo en el antro ovárico. No existen oviductos, correspondiendo el ovario al tipo denominado gimnoario. La maduración es asincrónica y los ovarios sufren cambios estacionales en tamaño y coloración.

Palabras claves: reproducción, peces, histología, gametogénesis

ABSTRACT

A histological description of ovaries from adult *Galaxias maculatus* captured seasonally in the Cautin river is made. The microanatomy of ovaries is described and eight maturity stages for oocytes are determined according to their histological features. Post-spawning structures are also described. Results show that ovaries are elongated and paired organs located at both sides of the digestive tract and covered with a thin albuginea. Thin connective tissue folds penetrate the ovaries and cover the oocytes at different maturity stages. There are no oviducts, thus ovaries are of the gymnoarian type. Maturation is asynchronous, spawning fractioned and the ovaries undergo seasonal changes in size and coloration.

Key words: Reproduction, fishes, histology, gametogenesis.

INTRODUCCION

Galaxias maculatus (Jenyns, 1842) es un pez nativo de aguas continentales y estuarinas del sur de Chile (Campos, 1970). De distribución circumantártica (Campos, 1978), además de encontrarse en Sudamérica, está presente en Nueva Zelanda, Australia y Sudáfrica. En Chile se extiende por el norte desde la Zona Central (32° Lat. Sur) y por el sur hasta la región patagónica de Tierra del Fuego (53° Lat. Sur) (Campos, 1970). Habita en todos aquellos tipos de ríos de biotopo Potamon, zona caracterizada por aguas

quietas o de corrientes lentas y laminar profundas con sustratos de arena y lodo (Campos, 1985).

El estudio de la biología reproductiva en *G. maculatus* ha sido escaso sobre todo en Sudamérica y particularmente en Chile. Muchos trabajos están referidos a la sistemática y origen de *G. maculatus* (Campos, 1970, 1979, 1984). En Chile, Campos en el año 1970 trabajó en *G. maculatus* describiendo aspectos acerca de su biología reproductiva en condiciones de laboratorio.

Esta especie ha sido objeto de diversos estu-

dios por tratarse de un recurso que en su estado juvenil (puye cristalino) es explotado comercialmente (Campos, 1970, 1979, 1984, 1985), lo que ha provocado una alarmante disminución de sus poblaciones y un rápido descenso en las capturas de este recurso (Campos, 1970, 1973).

Sin embargo, no se ha descrito histológicamente el ovario de *G. maculatus* a fin de conocer con precisión las características del proceso de maduración gonadal.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar los tipos celulares durante el proceso de maduración ovocitaria y de las estructuras post-desove. Estos antecedentes serán de utilidad para el conocimiento de la biología reproductiva de esta especie, aspecto de fundamental importancia para su manejo con fines de repoblamiento o cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron colectas estacionales, considerando las temporadas de otoño, invierno, primavera y verano, desde junio de 1987 a mayo de 1988, en el río Cautín (38° S; 72° W), frente al lugar denominado Balneario Los Pinos. Los especímenes fueron capturados utilizando una red artesanal de 4x1 m y 2 mm de apertura de malla, operada manualmente. Una vez capturados fueron trasladados vivos hasta el laboratorio en donde se procedió a obtener la longitud total (L.T.) y longitud standard (L.S.) de cada individuo con el objeto de seleccionar posteriormente las tallas correspondientes a individuos adultos y extraerles la gónada. Junto a la determinación de estas medidas se obtuvo de cada individuo la masa total (P.T.) expresada en gramos y masa de la gónada (P.G.) registradas en una balanza eléctrica Sartorius de 0,001 g de precisión.

Todas las gónadas extraídas fueron fijadas individualmente en Bouin acuoso; en los casos en que fue imposible extraerlas debido a su escaso desarrollo, el pez fue fijado completo. Posteriormente, las gónadas de un total de 168 individuos fueron sometidas a técnicas histológicas de rutina para su posterior análisis de microscopía óptica, utilizando inclusión en parafina.

Los ovarios conteniendo ovocitos en estados tempranos de desarrollo fueron seccionados

a 7 μ m de espesor, mientras que aquellos conteniendo ovocitos en estados avanzados fueron seccionados a grosores entre 10 y 15 μ m, utilizando en ambos casos un micrótopo rotatorio Leitz 1512. Los cortes fueron teñidos con hematoxilina y eosina. El diámetro de los ovocitos se determinó con un ocular micrométrico de Wolf. Para este efecto, fueron hechas mediciones del diámetro ovocitario mayor y menor y se obtuvo luego un promedio en todos aquellos ovocitos en los cuales el corte pasó a través del núcleo, con excepción de los estados avanzados de maduración. El mismo procedimiento fue realizado para las mediciones del grosor de la capa granulosa y la zona radiada.

RESULTADOS

El ovario de especímenes adultos de *G. maculatus* es un órgano pareado, tubular. Los extremos anteriores son romos, los posteriores fusiformes y convergen hacia el poro genital. En general tienen igual tamaño y se ubican a los costados del intestino, en posición ventral con respecto a la vejiga natatoria.

Su tamaño, textura y color varían según el estado de madurez sexual del pez. Cuando inmaduros, se observan filamentosos, sin coloración y transparentes; los ovocitos no son visibles al ojo desnudo. Cuando maduros, su textura se hace más irregular y son muy susceptibles respecto a perder su forma, al romperse su envoltura en su manipulación.

Cada ovario está revestido por el peritoneo visceral que lo sujeta individualmente, el mesovario, fijándolo a lo largo de la superficie dorsal de la cavidad abdominal y sirve como soporte a la vascularización de la gónada. No se observa prolongación del peritoneo más allá de los ovarios para constituir oviductos que conecten a los primeros con el poro genital.

Microestructura

En corte se observa que el ovario está envuelto por una delgada túnica albugínea de tejido conectivo laxo, que presenta engrosamientos donde existen vasos sanguíneos que irrigan la gónada (Fig. 1). En el interior del ovario se

observan laminillas ovígeras que se desprenden de la albugínea proyectándose hacia el lumen del órgano (Fig.1); el cuerpo de la laminilla está formado por tejido conectivo y escasas fibras musculares lisas, recubiertas por el epitelio germinal ovárico.

Para reconocer cada estadio de desarrollo ovocitario, de acuerdo a las características citológicas, se adoptó y modificó el criterio empleado por Pollard (1972), Cerisola (1984) y Mayer *et al.* (1988), considerando los siguientes aspectos:

- a. Forma y tamaño del ovocito y su núcleo
- b. Disposición y cantidad de nucléolos
- c. Afinidad por colorantes
- d. Características morfológicas de la zona radiada y células foliculares.

Se establecieron ocho estados de maduración para los ovocitos de *Galaxias maculatus*:

- **Estado de Cromatina Nucleolar (1):** Estos ovocitos presentan un diámetro promedio de 22 μm con valores extremos de 14 y 29 μm ; de forma generalmente esferoidal comprimida, presenta el citoplasma altamente basófilo; un gran núcleo esférico y central, levemente acidófilo con un solo nucléolo de posición central fuertemente basófilo. Su observación en el presente estudio fue poco frecuente (Fig. 2).

Estado Perinucleolar

- **Estado perinucleolar temprano (2a):** Presenta un diámetro promedio de 53 μm con valores que oscilan entre 29 y 76 μm , con formas que varían desde esferoidales a poliédricas. La basofilia citoplasmática es intensa al principio, pero decrece en intensidad al final de este estado. El núcleo presenta gran cantidad de nucléolos esféricos altamente basófilos que se ordenan en su periferia (Fig. 3).

- **Estado perinucleolar tardío (2b):** El diámetro promedio de estos ovocitos es de 108 μm con valores extremos de 86 y 133 μm , con formas regulares esféricas. El citoplasma es homogéneo en coloración y levemente basófilo; el núcleo de forma menos regular que en el estado

anterior, contiene un mayor número de nucléolos en su periferia. La capa granulosa se observa como un epitelio simple, con un grosor promedio de 3,1 μm , con células cúbicas y un núcleo de posición central. Al final de este estado, se evidencia la aparición en la periferia del citoplasma, de una o dos bandas de vesículas lipídicas o vitelinas, hecho que señala el comienzo del proceso de vitelogenénesis (endógena) y el siguiente estado ovocitario (Figs. 4 y 5).

- **Estado de Vesícula Vitelina I (3):** Los ovocitos miden en promedio 169 μm de diámetro con valores que fluctúan entre 154 y 209 μm . El citoplasma eosinófilo se restringe a una zona comprendida entre el núcleo y las vesículas vitelinas, las que ahora han aumentado en cantidad y tamaño, ocupando más de la mitad del volumen total del citoplasma. El núcleo ahora eosinófilo de posición central, es esferoidal con bordes irregulares (Fig. 5). La capa granulosa presenta un grosor promedio de 4,0 μm , con células de formas aplanadas a cuboidales. Se evidencia una delgada envoltura (menos de 1 μm en promedio) acelular, afín con la eosina, inmediatamente bajo la granulosa: la zona radiada. Por fuera de la granulosa se distingue una delgada teca de células planas levemente eosinófilas con núcleo central (Fig. 6).

- **Estado de Vesícula Vitelina II (4):** El diámetro del ovocito es de 246 μm con valores extremos de 212 y 283 μm ; hay vesículas vitelinas en mayor cantidad y tamaño, ocupando la totalidad del citoplasma. El núcleo esferoidal, se torna fuertemente eosinófilo, con una gran cantidad de nucléolos y bordes muy irregulares (Figs. 5 y 7). La zona radiada es más evidente que en el estado anterior (2,1 μm de promedio en grosor); lo mismo ocurre con la granulosa, cuyo grosor alcanza a 6,5 μm (4,5 - 8,8 μm), conformada ahora por células cuboidales muy próximas entre sí que presentan un núcleo basófilo (Fig. 6).

Al final de este estado aparecen entre las vesículas vitelinas y en el citoplasma que rodea al núcleo, algunos gránulos de vitelo fuertemente acidófilos, que en los próximos estados aumentarán progresivamente en número y tamaño (Fig. 5).

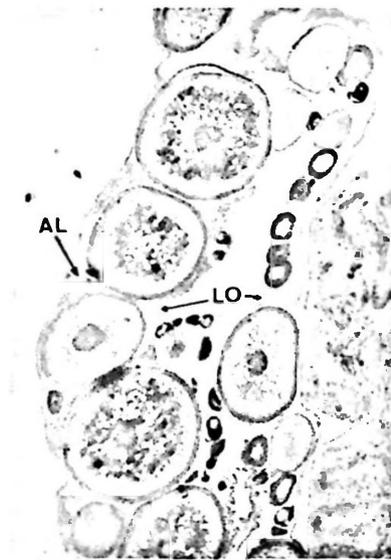


FIG. 1

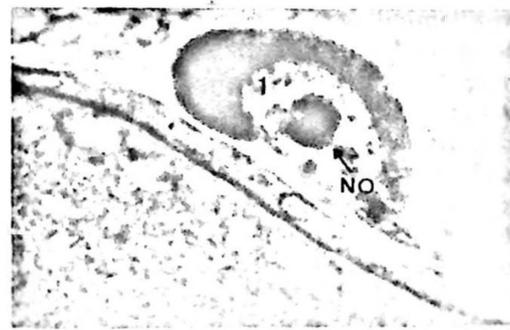


FIG. 2

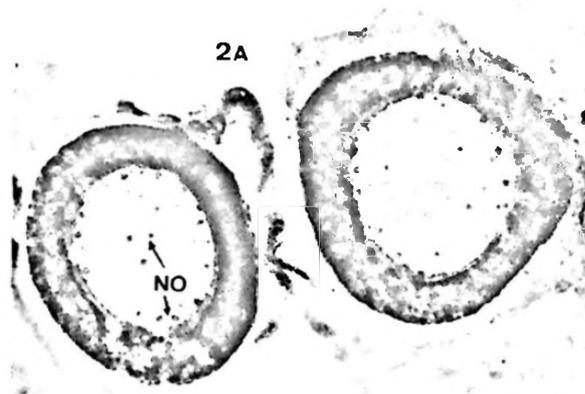


FIG. 3

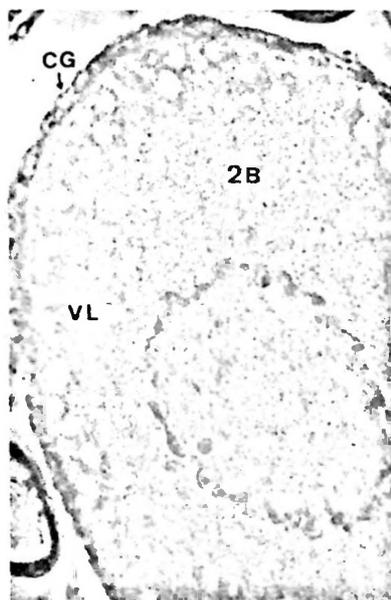


FIG. 4

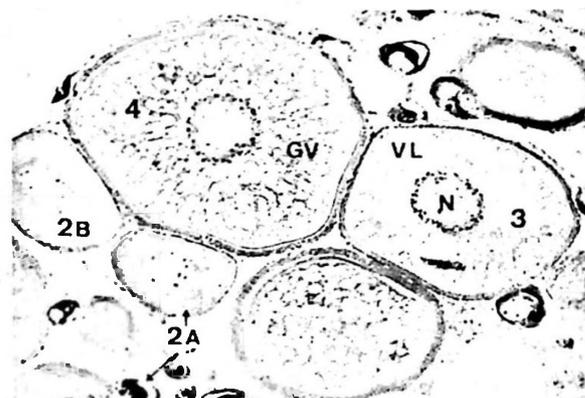


FIG. 5

Figura 1: Vista panorámica de ovario de *G. maculatus* seccionado longitudinalmente. Se observan la albugínea (AL) y las prolongaciones hacia el interior del ovario formando las laminillas ovíferas (LO). 20 X. Figura 2: Ovocito de *G. maculatus* en estado de cromatina nucleolar (1). Se observa su forma lenticular-esferoidal, con un citoplasma basófilo, núcleo levemente acidófilo y un gran nucléolo (NO) de posición central. 500 X. Figura 3: Ovocitos de *G. maculatus* en estado perinucleolar temprano (2A), cuyas formas van desde las poliédricas a las ovoides. El núcleo aparece ahora con gran cantidad de nucléolos (NO) en su periferia. El citoplasma altamente basófilo, al principio, decrece en intensidad al término de este estado. 200 X. Figura 4: Ovocito de *G. maculatus* en estado perinucleolar tardío (2B). En el citoplasma se acumulan vesículas lipídicas (VL) que señalan el comienzo de vitelogénesis endógena y el siguiente estado ovocitario. El núcleo acidófilo de posición central, mantiene los nucléolos en su periferia. Se aprecia además la capa granulosa (CG) constituida por un epitelio cúbico simple. 200 X. Figura 5: Corte de ovario de *G. maculatus* en el que se observan diferentes estados ovocitarios. Estados perinucleolar temprano (2A) y tardío (2B); estado de vesícula vitelina I (3), cuyo aumento de tamaño es evidente en relación al estado anterior. En el citoplasma hay abundantes vesículas lipídicas (VL) y el núcleo (N) acidófilo con notorios nucléolos en su periferia. Estado de vesícula vitelina II (4) en cuyo citoplasma hay abundantes vesículas lipídicas y gránulos de vitelo (GV). 50 X.

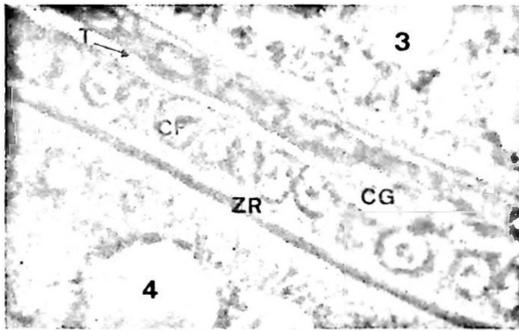


FIG. 6



FIG. 7

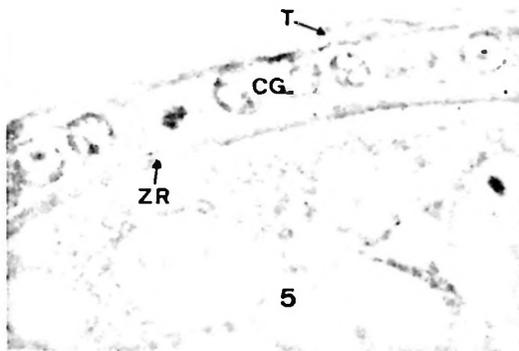


FIG. 8



FIG. 9

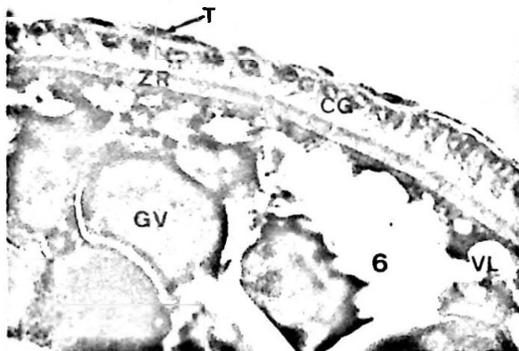


FIG. 10

Figura 6: Detalle de las envolturas de ovocitos de *G. maculatus* en vesícula vitelina I (3) y II (4); capa granulosa (CG), con células foliculares (CF); teca (T) y zona radiada (ZR). Se observa el gran desarrollo que alcanza la capa granulosa y zona radiada en el estado de vesícula vitelina II. 500 X. Figura 7: Ovocito de *G. maculatus* en estado de vitelo primario (5). El citoplasma se observa con abundantes vesículas lipídicas (VL) y gránulos vitelinos (GV), los cuales le confieren una alta afinidad por la eosina. El núcleo irregular (N), con nucléolos en su periferia. Junto a él aparece un ovocito en vesícula vitelina II (4). 50 X. Figura 8: Detalle de las envolturas de un ovocito de *G. maculatus* en vitelo primario (5). La capa granulosa (CG) constituida por un epitelio columnar. Zona radiada (ZR) muy evidente, afín a la eosina; teca (T) como una envoltura conectiva con células aplanadas. 500 X. Figura 9: Ovocito de *G. maculatus* en estado de vitelo secundario (6). Se observa el progresivo aumento en tamaño y abundancia de los gránulos vitelinos (GV). Capa granulosa (CG) y zona radiada (ZR). 50 X. Figura 10: Detalle de la capa granulosa (CG), zona radiada (ZR) y teca (T) de un ovocito de *G. maculatus* en vitelo secundario (6). Se observa el gran desarrollo alcanzado por la zona radiada, con gran abundancia de gránulos vitelinos (GV); vesículas lipídicas (VL). 200 X.

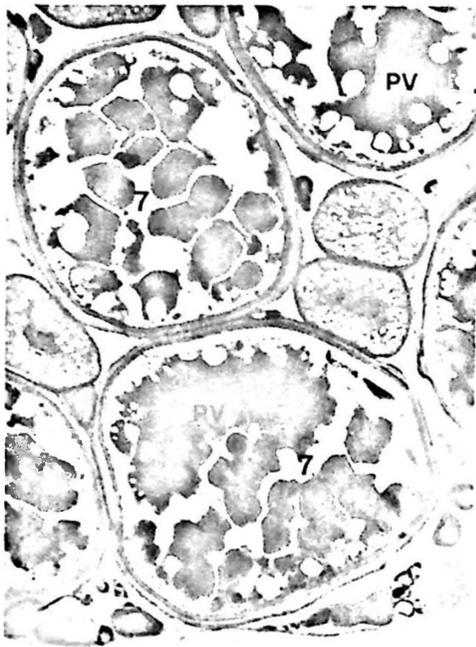


FIG. 11

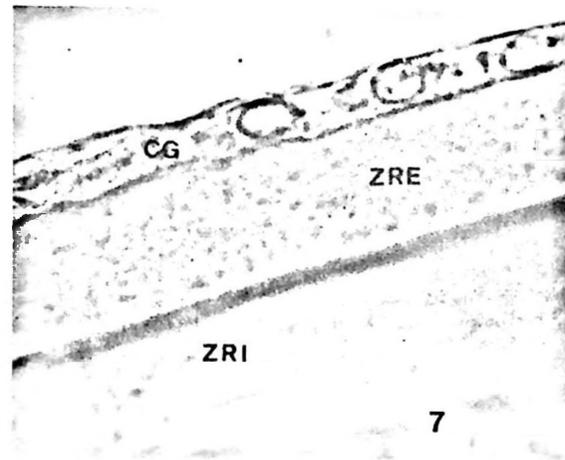


FIG. 12

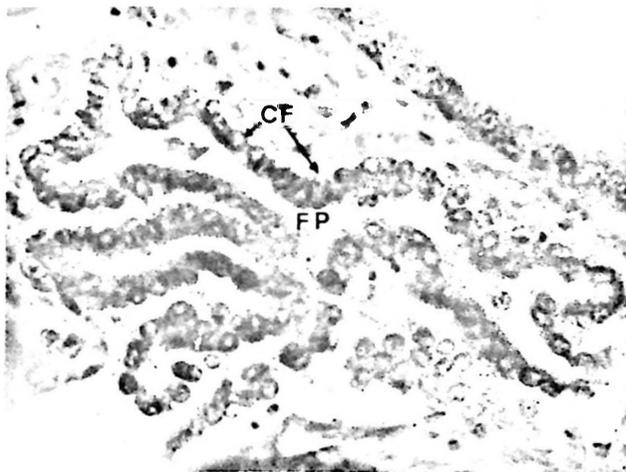


FIG. 13

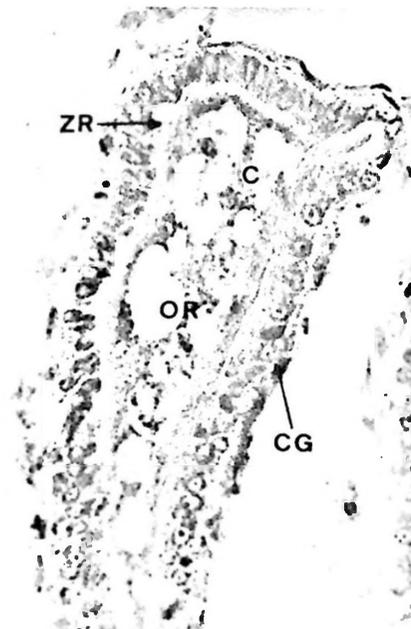


FIG. 14

Figura 11: Ovocito de *G. maculatus* en vitelo terciario (7). El citoplasma acidófilo con plaquetas vitelinas (PV) formadas por la coalescencia que sufren los gránulos vitelinos. 20 X. Figura 12: Detalle de la estructura bipartita de la zona radiada en un ovocito de *G. maculatus* en vitelo terciario (7). Se diferencia la zona radiada externa (ZRE) y zona radiada interna (ZRI), producto de la diferente afinidad de éstas por la eosina. Capa granulosa (CG). 500 X. Figura 13: Folículo post-ovulatorio (FP) en ovario de *G. maculatus* correspondiente al período de desove. Se evidencia su forma irregular con plegamientos, constituido por células foliculares columnares (CF). 200 X. Figura 14: Detalle de ovocito residual (OR) en ovario de *G. maculatus* de post-desove. Se observa la desorganización que sufren el citoplasma (C) y las envolturas, capa granulosa (CG) y zona radiada (ZR). 200 X.

- **Estado de Vitelo Primario (5):** El ovocito aumenta significativamente de tamaño, alcanzando un diámetro de 307 μm , fluctuando entre 271 y 370 μm . El citoplasma aparece como una banda clara de vesículas vitelinas, mientras que hacia el interior de éste su apariencia es eosinófila debido a aumento y deposición progresiva de los gránulos de vitelo. El núcleo de contornos bastante irregulares se mantiene fuertemente eosinófilo, con gran número de nucléolos dispuestos en su periferia (Fig. 7).

La zona radiada experimenta cambios en su coloración, textura y grosor; con un espesor promedio de 2,9 μm , se hace más acidófila que en el estado anterior presentando un aspecto estriado (Fig. 8). La granulosa experimenta una leve disminución en su grosor con respecto al estado anterior, con 6,3 μm promedio de grosor. Sus células dispuestas en monocapa presentan forma aproximadamente cúbica, con núcleos de formas variadas, basófilos y escaso citoplasma en relación al núcleo. Las células tecales se disponen en una monocapa de formas aplanadas y alargadas (Fig. 8).

- **Estado de Vitelo Secundario (6):** La cantidad de vitelo depositado es bastante mayor que en el estado anterior, por lo que el ovocito se presenta fuertemente eosinófilo y su diámetro es de 517 μm , fluctuando entre 443 y 577 μm . El núcleo es sólo evidente en algunas secciones, presentando bordes muy irregulares; generalmente está ausente, pues en muchos ovocitos ha comenzado la ruptura del núcleo (Fig. 9).

La zona radiada experimenta significativos cambios alcanzando ahora un grosor promedio de 4,8 μm , aumentando su afinidad por la eosina (Fig. 10). La capa granulosa continúa disminuyendo su grosor, teniendo en promedio 4,2 μm , así como su conformación alrededor del ovocito (Fig. 10). Los gránulos de vitelo esféricos se reparten por todo el citoplasma, mientras que las vesículas vitelinas aún presentes, se ubican en la región perinuclear (las de mayor volumen) y hacia la región cortical del citoplasma las de menor tamaño (Fig. 9).

- **Estado de Vitelo Terciario (7):** El ovocito alcanza un diámetro promedio, de 651 μm con valores que oscilan entre 614 y 724 μm ; es posi-

ble distinguir el citoplasma con gránulos y plaquetas vitelinas de gran tamaño, formando una masa de vitelo eosinófilo. El núcleo en avanzado proceso de ruptura no se observa en la mayoría de los ovocitos seccionados (Fig. 11).

La zona radiada adquiere ahora definitivamente una estructura bipartita, distinguiéndose una zona radiada externa cuyo grosor en promedio es de 12 μm y se observa menos acidófila que la zona radiada interna; esta última con un espesor promedio de 8,6 μm . La capa granulosa basófila pierde consistencia y grosor con un promedio de 8,6 μm y células de forma ovoide. La teca se ha reducido, observándose fibroblastos sobre la granulosa.

- **Ovocitos maduros (8):** Estos ovocitos ovulados se observan con tamaños entre los 800 y 1.000 μm de diámetro. No presentan núcleo y el interior del ovocito se encuentra totalmente ocupado por una gran masa vitelina, debido a la progresiva coalescencia de los gránulos y plaquetas vitelinas. Es posible evidenciar sólo la zona radiada, mientras que la granulosa y la teca han desaparecido.

Estructuras Post-Desove

Folículos post-ovulatorios: Se observan como estructuras de forma irregular, con plegamientos y constituidos por células foliculares columnares pálidas que delimitan un lumen irregular (Fig. 13).

Ovocitos residuales: Se evidencian en algunas secciones de ovarios, como estructuras que sufren alteraciones a nivel de su citoplasma y núcleo, los cuales se desorganizan y desintegran gradualmente, acompañados por plegamientos de la capa granulosa y zona radiada, adquiriendo estos ovocitos formas irregulares (Fig. 14).

DISCUSION

Los resultados de la presente investigación han permitido conocer la estructura ovárica y los diferentes estados de maduración de la línea germinal femenina de una población lacustre de *G. maculatus* presente en la IX Región de Chile.

La anatomía e histología de los ovarios de *G. maculatus* no presentan grandes diferencias con lo descrito para una población de esta especie del lago Modewarre en Australia por Pollard (1972) así como para otros teleósteos (Goldberg *vide* Oliva y Carvajal, 1982); Srivastava & Srivastava, 1984; Mayer *et al.*, 1988; Herrera *et al.*, 1988; Amin *et al.*, 1989; Cerisola, 1984; Cerisola *et al.*, 1978).

La ausencia de oviductos observada en el presente estudio coincide con lo descrito por Pollard (1972) para *G. maculatus* en Australia, característica común para los Galáxidos y peces salmónidos en general, los que presentan el ovario de tipo gimnoario (Hoar, 1969). En estos grupos, los ovocitos ovulados pasan a la cavidad peritoneal desde la región posterior del ovario para ser expulsados por el poro genital que se abre por detrás del ano.

En relación al ritmo de maduración de los ovocitos, Wallace y Selman (1981) estiman que la clasificación propuesta por Marza (Marza *vide* Wallace y Selman, 1981) para ovarios de teleósteos es la de más utilidad, distinguiéndose tres categorías: sincrónico total, sincrónico parcial y asincrónico. El ovario de *G. maculatus* corresponde, de acuerdo a las observaciones, a una maduración asincrónica; así lo indican la presencia de diferentes estados de desarrollo y crecimiento de ovocitos en gónadas maduras, las cuales siempre mantienen dos poblaciones de ovocitos: una predominantemente homogénea de ovocitos grandes (vesícula vitelina II, vitelo primario, secundario y terciario) y otra pequeña heterogénea (ovocitos previtelogénicos). La ovulación ocurre aproximadamente durante un mes (fines de agosto hasta fines de septiembre), lo que indica un período de desove de larga duración al igual que otros teleósteos: *Engraulis mordax* (Hunter & Goldberg, 1980); *Sicyases sanguineus* (Cerisola, 1984); *Basilichtys australis* (Cerisola *et al.*, 1978); *Trichomycterus areolatus* (Manríquez *et al.*, 1988) y *Sebastes capensis* (Alveal & Quintana, 1985) entre otros.

En cuanto a los criterios para definir los diferentes estados de maduración de los ovocitos, éstos son muy variados. Algunos autores consideran las características nucleares, citoplasmáticas y del vitelo (Braekevelt & McMillan, 1967; Combs, 1969; Guraya *et al.*, 1975; Wourms, 1976; Cerisola *et al.*, 1978; Cerisola, 1984). Otros los describen por sus tamaños (Hurley & Fisher, 1966, entre otros *vide*

Cerisola, 1984) o por características generales que aparecen durante el crecimiento del ovocito (Wallace & Selman, 1981). En el presente estudio se consideraron los principales cambios citomorfológicos que experimenta el ovocito y las capas del folículo ovárico, criterios adoptados y modificados para *G. maculatus*, de aquellos empleados por Pollard (1972), Cerisola *et al.* (1979), Cerisola (1984) y Mayer *et al.* (1988).

La descripción histológica de los ovarios del "puye", permitió caracterizar ocho estados de desarrollo ovocitario, que concuerda en gran medida con aquella descrita por Pollard (1972), aun cuando existen diferencias en el número de estados identificados (distinguió nueve), tamaño de los ovocitos y algunas características de las envolturas ovocitarias.

Durante los primeros estados ovocitarios, como cromatina nucleolar, perinucleolar temprano y tardío, los tamaños promedio son similares a la población de Australia (entre 20 a 100 μm), pero a partir de estados de vesícula vitelina y los siguientes, se puede apreciar menores tamaños en los ovocitos del puye del río Cautín. A pesar de ello los ovocitos maduros y desovados poseen tamaños semejantes que fluctúan entre los 800 y 1.000 μm de diámetro promedio.

Con respecto a las envolturas del ovocito y de las capas celulares del folículo ovárico no existe un criterio uniforme en los diferentes autores en relación a su denominación. La terminología usada en el presente estudio corresponde en general a las nomenclaturas utilizadas por Mayer *et al.* (1988); Cerisola *et al.* (1978); Cerisola (1984); Srivastava y Srivastava (1984) y Amin *et al.* (1989).

Se ha denominado zona radiada a la envoltura por fuera de la membrana plasmática y que representa una estriación regular debido a la presencia de finos canalículos que la atraviesan (Cerisola, 1984). Pollard (1972), distinguió en *G. maculatus*, dos zonas de características diferentes que se encontraban inmediatamente por fuera de la membrana citoplasmática: una zona interna, que denominó zona radiada y otra más externa que llamó zona pelúcida. Durante la observación de ovocitos de la población en estudio, tales envolturas fueron evidenciadas. Sin embargo, ambas corresponden a una única zona radiada, como lo muestra Mayer *et al.* (1988) en el róbalo *Dicentrarchus labrax*, la cual experi-

menta un desarrollo significativo durante los últimos estados de maduración ovocitaria, exhibiendo una estructura bipartita: la zona radiada interna y la zona radiada externa, fácilmente identificables por su diferencia en coloración y grosor, apoyadas por estudios histoquímicos que revelan ciertas diferencias químicas entre ellas.

En los estados descritos de ovocitos, sólo a partir de vesícula vitelina I fue posible observar y distinguir la zona radiada, como una estructura acelular afín con la eosina, mientras que a partir del vitelo secundario se comienza a evidenciar levemente su conformación bipartita, que aumenta de grosor progresivamente hacia los estados finales de maduración, especialmente la zona radiada externa. Estas observaciones concuerdan en general con las encontradas por Pollard (1972).

Sin embargo, en los casos de *Merluccius gayi gayi*, *Basilichtys australis*, *Dicentrarchus labrax* y *Channa striatus*, aún cuando se distingue claramente esta zona, no experimenta un desarrollo tan marcado y gradual como el que ocurre en *G. maculatus*. Cerisola (1984) señala que en *Sicyases sanguineus* el engrosamiento de la zona radiada es gradual, hasta estados avanzados, debido al crecimiento de las microvellosidades incluidas en los canalículos de dicha zona, para cumplir sus funciones a nivel del espacio interveloso. Pero a diferencia de lo que ocurre en el pejesapo, las secciones de ovarios analizadas en el presente estudio, no evidenciaron la presencia de una capa vellosa que permita la adhesión del huevo una vez fecundado en el medio acuático, a un sustrato determinado. La presencia en *G. maculatus* de esta gruesa zona radiada en ovocitos maduros ovulados, indicaría que ella puede estar asociada con la naturaleza adhesiva que mantienen los huevos una vez desovados, cumpliendo funciones semejantes, en ausencia de una capa vellosa.

En relación a las células foliculares, éstas se evidenciaron a partir del estado perinucleolar tardío, como un epitelio plano simple, para luego tomar un aspecto de epitelio monoestratificado, formado de células cúbicas, en estado más avanzado de maduración. Su máximo desarrollo lo alcanzan hacia finales del estado de vesícula vitelina II (grosor promedio de 6,5 μm), comenzando luego de este estado, una leve disminución en su grosor.

Junto a la maduración del ovocito, al interior de éste ocurre la migración del núcleo y su posterior ruptura. En *G. maculatus*, este último hecho ocurre aproximadamente en el estado de vitelo secundario, en el que la presencia incompleta de la envoltura nuclear en varios sectores estaría indicando la ruptura del núcleo y la posterior mezcla de su contenido con el citoplasma. La gran cantidad de nucléolos presentes durante los estados previtelogénicos y su acercamiento a la envoltura nuclear, está indicando su importante función en una síntesis incrementada de material ribosomal durante este período (Cerisola, 1984).

Según lo señalado por Amin *et al.* (1989) para *Merluccius gayi gayi*, las estructuras del post-desove sufren distintas transformaciones que las llevan finalmente a la reabsorción y desaparición. Plantean tres procesos característicos modificados a partir de los descritos por Christiansen (1971): 1) desintegración del folículo post-ovulatorio; 2) formaciones "epitelioides" y 3) desintegración ovocitaria.

En *G. maculatus*, no se observaron los dos primeros procesos, aun cuando fue posible establecer la presencia de folículos post-ovulatorios, los que por las características observadas en el presente estudio, corresponderían a folículos de tipo día 0 de acuerdo a Hunter y Goldberg (1980), indicando esto un desove ocurrido en un lapso anterior menor de 24 hrs. En cuanto a la desintegración ovocitaria, sí se observó en algunas secciones de ovarios. Este tipo de atresia, manifestado por alteraciones en el citoplasma y núcleo del ovocito, los que se desorganizan y desintegran, concuerda con lo observado por Pollard (1972) para la población lacustre de *G. maculatus* en Australia. Este hecho se acompaña de retracción y fragmentación de la zona radiada y desintegración y fragmentación del citoplasma el que se aprecia granuloso al igual que el núcleo. Esta situación ha sido descrita en *Basilichtys australis* (Cerisola *et al.*, 1978), *Sicyases sanguineus* (Cerisola, 1984), *Merluccius gayi gayi* (Amin *et al.*, 1989; Herrera *et al.*, 1988), *Dicentrarchus labrax* (Mayer *et al.*, 1988) y *Chaetodon multicinctus* (Tricas & Hiramoto, 1989). Al igual que en *Merluccius gayi gayi*, este proceso no sólo afecta a ovocitos de estados avanzados de maduración, sino también a estados tempranos (perinucleolar, vesícula vitelina).

Las características observadas en el presente estudio permiten establecer que *G. maculatus* presenta ovogénesis asincrónica con desove

fraccionado, antecedentes que podrán ser complementados en futuros estudios sobre la biología reproductiva de esta especie.

LITERATURA CITADA

- ALVEAL, E. & R. QUINTANA. 1985. Ciclo reproductivo estacional de *Sebastes capensis* Gmelin, 1829 (Pisces, Scorpaenidae) de Bahía de San Vicente, Chile. Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Chile, 56:213-223.
- AMIN, M., R. ROMAN, O. MARIN & M. DELPIN. 1989. Histología de los ovarios de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848) respecto al desove. Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Chile, 60: 25-34.
- BRAEKEVELT, C.R. & D.B. McMILLAND. 1967. Cyclic changes in ovary of the brook stickleback *Eucalia inconstans* (Kirtland). Journal of Morphology, 123: 373-396.
- CAMPOS, H. 1970. *Galaxias maculatus* (Jenyns) en Chile, con especial referencia a su reproducción. Boletín Museo Nacional de Historia Natural, 31: 5-20.
- CAMPOS, H. 1973. Migration of *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Galaxiidae, Pisces) in Valdivia estuary, Chile. Hidrobiología, 43 (3-4): 301-312.
- CAMPOS, H. 1979. Avances en el estudio sistemático de la familia Galaxiidae (Osteichthys: Salmoniformes). Archivos de Biología y Medicina Experimental, 12: 107-117.
- CAMPOS, H. 1984. Gondwana and neotropical galaxoid fish biogeography. Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes. T.M. Zaret (ed.). W. Junk Publishers, The Hague, pp. 113-125.
- CAMPOS, H. 1985. Distribution of the fishes in the Andean rivers in the South of Chile. Archives de Hydrobiologie, 12: 169-191.
- CERISOLA, H., F. GRISOLIA & E. MÉNDEZ. 1978. Aspectos estructurales y ultraestructurales del ovario del pejerrey de agua dulce *Basilichthys australis* Eingenmann. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, 11: 175-190.
- CERISOLA, H. 1984. Cambios estructurales del folículo ovárico durante su maduración en el pejesapo *Sicyases sanguineus*, Muller y Troschel 1843 (Gobiesocidae: Teleostei). Revista de Biología Marina, Valparaíso, 20(1): 1-21.
- CHRISTIANSEN, H. 1971. La reproducción de la merluza en el mar argentino (Merluccidae, *Merluccius hubbsi*). Descripción histológica del ciclo del ovario de merluza. Boletín del Instituto de Biología Marina, Mar del Plata, Argentina, 20: 5-42.
- COMBS, R.M. 1969. Embryogenesis, histology and organology of the ovary of *Brevortia patronus* Gulf Research Reports. Ocean Springs, Mississippi, 2 (4): 333-436.
- GOLDBERG, S.R. 1981. Seasonal spawning cycle of the black croaker *Cheilotrema saturnum* (Scianidae). Fishery Bulletin, 79 N° 3.
- GURAYA, S.S., R. KAPUR & P.K. SAXENA. 1975. Morphology of ovarian changes during the reproductive cycle of the fish *Mystus tengara* (Ham). Acta Anatomica, 91: 222-260.
- HERRERA, G., E. BUSTOS-OBREGÓN & F. BALBONTIN. 1988. Morphological aspects of gonadal maturation in the hake, *Merluccius gayi gayi*. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 24 (1): 55-71.
- HOAR, W.S. 1969. Reproduction. In Hoar, W.S. and D.J. Randall (Eds.) "Fish Physiology", vol. 3, pp. 1-71. Academic Press, New York.
- HUNTER, J.R. & R. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in Northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin, 77 (3): 641-652.
- HURLEY, D.A. & K.C. FISHER. 1966. The structure and development of the external membrane in young eggs of the brook trout *Salvelinus fontinalis* (Mitchell). Canadian Journal of Zoology, 44: 173-189.
- MANRIQUEZ, A., L. HUAQUIN, M. ARELLANO & G. ARRATIA. 1988. Aspectos reproductivos de *Trichomycterus arcolatus* Valenciennes, 1846 (Pisces: Teleostei: Siluriformes) en río Angostura, Chile. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 23: 89-102.
- MAYER, I., S.E. SHACKLEY & J.S. RYLAND. 1988. Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L.I. An histological and histochemical study of oocyte development. Journal of Fish Biology, 33: 609-622.
- OLIVA, J., W. CARVAJAL & A. TRESIERRA. 1982. Reproducción e Histología de Gónadas en Peces. Universidad Nacional de Trujillo, Depto. de Ciencias Biológicas, Sección de Recursos Acuáticos. Trujillo. Perú. 93 pp.
- POLLARD, D.A. 1972. The biology of a landlocked form of the normally catadromous salmoniform fish *Galaxias maculatus* (Jennys). III Structure of the Gonads. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 23: 17-38.
- SRIVASTAVA, S. & A.K. SRIVASTAVA. 1984. Oogenesis in a freshwater large murrel *Channa striatus* (Bloch). Bol. Zool. Univ. Sao Paulo, 8: 155-163.
- TRICAS, T. & T. HIRAMOTO. 1989. Sexual differentiation, gonad development, and spawning seasonality of the Hawaiian butterflyfish, *Chaetodon multicinctus*. Environmental Biology of Fishes, 25 (1-3): 111-124.
- WALLACE, R.A. & K. SELMAN. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. American Zoologist, 21: 325-343.
- WOURMS, J.P. 1976. Annual fish oogenesis. I. Differentiation of the mature oocyte and formation of the primary envelope. Developmental Biology, 50: 338-354.

**CICLO REPRODUCTIVO DE CALYPTRAEA (TROCHITA)
TROCHIFORMIS (GASTROPODA: CALYPTRAEIDAE) EN BAHIA
LA HERRADURA, COQUIMBO, CHILE, UTILIZANDO UN INDICE
DE PRODUCCION DE CAPSULAS OVIGERAS**

**REPRODUCTIVE CYCLE OF CALYPTRAEA (TROCHITA)
TROCHIFORMIS (GASTROPODA: CALYPTRAEIDAE) AT
LA HERRADURA BAY, COQUIMBO, CHILE, USING AN EGG-
CAPSULE PRODUCTION INDEX**

Juan I. Cañete¹, Juan E. Illanes² y Rattcliff P. Ambler³

RESUMEN

Se describe el ciclo reproductivo anual de una población submareal del gastrópodo incubador *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Born, 1778) a través de un índice de producción de cápsulas ovígeras, calculado como el cociente entre el número de cápsulas ovígeras con estados embrionarios tempranos (huevos a trocófora) y la longitud de la concha de la hembra. Las muestras fueron recolectadas mensualmente entre febrero de 1989 y marzo de 1990 en Bahía La Herradura (29°58'55" S, 71°22'20" O), Coquimbo, Chile. Se detectó producción continua de cápsulas ovígeras durante todo el año. El valor del índice de producción de ovicápsulas fluctuó entre 0.68 - 1.01 cápsulas mm⁻¹, siendo menor durante los meses de verano (< 0.88 cápsulas mm⁻¹). Se encontró una relación lineal positiva entre la longitud de la concha de la hembra (LC) y el número de cápsulas ovígeras (NC): $NC = 3,28 + 0,79 LC$. La longitud de la hembra de menor tamaño con presencia de cápsulas fue 28 mm. El bajo valor del índice reproductivo durante el verano se debería a efectos negativos producidos por el incremento de la temperatura del agua de mar, canalización de energía hacia el crecimiento corporal en detrimento de la reproducción y una disminución de la concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar por la intrusión de masas de aguas originadas por las surgencias.

Palabras claves: Gastropoda, ciclo reproductivo, fecundidad, Chile.

ABSTRACT

The annual reproductive cycle of a subtidal population of the brooder gastropod *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Born, 1778) is described throughout monthly sampling between february 1989 and march 1990 at Herradura Bay (29°58'55" S, 71°22'20" O), Coquimbo, Chile. Continuous production of egg-capsule was detected. The number of egg-capsules with early embryos (eggs-trochophore) divided by the female shell length was regarded as an egg-capsule production index. Such index ranged between 0.68 - 1.01 capsules mm⁻¹, decreasing during summer months (< 0.88 capsules mm⁻¹). A positive and significant linear relationship between shell length of female (LC) and number of egg-capsules (NC) was found ($NC = 3,28 + 0,79 LC$). Size of smallest females with egg-capsules was 28 mm. The low values of this index during the summer season are likely due to: negative effects of the increase of the sea water temperature, canalization of energy mainly to growth in detriment of reproduction, and, a reduction of the dissolved oxygen in the sea water by coastal upwelling.

Key words: Gastropoda, reproductive cycle, fecundity, Chile.

¹ Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile.

² Dirección actual: 1. Depto. Oceanología, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile; 2. Depto. Acuicultura,

³ Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile. 3. Servicio Nacional de Pesca, Tongoy, IV Región, Chile.

INTRODUCCION

*Calyptrea (Trochita) trochiformis*¹ (Born, 1778) es, hasta el presente, la única especie de gastrópodo con ciclo de vida holobentónico que se captura con fines comerciales en Chile (Cañete & Ambler, 1992). Se conocen escasos antecedentes acerca de la biología reproductiva de esta especie, siendo los estudios de Bolvarán (1981), Brown (1989) y Cañete & Ambler (1992) los únicos aportes que han descrito diferentes aspectos de la reproducción, en especial el cambio de sexo, la conducta de apareamiento y el desarrollo intracapsular, respectivamente.

Recientemente, Cañete & Ambler (op. cit.) publicaron antecedentes cuantitativos sobre la fecundidad en ejemplares provenientes de una población submareal de este gastrópodo, recolectados en Bahía La Herradura (29°58'55" S, 71°22'20" W), Coquimbo, Chile, entre Abril y Agosto de 1987. Sin embargo, no existe información acerca de la variabilidad en la producción de cápsulas ovíferas en esta población con una cobertura temporal más amplia de modo de determinar el ciclo reproductivo. Cañete (1992) sugirió utilizar la variación temporal de la abundancia de cápsulas ovíferas en el ambiente natural para determinar el ciclo reproductivo de algunas especies de neogastrópodos del norte de Chile. En este contexto, el presente trabajo describe el ciclo reproductivo del gastrópodo incubador *C. trochiformis*, utilizando antecedentes sobre la producción mensual de cápsulas ovíferas con muestras recolectadas entre febrero de 1989 y marzo de 1990 en una población submareal de Bahía La Herradura.

C. trochiformis es una especie hermafrofito protándrica, sésil, que incuba a sus embriones en un conjunto de cápsulas mantenidas bajo la cavidad del manto por alrededor de 50 días (Cañete & Ambler, op. cit.). Estas características permitirían describir el ciclo reproductivo utilizando la variación temporal de la abundancia de cápsulas.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras se recolectaron mensualmente entre febrero de 1989 y marzo de 1990 a través de buceo autónomo en profundidades de 1 a 7 m. Los ejemplares, aún adheridos al sustrato rocoso, fueron transportados al laboratorio, seleccionándose para su estudio sólo los individuos hembras con una longitud ánteroposterior de la concha > 25 mm. Se hizo esto porque previamente habían detectado hembras de este tamaño con cápsulas ovíferas (Cañete & Ambler, 1992).

Cada hembra seleccionada fue desprendida del sustrato, y si su ovipostura presentaba cápsulas con estadios tempranos del desarrollo (huevos a trocófora; ver Cañete & Ambler, op. cit.), se le registraron los siguientes parámetros: longitud ánteroposterior de la concha y el número de cápsulas por ovipostura. Cabe destacar que en esta especie todos los embriones de una misma ovipostura presentan el mismo grado de desarrollo (Cañete & Ambler, op. cit.) por lo que se contabilizaron todas las cápsulas. Se seleccionaron sólo las oviposturas con estadios tempranos como un medio para asegurar que se estaba contabilizando las cápsulas producidas durante el mes en que se realizó el muestreo. Debido a que el estado de larva trocófora se alcanza a los 16 ± 3 días después de la adhesión de las cápsulas al sustrato (Cañete & Ambler, op. cit.), los muestreos fueron realizados después del día 20 de cada mes. El conteo de las cápsulas se realizó con un proyector de perfiles NIKON tipo 210. La fecundidad de *C. trochiformis* fue expresada como el número de cápsulas por ovipostura. Para poder comparar la producción de cápsulas en forma independiente del tamaño de la hembra se obtuvo un índice (I) o cociente entre el número de cápsulas ovíferas (NC) y la longitud de la concha de la hembra (LC, mm) ($I = NC/LC$).

Si este índice es apropiado e independiente del tamaño corporal de la hembra, sólo el numerador (número de cápsulas) debiera relacionarse linealmente con la longitud de la concha. De acuerdo a la función de regresión y coeficiente de correlación obtenidos (ver Resultados), este supuesto se cumple para este par de variables. Para demostrar que el índice es independiente de la longitud de la concha de la hembras se realizó un análisis de regresión

¹Se referirá como *C. trochiformis*.

lineal y de correlación entre ambas variables obteniéndose la siguiente función: $I = 0,86 + (-0,0003) LC$; $r = -0,016$; $N = 194$. Por otra parte, se utilizó una función de regresión lineal porque estudios previos sobre la relación entre la fecundidad y el tamaño de las hembras de otras especies de Calyptraeidae como en un estudio previo en *C. trochiformis* (Hendler & Franz, 1971; Gallardo, 1977; Cañete & Ambler, op. cit) han demostrado que existe un buen ajuste lineal entre ambas variables.

Para determinar el tamaño de las rocas que servían de sustrato a los ejemplares de *C. trochiformis* estudiados, en cada oportunidad se registró el volumen desplazado por la roca, el cual fluctuó entre 2,3 y 8,7 l (promedio = $3,5 \pm 1,4$ l; $N = 16$).

La temperatura del agua de mar fue registrada diariamente por personal del área de Oceanografía de la Universidad Católica del Norte aproximadamente a 100 m de la zona de estudio.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los valores promedios y las respectivas desviaciones estándar obtenidas para cada una de las variables determinadas a las 194 hembras ovígeras analizadas durante este estudio. El número de cápsulas (NC) por hembra fluctuó entre 15 y 102, variando el rango de tamaño entre 28 y 86 mm (LC). La producción de cápsulas ovígeras en *C. trochiformis* es dependiente del tamaño. Se encontró una rela-

ción lineal positiva significativa entre (NC) y (LC), cuya función de regresión fue igual a $NC = 3,28 + 0,79 LC$; $r = 0,595$ ($p < 0,05$; $N = 194$). El cociente entre el número de cápsulas y la longitud de la hembra fluctuó entre 0,35 y 1,61 mm^{-1} . Además, se desprende de esta tabla que la hembra más pequeña con ovicápsulas presentó una longitud de 28 mm.

La Tabla 2 muestra la variación mensual de 4 variables analizadas durante este estudio para describir el ciclo reproductivo de *C. trochiformis*. Se observó que durante todo el período de estudio las hembras mantuvieron una producción continua de ovicápsulas. La misma tabla indica que el tamaño promedio de las hembras con oviposturas fluctuó entre 53,8 y 63,7 mm; el número promedio de cápsulas fluctuó entre 38,4 y 64,7. El cociente entre el número de cápsulas ovígeras con estadios tempranos y la longitud de las hembras recolectadas fluctuó entre 0,68 y 1,01 cápsulas mm^{-1} , observándose una disminución durante los meses de verano ($< 0,88$ cápsulas mm^{-1} ; excepto febrero) y un incremento en los meses restantes (excepto septiembre); pese a estas excepciones, las diferencias fueron significativas (ANOVA 1 vía; $F_{1,13} = 4,79$; $p < 0,05$).

De esta tabla también se desprende que la actividad reproductiva, basada en la proporción de hembras con oviposturas con estadios tempranos del desarrollo en función del número total de hembras recolectadas cada mes (incluidas aquellas con oviposturas con estadios en un grado de desarrollo superior al de larva trocófora), tiende a ser superior durante los

Tabla 1. Variables biológicas utilizadas para describir la variabilidad temporal del índice de producción de cápsulas ovígeras del gastrópodo *Calyptraea trochiformis* en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, recolectados entre febrero de 1989 y marzo de 1990.

Variable	N	Promedio	Desviación estándar	Valor mínimo-máximo
Longitud concha (LC) (mm)	194	58,3	12,4	2 - 86
Número cápsulas (NC) por postura	194	49,2	16,4	15 - 102
Cuociente LC/NC (cápsulas mm^{-1})	194	0,85	0,22	0,35 - 1,61

Tabla 2. Variabilidad temporal de algunos parámetros reproductivos que caracterizan el ciclo reproductivo de *Calyptrea trochiformis* en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile. Cada valor representa el promedio y la desviación estándar. N indica el número de hembras recolectadas cada mes (sin oviposturas y con presencia de ellas, pero con embriones en un grado de desarrollo superior al de larva trocófora).

Mes	Proporción hembra c/ovipostura	Longitud concha (LC; mm)	Número cápsulas (NC)	Cuociente NC/LC (mm ⁻¹)
Febrero,89 (N = 65)	0,5	53,8±16,1	38,4±10,8	0,73±0,15
Marzo (N = 44)	0,2	60,3±10,3	47,5±10,4	0,78±0,19
Abril (N = 34)	0,3	55,7± 8,4	40,7±12,4	0,72±0,14
Mayo (N = 44)	0,6	60,6±12,1	45,1±12,3	0,76±0,21
Junio (N = 37)	0,4	63,7±11,4	57,9±14,9	0,91±0,19
Julio (N = 30)	0,6	59,9±14,4	54,3±18,1	0,91±0,22
Agosto (N = 26)	0,9	59,0± 6,5	52,4±17,0	0,88±0,23
Septiembre (N = 26)	0,8	56,2±12,7	41,8±10,2	0,76±0,18
Octubre (N = 16)	0,2	63,1± 9,4	64,7±23,5	1,01±0,30
Noviembre (N = 41)	0,7	50,8±11,8	46,8±14,9	0,92±0,24
Diciembre, 89 (N = 15)	1,0	62,5± 9,5	57,6±18,6	0,91±0,26
Enero,90 (N = 21)	0,3	62,6± 8,5	42,8±13,8	0,68±0,18
Febrero (N = 21)	0,2	59,8± 7,0	51,3±12,8	0,87±0,23
Marzo (N = 14)	0,4	56,1±11,2	40,8±11,3	0,72±0,11

meses de invierno y primavera ($\geq 0,6$; excepto junio y octubre).

La Fig. 1 muestra la variación mensual del índice de producción de ovicápsulas como indicador del ciclo reproductivo de *C. trochiformis* y la variación mensual de la temperatura promedio de la superficie del mar en la zona de estudio. Se detectó que durante el verano, cuando la

temperatura se incrementó sobre 16°C, el cuociente entre la abundancia de cápsulas y la longitud de la hembra fue $< 0,88$ cápsulas mm⁻¹. Al contrario, durante el invierno y primavera, cuando la temperatura fluctuó entre 13,7 y 15,7 °C, el cuociente alcanzó los valores más altos. Durante el período estival de ambos años (febrero-marzo, 1989 y enero-marzo, 1990) la

temperatura promedio fue de 16,9 °C. En los otros meses la temperatura promedio fue de 14,6 °C. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($F_{1,13} = 7,99$; $p < 0,05$).

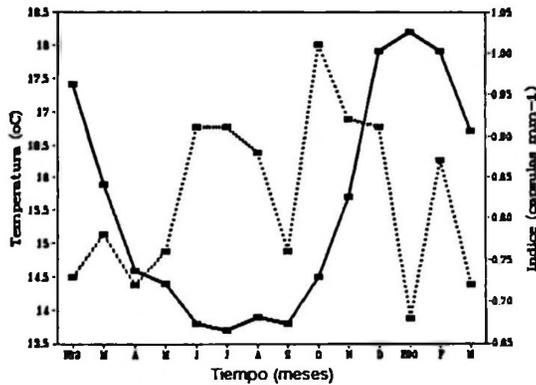


Figura 1.- Variación temporal de la temperatura superficial del agua de mar (línea continua) y del índice de producción de cápsulas ovíferas (Número de cápsulas/Longitud de la concha de la hembra; línea quebrada) de *Calyptraea trochiformis* en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile. La desviación estándar del índice se muestra en la Tabla 2.

DISCUSION

El presente trabajo representa el primer intento por determinar el ciclo reproductivo del gastrópodo de interés comercial *Calyptraea trochiformis*, en especial utilizando una técnica sugerida recientemente por Cañete (1992), que consiste en determinar la variabilidad temporal de la abundancia de cápsulas ovíferas en una población. Esta técnica permite de un modo económico y rápido conocer el ciclo reproductivo de una especie.

Los resultados indican que *C. trochiformis* presenta un ciclo reproductivo de tipo continuo, que es esperable para aquellas especies con desarrollo de tipo directo (Cañete & Ambler, 1992), puesto que no dependen de la disponibilidad de alimento en el ambiente para sostener los requerimientos energéticos de las larvas planctotróficas (Thorson, 1950; Chia, 1974; Fretter, 1984). La actividad reproductiva de tipo continuo presente en *C. trochiformis* coincide con el patrón de reclutamiento continuo de juveniles (individuos menores de 5 mm de longitud de concha) recolectados sobre sustratos artificiales suspendidos en Bahía La Herradura

(Cañete, 1990; Ambler & Cañete, 1991). Los resultados obtenidos confirman lo observado previamente por Medina y Stotz (1989a y 1989b)^{2,3} en la misma población en cuanto a la existencia de un ciclo reproductivo de tipo continuo, detectable a través de la variación del índice gonadosomático (IGS); además, ellos encontraron que durante el invierno y primavera el IGS se incrementó, disminuyendo posteriormente durante el verano. Además, la variación temporal de la proporción de hembras con oviposturas con estadios de desarrollo temprano en relación a aquellas sin ovipostura y/o con estadios tardíos fue superior durante los meses de invierno-primavera (Tabla 2). Estos resultados también coinciden con los encontrados para otras especies de Calyptraeidae del sur de Chile (Gallardo, 1977). Sin embargo, en algunas especies de Calyptraeidae del hemisferio norte se ha detectado presencia de cápsulas ovíferas sólo en la estación estival (Wyatt, 1960; Hendler & Franz, 1971; Deslous-Paoli, 1985).

Las variaciones del índice en septiembre de 1989 y en febrero de 1990 en relación al patrón temporal esperado podría ser explicado por diferencias en el tamaño de las rocas en que habitan esta especie; en ambos meses se obtuvieron rocas de menor tamaño en comparación a los otros meses (volumen desplazado de 3 y 3,5 l, respectivamente; otros meses, 5-8 l), pero con una densidad aproximadamente similar a los otros meses (25-30 individuos l⁻¹). Aunque no se evaluó sistemáticamente, durante ambos meses las rocas obtenidas presentaron una gran abundancia de *Crepidula fecunda* Gallardo, 1979, la que podría interactuar por espacio o alimento con *C. trochiformis* provocando la alteración de este índice reproductivo.

El número promedio de cápsulas por ovipostura de *C. trochiformis* recolectadas en este estudio (49) fue claramente superior res-

²Medina, A.Q. & W.B. Stotz. 1989a. Ciclo reproductivo de *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Born, 1778) (Mesogastropoda: Calyptraeidae) en Bahía La Herradura de Guayacán, Coquimbo. IX Jornadas de Ciencias del Mar, Antofagasta, 23-27 de Octubre, C-17/80 (resumen).

³Medina, A.Q. & W.B. Stotz. 1989b. Ritmo mensual de posturas y fecundidad de *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Born, 1778) (Mesogastropoda: Calyptraeidae) en Bahía La Herradura de Guayacán, Coquimbo. IX Jornadas de Ciencias del Mar, Antofagasta, 23-27 de Octubre, C-18/81 (resumen).

pecto de lo determinado por Cañete & Ambler (op. cit.) para la misma población (38). Esta diferencia podría deberse al mayor tamaño promedio de las hembras analizadas en el presente estudio (58,3 mm) con respecto al estudio previo (50,3 mm). Antecedentes comparativos con otras especies pertenecientes a la familia Calyptraeidae han demostrado que *C. trochiformis* posee la mayor producción de cápsulas ovígeras con respecto a otros miembros del género (*C. cónica*, 13-33; *C. chinensis*, 11-19; y, *C. mamillaris*, 14-19) (Wyatt, 1960; Hoagland, 1986) y esta cantidad es la mayor para los Calyptraeidae con desarrollo directo (Cañete & Ambler, op. cit.). Probablemente, el mayor tamaño de *C. trochiformis* (es la especie de Calyptraeidae más grande del mundo descrita hasta el presente; Hoagland, 1986) sea el responsable de esta mayor fecundidad.

El tamaño de las hembras más pequeñas con presencia de ovicápsulas (28 mm) es aproximadamente similar al registrado previamente por Cañete & Ambler (op. cit.; 29,4 mm) y por Bolvarán (1981; 30 mm).

Pese a las variaciones detectadas en el índice en algunos meses, la relación existente entre la temperatura superficial del mar y el ciclo reproductivo de *C. trochiformis* indica que la producción de cápsulas ovígeras disminuiría durante el verano, período en el que se incrementa la temperatura y disminuye la concentración de oxígeno en el agua de mar por efectos de la intrusión de aguas subsuperficiales originadas por las surgencias costeras (Alarcón, 1976; Olivares, 1988). Ambler & Cañete (1987) demostraron, experimentalmente, que las temperaturas por sobre 16 °C (hasta 25 °C) provocaron la mortalidad de los embriones encapsulados de *C. trochiformis*, sobreviviendo hasta la eclosión sólo aquellos mantenidos a 14 °C. Si bien este experimento no explica por qué en el ambiente existe reclutamiento continuo (Cañete, 1990), corrobora la posible interacción entre los menores valores del índice y altas temperaturas.

Por otra parte, la presencia y mantención de la ovipostura bajo la cavidad del manto podría interferir negativamente con la respiración y la alimentación de las hembras durante meses con menor disponibilidad de oxígeno en el agua de mar. Hoagland (1986) demostró, en condiciones experimentales, la relación existente entre

la presencia de la ovipostura y la disminución de los índices de consumo de oxígeno y del estado nutricional en las hembras de *Crepidula fornicata*. Además, Cañete & Ambler (op. cit.) observaron que, bajo condiciones experimentales, durante períodos de alta temperatura y paralización del sistema de distribución de oxígeno a los estanques, las hembras desprendían las oviposturas del sustrato (definido como abortos).

Por otra parte, la tasa de crecimiento corporal de *C. trochiformis* se incrementa durante el verano (Illanes, 1990), lo cual repercutiría en que la energía canalizada a reproducción disminuyera durante este período.

Nuestras observaciones, la dinámica temporal de las condiciones oceanográficas dentro de la Bahía La Herradura, los resultados obtenidos en diferentes estudios que han analizado la biología reproductiva de *C. trochiformis* y otras especies de Calyptraeidae sugieren que durante las condiciones estivales (incremento de la temperatura, del crecimiento corporal y disminución en la concentración de oxígeno) inducirían una menor producción de cápsulas a objeto de mantener el balance energético. De este modo evitarían el tener que recurrir al comportamiento abortivo observado en condiciones de laboratorio (sensu Cañete & Ambler, op. cit.)

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento de Acuicultura de la Universidad Católica del Norte (UCN) por haber permitido desarrollar en sus dependencias el proyecto "Factibilidad de cultivo de *Calyptraea trochiformis* en bahía La Herradura, Coquimbo", del cual se obtuvo esta información. También se agradece al Fondo de Desarrollo Productivo de CORFO y a la Corporación Industrial para el Desarrollo Regional (CIDERE IV Región) por haber otorgado el financiamiento y patrocinio, respectivamente, para ejecutar este estudio. El primer autor desea agradecer al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por el otorgamiento de una beca "surplace" para realizar estudios de postgrado en Chile y a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción por el otorgamiento de una beca de Investigación, ayuda con la cual se preparó este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ALARCÓN, E. 1976. Oceanographic conditions in coastal water of the Coquimbo zone. International Symposium on Upwelling. Universidad del Norte, Coquimbo, pp. 149-161.
- AMBLER, R.P. & J.I. CAÑETE. 1987. Producción de juveniles de "Chocha" (*Calyptraea trochiformis*) en condiciones de laboratorio. Informe final: Convenio Universidad del Norte-CIDERE IV Región, Coquimbo, Chile, 110 p.
- AMBLER, R.P. & J.I. CAÑETE. 1991. Asentamiento y reclutamiento de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Urochordata: Ascidiacea) sobre placas artificiales suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 26: 403-413.
- BOLVARÁN, M. 1981. La inversión del sexo en la "chocha", *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Mollusca: Gastropoda) en Bahía La Herradura. Tesis Universidad de La Serena, 42 pp.
- BROWN, D. 1989. Conducta de apareamiento en *Calyptraea (Trochita) trochiformis* Born (Mollusca, Mesogastropoda). Revista Chilena de Historia Natural 62: 33-41.
- CAÑETE, J.I. 1990. Ciclo anual de reclutamiento y crecimiento de juveniles de *Calyptraea trochiformis* (Born, 1778) (Gastropoda: Calyptraeidae) sobre placas artificiales suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 23: R-262.
- CAÑETE, J.I. 1992. Cápsulas ovigeras de cinco especies de neogastrópodos de la zona norte de Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile, 63: 43-49.
- CAÑETE, J.I. & R.P. AMBLER. 1992. Desarrollo intracapsular del mesogastrópodo comestible *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Born, 1778), en Chile. Revista Chilena de Historia Natural 65: 255-266.
- CHIA, F.S. 1974. Classification and adaptative significance of developmental patterns in marine invertebrates. *Thalassia Jugoslavica* 10: 121-130.
- DESLOUS-PAOLI, J.M. 1985. *Crepidula fornicata* L. (Gastéropode) dans le bassin de Marennes-Oléron: structure, dynamique et production d'une population. *Oceanologica Acta* 8: 453-460.
- FRETTER, V. 1984. Prosobranchs. En: "The Mollusca" 7:1-45. A. S. Tompa, N. H. Verdonk & J. A. M. van den Biggelaar (eds.), Academic Press.
- GALLARDO, C.S. 1977. Two modes of development in the morphospecies *Crepidula dilatata* (Gastropoda: Calyptraeidae) from southern Chile. *Marine Biology* 39: 241-251.
- HENDLER, G. & D.A. FRANZ. 1971. Population dynamics and life history of *Crepidula convexa* Say (Gastropoda: Prosobranchia) in Delaware Bay. *Biological Bulletin* 141: 514-526.
- HOAGLAND, K.E. 1986. Patterns of encapsulation and brooding in the Calyptraeidae (Prosobranchia: Mesogastropoda). *American Malacological Bulletin* 4: 173-183.
- ILLANES, J.E. 1990. Factibilidad de cultivo de "chocha" (*Calyptraea (Trochita) trochiformis*) en Bahía La Herradura, Coquimbo. Informe final: convenio Universidad Católica del Norte-CIDERE IV Región-Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Coquimbo, 123 p., 60 figs., 1 anexo.
- OLIVARES, J. 1988. Variación temporal de las condiciones oceanográficas en Bahía La Herradura de Guayacán (Chile). *Biota, Osorno, Chile*, 4: 89-106.
- THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Review* 25: 1-45.
- WYATT, H.V. 1960. The reproduction, growth and distribution of *Calyptraea chinensis* (L.). *Journal of Animal Ecology* 30:283-302.

HISTORICAL LANDINGS AND MANAGEMENT OPTIONS FOR THE GENUS *MESODESMA* IN COASTS OF SOUTH AMERICA

DESEMBARQUES HISTORICOS Y OPCIONES DE MANEJO PARA EL GENERO *MESODESMA* EN COSTAS SUDAMERICANAS

Omar Defeo¹, Anita de Alava¹, Violeta Valdivieso² y Juan Carlos Castilla³

ABSTRACT

This work compiles and updates information on the development of surf clams' fisheries of the genus *Mesodesma* in the coasts of South America. Landings, prices and exportation values (when available), are analyzed for those countries where the species are present: Brazil, Argentine, Uruguay, Peru and Chile. A marked increase in catches during the 80's was observed in Chile, Peru and Uruguay. Argentine maintains a closed season imposed since 1958, while the lack of available data preclude us to analyze the evolution of the Brazilian fishery. A lack of regulatory measures, the prevailing open access-system established in four of the five countries analyzed and the marked increase in demand for the product by domestic and foreign markets, suggest a serious risk of over-exploitation of the *Mesodesma* resource. A dissimilar state of ecological and fishery knowledge observed in the mentioned countries aggravates the above situation. Implications derived from different management scenarios are discussed. Finally, future lines of research that ought to be developed in the region are proposed.

Key words: Mesodesma, small-scale artisanal fisheries, landings, management, South America; spatial population dynamics

RESUMEN

Este trabajo recopila y actualiza información sobre el desarrollo de las pesquerías de bivalvos del género *Mesodesma* en América del Sur. El análisis considera la evolución histórica de los volúmenes de desembarque y fluctuaciones de precios y exportaciones en los países donde ocurren especies pertenecientes al género: Brasil, Argentina, Uruguay, Perú y Chile. En los tres últimos se observó un marcado incremento en las capturas a partir de la década del 80. Por su parte, Argentina aún mantiene la veda impuesta en 1958, mientras que la carencia de datos impidió conocer la evolución de las capturas en Brasil. La ausencia de medidas de regulación, el prevaleciente régimen de libre acceso en cinco de los seis países analizados, y el incremento en la demanda del producto por parte de los mercados interno y externo, aumentan la probabilidad de que se suscite una sobreexplotación del recurso. Esta situación se ve agravada si se considera el precario y desactualizado estado de su conocimiento. Se discuten las distintas implicancias de los principales mecanismos tendientes a su manejo, y se proponen futuras líneas de investigación que deberían ser desarrolladas.

Palabras claves: Mesodesma, pesquerías artesanales, desembarques, manejo, Sudamérica, dinámica espacial de poblaciones.

¹División Biología Pesquera, Instituto Nacional de Pesca. Constituyente 1497, Casilla 1612. Montevideo, Uruguay.

²Mari-Export. Pucusana, Las Ninfas, Perú.

³Estación Costera de Investigaciones Marinas, Las Cruces. Facultad de Ciencias Biológicas. P. Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

INTRODUCTION

During the last two decades there has been a strong trend toward diversification in the exploitation and exportation of small-scale shellfisheries in South America. Moreover, local consumption of shellfish products, which has been always important in Chile and Peru, increased in Uruguay, Brazil and Argentina. Both factors reflected in the size of shellfish catches, and in some cases they have led to the over-exploitation of stocks (Bustamante & Castilla, 1987; Defeo, 1989, 1991).

Within the South American bivalves landings, the small-scale fisheries of the surf clams *Mesodesma mactroides* and *Mesodesma donacium* play an important socio-economic role. The genus *Mesodesma*, which in South America includes *M. donacium* and *M. mactroides*, is distributed in exposed, dissipative beaches (*sensu* McLachlan, 1980a; b), exclusively along the Pacific and Atlantic coasts of South America (Fig. 1). The "macha" *M. donacium* is found in the Pacific, from Sechura, Peru (5°S) to Chiloe Island, Chile (43°S) (Tarifeño, 1980), and the "almeja amarilla" *M. mactroides* is found in the Atlantic, from Sao Paulo State, Brazil (24°S) to the south

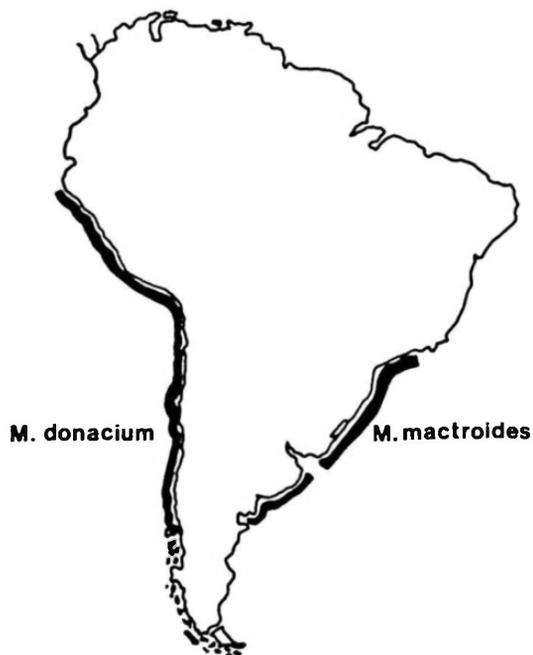


Figure 1. Geographical distribution of *M. mactroides* and *M. donacium* in Atlantic and Pacific coasts of South America.

of the Buenos Aires Province, Argentine (41°S) (Olivier *et al.*, 1971).

This paper compiles and updates data on the development of *Mesodesma* small-scale fisheries in South America, discusses possible measures to regulate the fisheries and suggests future research topics to be undertaken to improve the management strategies for both species.

DESCRIPTION OF THE FISHERY

Harvesting techniques

M. mactroides is one of the main malacological resources of the Atlantic coast of South America. In this region, the clams are collected from the intertidal zone of sandy beaches by hand or by means of simple implements such as shovels; thereafter they are transported in bags and kept in nearby storehouses. They are marketed either for bait or for human consumption, in which case the clams are cleaned in tanks filled with sea water. In Uruguay, some attempts have been made to export canned clam meat, but the lack of processing technology and infrastructure have precluded successes; therefore, the whole production goes to the domestic Uruguayan market.

In the Pacific, the fishing of *M. donacium* has become extremely important in Peru and Chile. In the later, clams are collected manually in sandy beaches during low tides. Moreover, subtidal clams are readily extracted manually by free and semi-autonomous (hookah) divers operating from artisanal wooden boats (Bustamante & Castilla, 1987). Even though in Chile a great component of the catches reaches local markets, an increasing trend to export clam meat has been observed during the last decade (Bustamante & Castilla, 1987). Peruvian fishermen also target on intertidal and subtidal clam populations. Arntz *et al.* (1987) described the collecting procedures and techniques used by Peruvian clam fishermen. In Peru, a sizeable part of *M. donacium* production is also utilized by small-scale fishermen and their families for local consumption (Arntz *et al.*, 1987), but increasing landings could promote commercial exploitation, either for local or foreign markets.

Landings and fishing effort by country

Argentina

In this country, *M. mactroides* is found along hundreds of kilometers of sandy beaches, mainly along the Buenos Aires Province (Olivier & Penchaszadeh, 1968a, 1968b; Olivier *et al.*, 1971). Its exploitation has been carried out since the 40's, coinciding with the development of the canned industry. Landings peaked in 1953 to 1,078 tons due to the use of tractors, instead of manual collection, which markedly increased the fishing power (Olivier & Penchaszadeh, 1968b). This fact led to a resource over-exploitation and total closure of the fishery from 1958 onwards. Studies directed to open the fishery are still in progress, but up to now, to the best of our knowledge, the fishery continues closed and alternative management considerations have not been taken.

Brazil

Up to the present we do not have information about the existence of a time series of *M. mactroides* catch and effort statistics in Brazil. The available studies have focussed mainly on ecological aspects of the species. Hence, we can consider the Brazilian *Mesodesma* fishery as an open-access system along hundreds of kilometers of sandy beaches (*i.e.*, between Barra do Chui - border with Uruguay- and Río de Janeiro). Gianuca (1983) pointed out that the yellow clam almost disappears at the end of each summer season around every important seaside resort, where it is usually consumed as food and utilized as bait. Furthermore, he observed a rapid rate of repopulation (Gianuca, 1982), attributable to a high growth rate and enough space to allow for successful settlement (Defeo, 1992).

Uruguay

In Uruguay, from a landing point of view, the yellow clam *M. mactroides* is the second most important malacological resource, after the blue mussel *Mytilus edulis platensis*. About 50-150 fishermen work in the yellow clam fishery, which occurs in 22 km of exposed sandy beach localized between Barra del Chuy (33°40'S, 53°20'W) and La Coronilla (33°50'S, 53°27'W). The number of fishermen fluctuates

greatly according to the demand for clams, availability of alternative employment in adjacent urban centers and the allowable number of fishermen estimated by the Instituto Nacional de Pesca (INAPE). The price paid from middlemen to fishermen in the beach fluctuates between 0.5 and 1 US\$ per kg, while the market value for consumers is around 5 US\$ per kg (including valves).

Up to 1983, the Uruguayan yellow clam fishery operated under an "open-access" policy, being monthly catch data and a directory of active fishermen the only records kept by INAPE. The general features of this small-scale fishery have been studied from 1983, in response to the large increase in catch observed from 1981 onwards (Fig. 2). This increase was triggered by a lack of alternative employment in the northeast of the country, and by enhanced demand for clams, mainly during summer months (Defeo, 1987; Defeo *et al.*, 1986).

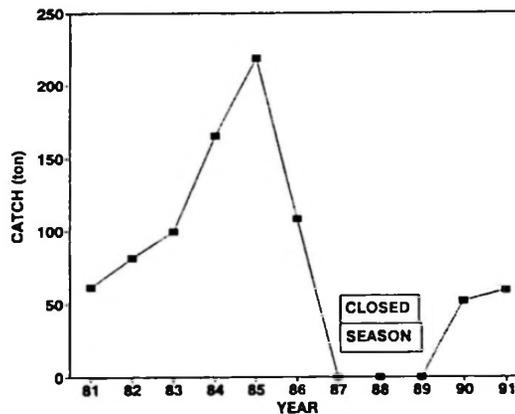


Figure 2. *M. mactroides*. Uruguayan time series of catches between 1981 and 1991.

The marked increase of yellow clam catches during the above period, coupled with a massive juvenile mortality due to climatic factors, translated into an important decline in the catch per unit of effort, which determined a temporal closure of the fishery between 1987 and 1989. A rapid recovery of the stock was observed from December 1988 on, as a result of the successful recruitment and natural restocking of depleted areas (Defeo, 1992). The above was reflected in the catch per unit effort achieved by the fishermen when the fishery was reopened in December 1989 (Fig. 3).

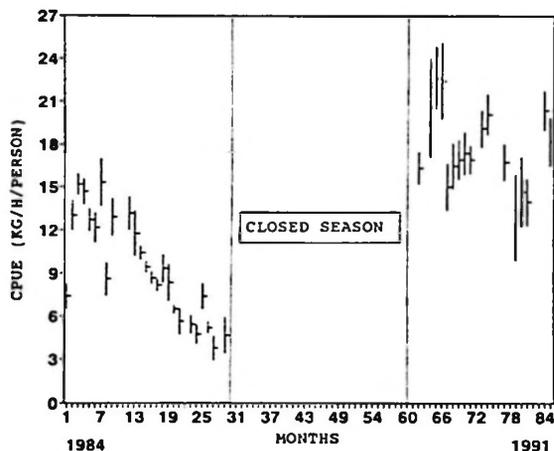


Figure 3. *M. mactroides*. Monthly mean values of catch/effort data (± 1 SE) in Uruguay, between November 1984 (month 1) and December 1991 (month 86).

The Uruguayan yellow clam fishery shows strong seasonal fluctuations. In fact, catch increases during spring and summer (Fig. 4a), as a result of higher demand for human consumption in the local market. A low demand and reduced availability of the resource due to subtidal migration explain the reduced catches in autumn and winter months (Defeo *et al.*, 1986).

Chile

The Chilean littoral extends for over 4,000 km of arid, semi-arid, mediterranean and cold coasts (Castilla *et al.* 1993) from 18°S to 56°S. It is unknown how many sandy beaches along this littoral contain resources such as *M. donacium*, and moreover how many artisanal fishermen are engaged (totally or partially dedicated) in this fishery. The statistical information available (Servicio Nacional de Pesca, SERNAP) deals only with landings. Hence, Fig. 5 shows the historical series of "macha" landings from 1965 to 1991. The marked increase from 1983 onwards was a response to a strong trend toward diversification in the exportation of many Chilean shellfish products (see Bustamante & Castilla, 1987). Landings peaked in 1989, reaching ca 18,000 tons, and declined thereafter (1990-1991) down to 9,000 tons, probably due to over-exploitation and/or fluctuations in market demand. Indeed, a trend of the foreign market

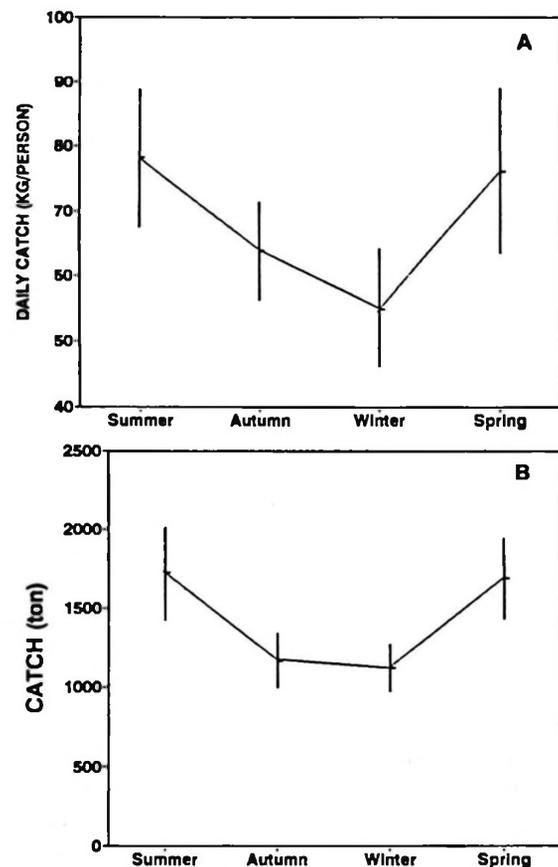


Figure 4. (A) Average daily catch per fishermen (\pm SD) in *M. mactroides* fishery of Uruguay; and (B) Chilean landings of *M. donacium*, discriminated by season (\pm SD).

(i.e. Spanish market) towards the selection of clam sizes lower than the legal marketable size, has been observed (Potocnjak, pers. com.).

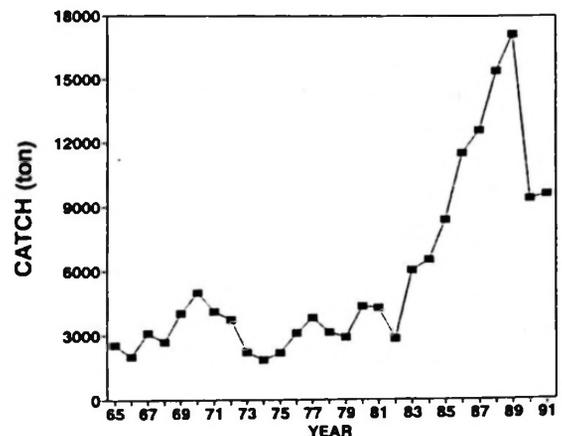


Figure 5. *M. donacium*. Chilean landings between 1965 and 1991.

Fig. 6 shows the Chilean *M. donacium* exported volumes and exportation values from 1984 to 1992. A marked increase from 1986 on was observed. While total landings increased from 2,843 tons in 1982 to 17,122 tons in 1989 (Fig. 5), exportation values increased from ca. 1.0 to 9.3 million US\$ between 1984 and 1989: both variables increased by a factor of six in seven years, and were significant correlated ($r=0.97$; $p<0.01$). Nonetheless, the reduction in the exported volume from 2,329 tons (1989) to 1,641 tons (1992) was compensated by a higher exportation value (from US\$ 9.4 millions to US\$ 8.7 millions respectively). In fact, export earnings were the highest in 1992. As can be deduced the external market demands seem to play a critical role in the Chilean small scale fishery of *Mesodesma*.

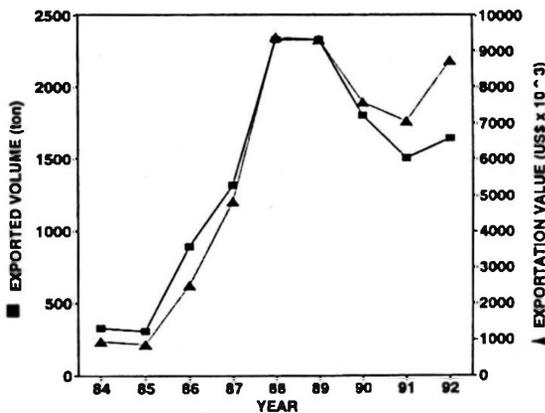


Figure 6. *M. donacium*. Chilean exported volume (■) and export earnings (▲), between 1984 and 1992.

In order to determine how landings fluctuated along the Chilean coast, the country was divided from North to South into four zones: Far Northern Zone, Near Northern Zone, Central Zone and Southern Zone. This responds to both major geographical reasons and somehow administrative ones, since the Servicio Nacional de Pesca de Chile in many instances separates the Chilean artisanal landings approximately into those zones. The spatial analysis of *M. donacium* landings revealed similar catches in the northern zones and a strong increase in volumes landed in Central and Southern zones from 1981 on (Fig. 7). However, a drastic decline in landings was observed in the latter during 1990 and 1991; the underlying causes being unknown: the Southern Zone of Chile has an

elevated number of shellfish industries, the artisanal shellfishermen groups are numerous, and fishing technology is readily available. Hence, the drastic reduction in *M. donacium* landings most probably reflects a trend towards over-exploitation.

As in Uruguay, the Chilean fishery shows strong seasonal fluctuations. Catch increases in spring and summer (Fig. 4b), possibly as a result of higher demand for the product from the local market, and greater accessibility of the resource due to climatic factors.

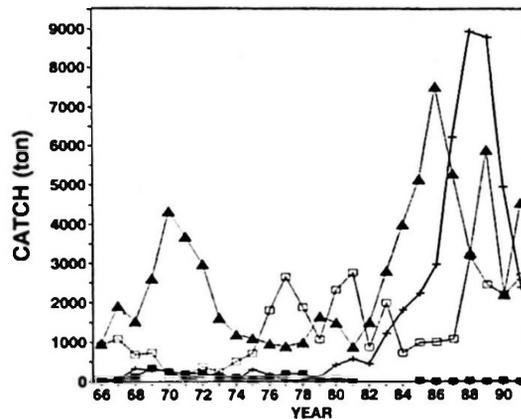


Figure 7. *M. donacium*. Regional distribution of Chilean landings between 1966 and 1991. (■) Far Northern Zone (Regions I, II); (□) Near Northern Zone (Regions III, IV); (▲) Central Zone (Regions V to IX); and (+) Southern Zone (Region X).

Peru

Fig. 8 shows the evolution of landings of the macha *M. donacium* in Peru. They steady increased from 1964 (36 tons) to 1977 (597 tons), reaching an impressive peak between 1978 and 1979, when catches were multiplied by a factor of seven (ca. 4,000 tons). This happened during the period preceding "El Niño" (EN) event of 1982-1983. The decline from 1980 to 1985 might be caused by a combined effect of resource over-exploitation (1980-1981) and negative effects of EN (1982-1983) on *M. donacium* populations (Castilla & Camus, 1992). Arntz *et al.* (1987) pointed out that from March 1983 on, no live surf clams were found in shallow waters south of Lima, and reported no recovery up to 1986. Landings from 1986 to 1989 showed a recovery of the resource, although never reaching the landing levels of 1978-1979.

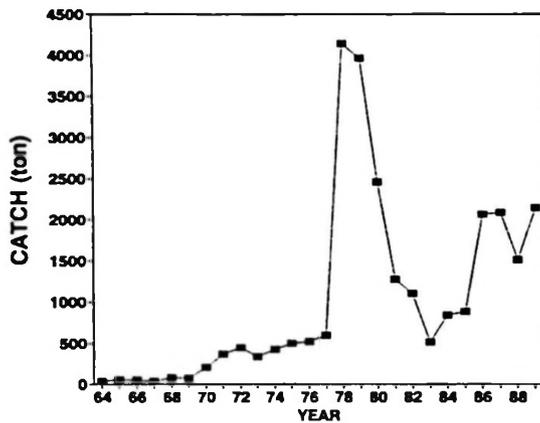


Figure 8. *M. donacium*. Peruvian landings between 1964 and 1989.

PRESENT STATE OF KNOWLEDGE

Tables 1a and 1b summarize the scientific research undertaken on both species, evidencing that more research, particularly in topics related to population biology and fisheries, is needed. In fact, there are numerous gaps of knowledge in the case of *M. donacium* of Chile and Peru. It

must be pointed out that this species is by far the most valuable one of the two hereby discussed; therefore, it seems to us that there is an urgent need to complete the above mentioned gaps of knowledge.

MANAGEMENT CONSIDERATIONS

The relative success of different management strategies tending to achieve an adequate assessment of the yellow clam *M. mactroides* of Uruguayan coasts is fully discussed in Defeo (1989). He demonstrated that the implementation of overall catch quotas resulted in a complete failure, because they were reached in a very short time due to stockpile of yellow clams during days preceding the opening of the season. This, in turn, led to a deterioration in the quality of the product. This observation was also noticed by Geaghan & Castilla (1986) for the fishery of the gastropod *Concholepas concholepas* in Chilean coasts.

Defeo (1987, 1989) also suggested several tools for the rational management of the Uruguayan yellow clam, namely: a minimum

Table 1a. *M. mactroides*. Current state of its scientific knowledge in Argentina, Brazil and Uruguay. The reference list does not include technical reports or abstracts.

SUBJECT	ARGENTINE	BRAZIL	URUGUAY
Population dynamics	Cabrera (1960) Olivier et al. (1971)		Defeo (1985b;1992) Defeo et al. (1988a; 1988b) (1992a; 1992b)
Reproductive biology	Olivier et al. (1971)		Masello (1987) Masello & Defeo (1986)
Feeding behaviour	Castellanos (1948) Coscaron (1959)	Narchi (1981)	Defeo & Scarabino (1990)
Zonation patterns	Olivier et al. (1971)	Gianuca (1983)	Defeo (1985a; 1992) Defeo et al. (1986)
Stock estimates	Olivier & Penchaszadeh (1968a)		Defeo et al. (1988b)
Fisheries management	Olivier & Penchaszadeh (1968b)		Defeo (1987; 1989; 1992) Defeo et al. (1991)

TABLE 1b. *M. donacium*. Current state of its scientific knowledge in Chile and Peru. Neither technical reports nor abstracts are included in the reference list.

SUBJECT	CHILE	PERU
Population dynamics	Tarifeño (1980)	Arntz et al. (1987)
Reproductive biology	Tarifeño (1980) Peredo et al. (1987)	Salgado & Ishiyama (1979)
Feeding behaviour	Tarifeño (1980)	
Zonation patterns	Tarifeño (1980) Sánchez et al. (1982)	
Stock estimates	Tarifeño et al. (1990)	
Fisheries management		

profitable catch volume per fisherman, differential fishing quotas per season, and optimum rotation of areas. In this sense, taking into account habitat heterogeneity of the beach (which explains spatial variations in resource abundance and fishing effort allocation) from 1984 the 22 km fishing ground was divided in four sections of similar size, with boundaries set at right angles to the coastal line (Defeo *et al.*, 1986, 1991). The spatial management scheme upon an optimum rotation of areas was successfully applied, under the heterogeneous conditions above described (Defeo, 1989). Finally, a minimum legal clam size (5 cm) for commercial harvest, considering length/age at first maturity (Masello & Defeo, 1986), was also used as a regulatory measure (Defeo, 1987).

Olivier & Penchaszadeh (1968a, 1968b) proposed regulatory measures to manage *M. mactroides* in Argentinean coasts. They suggested a closed season for some fishing zones with diminishing standing stocks. The use of tractors for fishing caused a marked increment in fishing mortality, discard of broken individuals, and hence a collapse of the fishery. A spatial management scheme and a minimum legal size limit were also suggested. Due to the absence of an adequate regulatory policy, these measures had relative success.

The experience accumulated out of the

yellow clam fisheries in Argentine and Uruguay shows that there is no need to improve the manual or shovel harvesting technology (Defeo, 1987). The continuation of these practices would contribute to the conservation of the species and would benefit artisanal fishermen by providing permanent employment. This is an important factor to bear in mind in view of the scarce labor opportunities in coastal zones in these developing countries. The introduction of more sophisticated harvesting technologies could cause an increment in fishing power and a collapse of the fishery.

Another reason to restrict the use of sophisticated harvesting technologies is the occurrence of physical stress produced by sediment disturbance during harvesting activities. Indeed, Defeo (1992) demonstrated a close relationship between natural mortality rates of the young-of-the-year and annual catch or fishing intensity, considered as a clear indication of incidental natural mortality due to hand-gathering techniques. Suffocation, perturbation of sediment texture, prolonged air exposure following harvest and limitation of filtering activities by clogging of the ctenidia and palps, might be involved in incidental mortality (Defeo, 1992).

In Brazil, there are no regulatory measures for the fishery, so it can be defined as an open-

access fishery (*sensu* Gordon, 1954), as there is apparently unrestricted access to the resource. In the long-run, this situation will conduct to an open-access bioeconomic equilibrium, *i.e.* the dissipation of the economic rent derived from the fishery, where total sustainable revenues equal total costs (Clark, 1985; Anderson, 1986).

In the case of *M. donacium* in Chile, a minimum legal size (7 cm) is the only fishery regulatory mechanism actually implemented throughout the country. Nonetheless, a preliminary policy has been established in some beaches of Central Chile (V Region), regulating fishing effort through a system of 15 days closure and 15 days opening of the fishery. A rotational scheme of fishing grounds has failed so far, mostly because of the lack of clear policies and organization of artisanal fishermen associations. The new Chilean Fishing Law (1991) contains important tools which will enable in the near future the implementation of adaptive fishing schemes (Walters, 1986; Hilborn & Walters, 1992; see Castilla, in press). The lack of alternative management measures can lead to resource over-exploitation, even more if we consider that the marked increment of catches has not been complemented with an integrated analysis of the whole species distribution, neither incorporating interactions between biological and socio-economic factors.

The situation of the surf clam fishery of Peru is similar to that of Brazil. No regulatory mechanisms have been established, so it can be considered as an open-access fishery. Taking into account the occurrence of large-scale environmental fluctuations such as EN events, which generates massive mortalities and recruitment failures (Arntz *et al.*, 1987), regulatory measures and investigations focussed on the monitoring of spatial and temporal fluctuations in the magnitude of recruitment are urgently needed.

SOME GUIDELINES FOR FUTURE RESEARCH

A number of future research efforts ought to be carried out to provide the scientific basis to manage the fisheries of *Mesodesma* in South America. The following topics deserve special consideration:

Sampling strategies for data acquisition of the stock and the fishery.

Given the high and scale-dependent spatial variability in the alongshore distribution by size/age of *Mesodesma* populations, as in their growth and mortality parameters (Tarifeño, 1980; Defeo *et al.*, 1986; Arntz *et al.*, 1987; Defeo, 1992), we find little advantageous to use the traditional random sampling. A better approach, commonly used for benthic populations, is to employ a systematic sampling. This strategy will allow the use of contouring methods, such as geostatistics and autocorrelation techniques, to evaluate the stock and to describe spatial variations in population distribution and environmental variables (Hall, 1983; Conan 1985; McArdle & Blackwell, 1989; Rossi *et al.*, 1992). Up to present, these methods are increasingly used in soft-bottom population studies. On the other hand, an echo-acoustic method for assessing clam populations (*M. donacium* and *Tagelus dombeii*) has been recently described by Tarifeño *et al.* (1990).

Systematic sampling involves the following confident elements (Hancock & Urquhart, 1965): (1) it does not match spatially periodic sources of variability; (2) it avoids visual bias in the selection of stations; (3) further, the likelihood that samples taken at different times come from an identical position is low. Advantages of systematic sampling for benthic populations have also been highlighted by Conan (1984) and McArdle & Blackwell (1989).

On the same vein, since the allocation of fishing effort usually follows quite closely spatio-temporal variations in resource abundance, time series of fishing effort and catches should be obtained discriminately by homogeneous areas (Caddy, 1975; Conan, 1984; Conan & Maynard, 1983). This will require a precise location of the areas used, which should be easy to identify both by fishermen and researchers (Defeo, 1991; Defeo *et al.*, 1991).

The desagregated analysis of *Mesodesma*'s stocks, the surrounding environment and the fishery, will be a useful tool for: (1) the assessment of spatial dynamics of catch and fishing effort; (2) the detection of changes in length or age composition of the catch; (3) monitoring changes in stock abundance and its composition by size/age, as well as in

population dynamics parameters and environmental variables. From the above, an integrated approach could be built to develop a comprehensive management scheme of the fishery (see below).

Physical-biological coupling, and the definition of relevant scales of analysis.

Physical and biological factors should be considered as the proximal agents generating the spatio-temporal patterns of *Mesodesma* populations (Olivier *et al.*, 1971; Tarifeño, 1980; Defeo *et al.*, 1986; Arntz *et al.*, 1987). In this sense, it has been emphasized that the importance of biotic factors to structure populations in a harshly environment (exposed sandy beaches) must not be neglected, as stated by Defeo (1992).

Moreover, as population patterns and processes in invertebrates are scale-dependent (Orensanz, 1986; Butman, 1987; Thrush, 1991; Defeo, 1992), the recognition of a physical-biological coupling in different scales according to specific research questions, will show an alternative approach concerning the study of population regulation and dynamics of *Mesodesma*.

Assessment of recruitment variability.

The ability to predict the magnitude of recruitment from a given level of spawning stock is an essential issue in benthic resources management (Hancock, 1973; Botsford, 1986; Caddy, 1986, 1989a, 1989b; Caputi & Brown, 1986; Fogarty, 1989). It has been recognized that recruitment magnitude in organisms with pelagic larval phase is related not only to the parental stock, but to fluctuations in environmental variables as well (*e.g.*, Holm, 1990; Phillips & Brown, 1989; Possingham & Roughgarden, 1990; Roughgarden *et al.*, 1985; Penn *et al.*, 1989). Even though a clear overcompensation mechanism was demonstrated for the yellow clam *M. mactroides* of Uruguayan coasts (Defeo, 1992), it will be desirable to evaluate the incidence of environmental variables and to include the relevant ones in recruitment models. The two stage procedure with "exploratory correlations" between environmental variables and

recruitment estimates (Tang, 1985) may provide better forecasts of recruitment.

The determination of a stock-recruitment relationship, incorporating adult and recruitment variability through time, will be a useful tool to elaborate and discuss "risk-averse" management strategies that minimize the probability of stock depletion, prevent recruitment overfishing, and forecast a threshold level of spawning stock density in order to improve the chances of a sustainable level of recruitment (Hilborn & Walters, 1992).

The wide range of fishing effort levels that would be achieved by adaptive management experiments (*sensu* Hilborn & Walters, 1992) will provide a range of variability in the spawning stock size, which in turn will allow to determine the exact shape of the recruitment curve even with a short time data series (Defeo, 1992).

The dispersive abilities of planktonic larvae of *Mesodesma* stocks in the sea are unknown. Research efforts should be directed to study planktonic stages, their swimming ability, and the role of near-shore hydrodynamics ("surf zone environment") in settlement/recruitment processes. It will also be necessary to conduct, if possible, laboratory experiments directed to demonstrate mechanisms of overcompensation, such as the passive filtering of planktonic larvae by established adults (see Defeo, 1992). Studies of the planktonic component of *Mesodesma's* life cycle are particularly important to determine the spatial scales at which the population dynamics is to be considered an open process (*sensu* Hughes, 1990).

The concept of "supply-side ecology", *i.e.* that the dynamics of adult populations is more related to the arrival rates of larvae than to post-settlement processes (Lewin, 1987; Roughgarden *et al.*, 1988; Underwood & Fairweather, 1989), has shown to be successful when applied to terrestrial and rocky intertidal populations, but needs to be explored in exposed sandy beaches. It would be also important to include physical-oceanographic information related to larval dispersal.

Growth and mortality.

Growth rates of *Mesodesma* clam vary markedly in space and time, mainly due to density-

dependent processes and environmental factors (Tarifeño, 1980; Defeo, 1992; Defeo *et al.*, 1992a, 1992b). Thus, spatio-temporal differences are crucial to model population dynamics of these stocks, and to determine environmental and biotic control factors.

Natural and fishing mortality rates also vary between cohorts and are correlated with biotic and abiotic factors and fishing pressure. Mortality of the young-of-the-year is usually highest in the densest cohorts, coinciding with lowest growth rates, intermediate adult density, intense fishing activity and environmental harshness (Defeo, 1992). The effect of physical stress produced by sediment disturbance and incidental damage during harvest activities, must be evaluated as a source of incidental natural mortality and population fluctuations. Fishing pressure behaves as a source of disturbance, but it also acts as a way of releasing space, thus enabling the recolonization of disturbed patches. Thus, it will be important to determine those harvesting levels within which the magnitude of natural mortality could diminish, promoting successful recruitment and attenuating the intensity of intraspecific competition.

Modelling and management.

The modern approach to fisheries management is to characterize and predict population processes through mathematical models, which, since the 50's, have been designed for finfish populations (Schaefer, 1954; Beverton & Holt, 1957). These models consider the stock as a closed, self-sustaining unit of population with uniform distribution over the whole area, so that the effect of fishing effort (also assumed to be uniformly distributed) is absorbed by the whole stock through recruitment and/or redistribution of organisms (Ricker, 1975). Hence, fluctuations in stock size may be reflected by the size of catches.

In sessile and sedentary organisms the above assumptions are rarely valid (Hancock, 1979): the patchy distribution of populations (Elliott, 1977) and their scarce, or null, mobility are important restrictions for the application of traditional finfish models. For instance, mollusks cannot redistribute themselves quickly over a

fishing ground, and cannot fill gaps in patches resulting from a sequential depletion pattern produced by the heterogeneous allocation of fishing effort (Hancock, 1979; Caddy, 1975; Orensanz *et al.*, 1991). Moreover, their population dynamics are extremely dependent on local environmental conditions and the more intense biological interactions regulate demographic variations in such a way as to make predictions weaker than for pelagic fishes (Conan, 1984). Consequently, invertebrate fisheries should use different strategies for their management. Two complementary approaches seem to be appropriate to analyze and model *Mesodesma* stocks (Defeo, 1992):

a) To relax the assumption of spatial homogeneity in resource distribution (see above). Extensive fishing grounds with variable environmental conditions, thus heterogeneous in their patterns of abundance, growth, mortality, and allocation of fishing effort, can be divided into smaller areas that should be considered as independent units (Caddy, 1975, 1989b; Sluczanowski, 1984, 1986). Hence, for a stock showing a continuous geographic range of population characteristics, a useful approach is to consider it as composed by several discrete subpopulations which can be studied independently and the predictions integrated afterwards. A spatial management upon an optimum rotation of fishing areas could be useful to manage these shellfisheries (Caddy, 1975; Hall, 1983; Defeo *et al.*, 1986, 1991). The functional unit stock concept (*sensu* Caddy, 1989b: p. 668) must be considered an appropriate framework for population modelling, identifying different subsets of the population capable of being treated independently from the rest of the species distribution. This assumption becomes necessary to perform any stock-recruitment analysis and also for management purposes.

b) To develop a comprehensive approach for managing these shellfish stocks, integrating characteristics such as: effects of different environmental regimes on spatial population structure, spatial heterogeneity of fishing effort, biological interactions, and implications of economic factors and human attitudes (behaviour of resource managers and users: Boutillier *et al.*, 1988; Charles, 1989). In view of the uncertainty involved in estimations of the

above factors, it is advisable to consider and use stochastic models instead of deterministic ones (Sissenwine, 1984a, 1984b; Seijo, 1986; Fogarty, 1989). Multiple-objective optimization functions should be incorporated to optimize management strategies that fulfill pre-existing resource managers preferences (Díaz de León & Seijo, 1992; Seijo *et al.*, 1992).

Stock enhancement.

Taking into account that, under the present knowledge, these species cannot be cultivated, and considering their increasing demand, it becomes necessary to initiate restocking experiments -either by "sowing" or colonization (*sensu* Castilla, 1988)- in order to increase the actually limited standing stocks. Two of the three strategies fully discussed in Castilla (1988), are proposed for increasing *Mesodesma* stocks: (a) restocking through management of natural areas, and (b) restocking through direct seeding of juveniles or adults. Alternatively, the spatial management scheme would complement the first strategy with regard to the spatial variation in the magnitude of recruitment, so as to protect those areas with high probability of successful recolonization (Caddy, 1989b; Defeo, 1992). An analysis of restocking of shellfish species is found in Castilla (1988, 1990, in press) and Oliva & Castilla (1990).

LITERATURE CITED

- ANDERSON, L.G. 1986. The economics of fisheries management. Revised and enlarged edition. The John Hopkins University Press, Baltimore: 296 pp.
- ARNTZ, W.E., T. BREY, J. TARAZONA & A. ROBLES. 1987. Changes in the structure of a shallow sandy-beach community in Peru during an El Niño event. In: The Benguela and comparable ecosystems: 645-658. A.I.L. Payne, J.A. Gulland and K.H. Brink (ed.). South African Journal of Marine Science 5.
- BEVERTON, R.J.H. & S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fisheries Investigation, Series II, 19: 1-533.
- BOTSFORD, L.W. 1986. Population dynamics of Dungeness crab (*Cancer magister*). In: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Jamieson, G.S. & N. Bourne (ed.). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 92: 140-153.

Allocation of property rights.

Allocation of exclusive property rights to fishermen appears to be the soundest management strategy in small-scale artisanal fisheries (Defeo, 1987, 1989; Castilla, 1990, in press; Seijo & Fuentes, 1989). Legal measures to allocate temporal property rights to fishery communities or to individual fisherman, in the form of coastal reserves, marine concessions or individual catch quotas, should be alternative mechanisms to avoid "the tragedy of the commons" (*sensu* Hardin, 1973; see also Smith & Berkes, 1991; Castilla, in press).

ACKNOWLEDGEMENTS

We specially thank Dr. L. Capurro, P. Camus and two anonymous referees for critical readings and useful comments. O. Defeo acknowledges the financial support from UNESCO (Grants SC/RP 267047.9 and 207038.0) at the Centro de Investigación y Estudios Avanzados de IPN Unidad Mérida (Mexico). We thank the American States Organization (ASO), "Proyecto Multinacional Medio Ambiente y Recursos Naturales" PB-91/848 CH/33. This paper was completed during 1993, and J.C. Castilla thanks financial support from the Italia-Chile Cooperation Project on Benthic Marine Resources.

- BOUTILLIER, J., D. NOAKES, D. HERITAGE & J. FULTON. 1988. Use of multiattribute utility theory for designing invertebrate fisheries sampling programs. North American Journal of Fisheries Management, 8: 84-90.
- BUSTAMANTE, R. & J.C. CASTILLA. 1987. The shellfishery in Chile: an analysis of 26 years of landings (1960-1985). Biología Pesquera, Chile 16: 79-97.
- BUTMAN, C.A. 1987. Larval settlement of soft-sediment invertebrates: the spatial scales of pattern explained by active habitat selection and the emerging role of hydrodynamical processes. Oceanography and Marine Biology Annual Review, 25: 113-165.
- CABRERA, S.E. 1960. Crecimiento de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* Desh. de la costa bonaerense (partido de General Lavalle). Actas y Trabajos del Primer Congreso Sudamericano de Zoología, 2: 79-84.
- CADDY, J.F. 1975. Spatial model for an exploited shellfish population, and its application to the Georges Bank scallop fishery. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 32: 1305-1328.

- CADDY, J.F. 1986. Modelling stock-recruitment processes in Crustacea: some practical and theoretical perspectives. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **43**: 2330-2344.
- CADDY, J.F. 1989a. A perspective on the population dynamics and assessment of scallop fisheries, with special reference to the sea scallop *Placopecten magellanicus* Gmelin. In: *Marine invertebrate fisheries: their assessment and management*, 559-590. Caddy, J.F. (ed.). J. Wiley & Sons, New York.
- CADDY, J.F. 1989b. Recent developments in research and management for wild stocks of bivalves and gastropods. In: *Marine invertebrate fisheries: their assessment and management*, 665-700. Caddy, J.F. (ed.). J. Wiley & Sons, New York.
- CAPUTI, N. & R.S. BROWN. 1986. Prediction of recruitment in the western rock lobster (*Panulirus cygnus*) fishery based on indices of juvenile abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **43**: 2131-2139.
- CASTELLANOS, Z.A. 1948. Estudio anatómico sobre *Mesodesma mactroides* Desh. (almeja amarilla). DAGI Dirección Agropecuaria, Publicación Técnica, **5**(1): 3-49.
- CASTILLA, J.C. 1988. La problemática de la repoblación de mariscos en Chile: diagnóstico, estrategias y ejemplos. *Investigacion Pesquera*, (Chile) **35**: 41-48.
- CASTILLA, J.C. 1990. El erizo chileno *Loxechinus albus*: importancia pesquera, historia de vida, cultivo en laboratorio y repoblación natural. In: *Cultivo de moluscos en América Latina*, 83-98. Hernández, A. (ed.). Red Regional de Acuicultura CIID, Bogotá, Colombia.
- CASTILLA, J.C. (in press). The Chilean small-scale benthic shellfisheries and the institutionalization of new management practices. *Ecology International*.
- CASTILLA, J.C. & P.A. CAMUS. 1992. The Humboldt-El Niño scenario: coastal benthic resources and anthropogenic influences with particular reference to the 1982/83 ENSO. In: *Benguela Trophic Functioning*: 703-712. A.I.L. Payne, K.H. Brink, K.H. Mann and R. Hilborn (eds.). *South African Journal of Marine Science* **12**.
- CASTILLA, J.C., S.A. NAVARRETE & J. LUBCHENCO. 1993. Southern Pacific coastal environments: main features, large-scale perturbations and global climate changes. In: *Northern and Southern Hemisphere: responses to global change*. Mooney, H.A., E. Fuentes & B. Kronsberg (eds.). Academic Press, New York. pp.147 - 166.
- CHARLES, A.T. 1989. Bio-socio-economic fishery models: labour dynamics and multi-objective management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **46**: 1313-1322.
- CLARK, C.W. 1985. Bioeconomic modelling of fisheries management. John Wiley & Sons, New York: 291 pp.
- CONAN, G.Y. 1984. Do assumptions commonly used for modelling populations of finfish apply to shellfish species? ICES, Shellfish Committee, C.M. 1984/K:49. 21 pp.
- CONAN, G.Y. 1985. Assessment of shellfish stocks by geostatistical techniques. ICES, Shellfish Committee, C.M. 1985/K:30. 24 pp.
- CONAN, G.Y. & D.R. MAYNARD. 1983. Aerial survey of spatial distribution of effort in the lobster fishery of Southern Gulf of St. Lawrence. ICES C.M. 1983/KK:13. 13 pp.
- COSCARON, S. 1959. La "almeja amarilla" (*Mesodesma* (T.) *mactroides* Deshayes) de la costa de la Provincia de Buenos Aires. *AGRO Publicación Técnica* **1**(3): 1-66.
- DEFEO, O. 1985a. Aspectos biocenológicos y de dinámica de población de "almeja amarilla" *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) en la zona de la Barra del Chuy, Depto. de Rocha, Uruguay. I. Biocenología. *Contribuciones del Departamento de Oceanografía (F.H.C.)*, Montevideo **2**(3): 50-75.
- DEFEO, O. 1985b. Aspectos biocenológicos y de dinámica de la población de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) en la zona de la Barra del Chuy, Depto. de Rocha, Uruguay. II. Dinámica de la población. *Contribuciones del Departamento de Oceanografía (F.H.C.)*, Montevideo **2**(3): 76-98.
- DEFEO, O. 1987. Consideraciones sobre la ordenación de una pesquería en pequeña escala. *Biología Pesquera* (Chile), **16**: 47-62.
- DEFEO, O. 1989. Development and management of artisanal fishery for yellow clam *Mesodesma mactroides* in Uruguay. *Fishbyte* **7**(3): 21-25.
- DEFEO, O. 1991. El recurso mejillón *Mytilus edulis platensis* de Uruguay: situación actual y perspectivas. Informe Técnico INAPE, Montevideo: 71 pp.
- DEFEO, O. 1992. The effect of spatial scales in population dynamics and modelling of sedentary fisheries: the yellow clam *Mesodesma mactroides* of an Uruguayan exposed sandy beach. Doctoral Dissertation, CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, México: xxi + 308 pp.
- DEFEO, O. & V. SCARABINO. 1990. Ecological significance of a possible deposit-feeding strategy in *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) (Mollusca: Pelecypoda). *Atlantica*, **12**(1): 55-65.
- DEFEO, O., C. LAYERLE & A. MASELLO. 1986. Spatial and temporal structure of the yellow clam *Mesodesma mactroides* population in Uruguay. *Medio Ambiente* (Chile), **8**(1): 48-57.
- DEFEO, O., A. MASELLO & C. LAYERLE. 1988a. Consideraciones metodológicas para el estudio del crecimiento en moluscos bivalvos. *Informes UNESCO en Ciencias del Mar* **47**: 135-148.
- DEFEO, O., M. REY & J. CASCUDO. 1988b. Estimaciones de stock del recurso *Mesodesma mactroides* en base al análisis de cohortes (Pope, 1972). *Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo*, **4**: 41-54.
- DEFEO, O., J.C. SEIJO, J. EUAN & M. LICEAGA. 1991. Dinámica espacial del esfuerzo pesquero en una pesquería artesanal de la costa atlántica uruguaya. *Investigacion Pesquera* (Chile), **36**: 17-25.
- DEFEO, O. F. ARREGUIN-SÁNCHEZ & J. SÁNCHEZ. 1992a. Growth study of the yellow clam *Mesodesma mactroides*: a comparative analysis of three length-based methods. *Scientia Marina*, **56**: 53-59.
- DEFEO, O. E. ORTIZ & J.C. CASTILLA. 1992b. Growth, mortality and recruitment of the yellow clam *Mesodesma mactroides* in Uruguayan beaches. *Marine Biology*, **114**: 429-437.
- DÍAZ DE LEÓN, A.J. & J.C. SEIJO. 1992. A multi-criteria non-linear optimization model for the control and management of a tropical fishery. *Marine Resource Economics*, **7**: 23-40.
- ELLIOT, J.M. 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates (2nd. ed.). *Freshwater Biological Association. Scientific Publication* **25**: 160 pp.
- FOGARTY, M.J. 1989. Forecasting yield and abundance of exploited invertebrates. In: *Marine invertebrate fisheries: their assessment and management*, 701-724. Caddy, J.F. (ed.). J. Wiley & Sons, New York.

- GEAGHAN, J.P. & J.C. CASTILLA. 1986. Use of catch and effort data for parameters estimates for the loco (*Concholepas concholepas*) fishery in Central Chile. In: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Jamieson, G.S. & N. Bourne (ed.). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 92: 168-174.
- GIANUCA, N.M. 1982. Repovoamento de um trecho de praia arenosa afetado por deposicao de lama no litoral do Rio Grande do Sul. Resumos IX Congresso Brasileiro de Zoologia, Porto Alegre (Brasil): 51-52.
- GIANUCA, N.M. 1983. A preliminary account of the ecology of sandy beaches in Southern Brazil. In: Sandy beaches as ecosystems, 413-419. McLachlan, A. & T. Erasmus (eds.), The Hague, W. Junk.
- GORDON, H.S. 1954. The economics of a common property resource: the fishery. Journal of Political Economy, 62: 124-142.
- HALL, M. A. 1983. A spatial approach to the population dynamics of the manila clam (*Tapes philippinarum*). Ph.D. Thesis, University of Washington, 244 pp.
- HANCOCK, D.A. 1973. The relationship between stock and recruitment in exploited invertebrates. Rapports et Procés verbaux des Reunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 164: 113-131.
- HANCOCK, D.A. 1979. Population dynamics and management of shellfish stocks. Rapports et Procés verbaux des Reunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 175: 8-19.
- HANCOCK, D.A. & A.E. URQUHART. 1965. The determination of natural mortality and its causes in an exploited population of cockles (*Cardium edule* L.). Fisheries Investigation, Series II, 24(2): 1-40.
- HARDIN, G. 1973. The tragedy of the commons. In: Pollution, resources and the environment, 1-13. Enthoven, A.C. & A.M. Freeman III (eds.). W.W. Norton and Co., New York.
- HILBORN, R. & C.J. WALTERS. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New York. 570 pp.
- HOLM, E.R. 1990. Effects of density-dependent mortality on the relationship between recruitment and larval settlement. Marine Ecology Progress Series, 60: 141-146.
- HUGHES, T.P. 1990. Recruitment limitation, mortality, and population regulation in open systems: a case study. Ecology, 71: 12-20.
- LEWIN, R. 1987. Supply-side ecology. Science 234: 25-27.
- MCCARDLE, B.H. & R.G. BLACKWELL. 1989. Measurement of density variability in the bivalve *Chione stutchburyi* using spatial autocorrelation. Marine Ecology Progress Series, 52: 245-252.
- MCLACHLAN, A. 1980a. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. South African Journal of Science, 76: 137-138.
- MCLACHLAN, A. 1980b. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. Marine Environment Research, 4: 59-63.
- MASELLO, A. 1987. Consideraciones sobre crecimiento y biología reproductiva de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854). B. Sc. Thesis, Universidad de la República, Montevideo: 121 pp.
- MASELLO, A. & O. DEFELO. 1986. Determinación de la longitud de primera madurez sexual en *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854). Comunicaciones Sociedad Malacológica del Uruguay, 6(51): 387-392.
- NARCHI, W. 1981. Aspects of the adaptive morphology of *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Mesodesmatidae). Malacologia, 21(1/2): 95-110.
- OLIVA, D. & J.C. CASTILLA. 1990. Repoblación natural: el caso del loco *Concholepas concholepas* (Gastropoda: Muricidae) en Chile central. In: Cultivo de moluscos en América Latina, 273-295. Hernández, A. (ed.). Red Regional de Acuicultura CIID, Bogotá, Colombia.
- OLIVIER, S. & P. PENCHASZADEH. 1968a. Evaluación de los efectivos de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*, Desh., 1854) en las costas de la Provincia de Buenos Aires. Proyecto Desarrollo Pesquero FAO, Servicio Información Técnica 8: 10 pp.
- OLIVIER, S. & P. PENCHASZADEH. 1968b. Efectivos de almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) en las costas de la Provincia de Buenos Aires y pautas para su explotación racional. Proyecto Desarrollo Pesquero FAO, Servicio Información Técnica 8 (supl.): 6 pp.
- OLIVIER, S., D. CAPEZZANI, J. CARRETO, H. CHRISTIANSEN, V. MORENO, J.A. DE MORENO & P. PENCHASZADEH. 1971. Estructura de la comunidad, dinámica de la población y biología de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) en Mar Azul. Proyecto Desarrollo Pesquero FAO, Servicio Información Técnica 27: 90 pp.
- ORENSANZ, J.M. 1986. Size, environment, and density: regulation of a scallop stock and its management implications. In: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Jamieson, G.S. & N. Bourne (eds.). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 92: 195-227.
- ORENSANZ, J.M., A.M. PARMA & O.O. IRIBARNE. 1991. Population dynamics and management of natural stocks. In: Scallops: biology, ecology and aquaculture. 21: 625-713. Shunway, S.E. (ed.). Developments in Aquaculture and Fisheries Science.
- PENN, J.W., N.G. HALL & N. CAPUTI. 1989. Resource assessment and management perspectives of the penaeid prawn fisheries of western Australia. In: Marine invertebrate fisheries: their assessment and management, 115-140. Caddy, J.F. (ed.). J. Wiley & Sons, New York.
- PEREFO, S., E. PARADA & I. VALDEBENITO. 1987. Gametogenic and reproductive cycle of the surf clam *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) (Bivalvia, Mesodesmatidae) at Queule Beach, Southern Chile. The Veliger 30: 55-68.
- PHILLIPS, B.F. & R.S. BROWN. 1989. The west Australian rock lobster fishery: research for management. In: Marine invertebrate fisheries: their assessment and management, 159-182. Caddy, J.F. (ed.). J. Wiley & Sons, New York.
- POSSINGHAM, H.P. & J. ROUGHGARDEN. 1990. Spatial population dynamics of a marine organism with a complex life cycle. Ecology, 71: 973-985.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191: 382 pp.
- ROSSI, R.E., D.J. MULLA, A.G. JOURNAL & E.H. FRANZ. 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. Ecological Monographs, 62: 277-314.
- ROUGHGARDEN, J., Y. IWASA & C. BAXTER. 1985. Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. Ecology, 66: 54-67.

- ROUGHGARDEN, J., GAINES, S. & POSSINGHAM, H. 1988. Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science* 241: 1460-1466.
- SALGADO, I. & V. ISHIYAMA. 1979. Ciclo de madurez sexual y desove de la macha *Mesodesma donacium*. *Revista Facultad Ciencias, Universidad Nacional de Lima* 71(1): 20-28.
- SANCHEZ, M., J.C. CASTILLA & O. MENA. 1982. Variaciones verano invierno de la macroinfauna de arena en playa Morrillos (Norte Chico, Chile). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 17: 31-49.
- SCHAEFFER, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission*, 1: 27-56.
- SEIJO, J.C. 1986. Comprehensive simulation model of a tropical demersal fishery: red grouper (*Epinephelus morio*) of the Yucatan Continental Shelf. Ph. D. Dissertation. Michigan State University: 210 pp.
- SEIJO, J.C. & D. FUENTES. 1989. The spiny lobster fishery of Punta Allen, México. In: *Fisheries credit programmers and revolving loan funds: case studies*, 89-100. Tietze, U. & P. Merrikin (eds.). *FAO Fisheries Technical Paper* (312).
- SEIJO, J.C., DEFEO, O. & DE ALAVA, A. 1992. A multiple criterion optimization approach for the management of a multispecies fishery with ecological and technological interdependencies. Sixth IIFET Conference, Paris. Abstract.
- SISSEWINE, M. 1984a. Why do populations vary? In: *Exploitation of marine communities*, 59-94. May, R.M. (ed.). *Dahlem Konferenzen*. Springer-Verlag, Berlin.
- SISSEWINE, M. 1984b. The uncertain environment of fishery scientists and fishery managers. *Marine Resource Economics*, 1: 1-29.
- SMITH, A.H. & F.B. BERKES. 1991. Solutions to the "Tragedy of the commons": sea-urchin management in St. Lucia, West Indies. *Environmental Conservation* 18 (2): 131-136.
- SLUCZANOWSKI, P.R. 1984. A management orientated model of an abalone fishery whose substocks are subject to pulse fishing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41: 1008-1014.
- SLUCZANOWSKI, P.R. 1986. A desegregate model for sedentary stocks: the case of South Australian abalone. In: *North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates*. Jamieson, G.S. & N. Bourne (eds.). *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 92: 393-401.
- TANG, Q. 1985. Modification of the Ricker stock recruitment model to account for environmentally induced variation in recruitment with particular reference to the blue crab fishery in Chesapeake Bay. *Fisheries Research*, 3: 13-21.
- TARIFEÑO, E. 1980. Studies on the biology of the surf clam *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Mesodesmatidae) from Chilean sandy beaches. Ph. D. Dissertation, University of California, Los Angeles, U.S.A.: 229 pp.
- TARIFEÑO, E., Y. ANDRADE & J. MONTESINOS. 1990. An echocoustic method for assessing clam populations on a sandy bottom. *Rapports et Proces-verbaux Reunions Conseil perm.int. Explor. Mer* 189:95-100.
- THRUSH, S.F. 1991. Spatial patterns in soft-bottom communities. *Trends in Ecology and Evolution*, 6: 75-79.
- UNDERWOOD, A.J. & FAIRWEATHER, P.G. 1989. Supply-side ecology and benthic marine assemblages. *Trends in Ecology and Evolution*, 4: 16-20.
- WALTERS, C.J. 1986. *Adaptative management of renewable resources*. Macmillan, New York: 374 pp.

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

ISSN 0067 - 8767



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 claves (key words) que no estén incluidas 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 en la 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.

La publicación del artículo en español requerirá que se agregue un resumen en inglés (Abstract), a continuación del resumen en español. Los trabajos en inglés requerirán un resumen en español a continuación del resumen en inglés (Abstract). En ambos tipos de artículos, las Tablas y Figuras llevarán sus leyendas en inglés y español, o viceversa, de acuerdo al idioma en que se encuentre el texto.

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

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

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

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

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

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

ISSN 0067 - 8767



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. Introduction.
- d. Material and Methods.
- e. Results.
- f. Discussion.
- g. Acknowledgments (optional).
- h. Literature cited.
- i. Tables and Figures.

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

Title page. Title page should include the title of the paper, name of the author(s), name of the institution(s) and postal address where the work was done; and new institutional affiliation(s) and postal address if appropriate. Give also a running head not longer than 50 caracteres including spaces, and a list of key-words that do not appear in the paper's title with a maximum of five. In papers written in English, the title should be followed by its translation into Spanish.

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

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

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

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

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

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

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

Cite only papers that have been published or in-press. In this last case in the Literature Cited section mention the name of the author, comma, the form "in-press" between parenthesis, 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 parenthesis, 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 parenthesis; 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.

The publication of the article in Spanish will require the addition of an Abstract in English, after the Spanish Summary. Papers in English should have a Spanish Summary after the Abstract. In Spanish -or English- written articles, Tables and Figures should have their legends/captions in both Spanish and English.

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.

Esta
publicación
se terminó de imprimir
en el mes de mayo de 1994
en los talleres de
EDITORIA ANIBAL PINTO S.A.,
Maipú 769, Concepción,
Chile

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION



INDICE N° 22

1993

Nota del Editor	3
Arancibia, H. y M. Fuentealba Análisis de la alimentación de <i>Merluccius gayi gayi</i> (Guichenot, 1848) de Chile central, en el largo plazo. <i>A long-term analysis of the feeding of Merluccius gayi gayi</i> (Guichenot, 1848) off central Chile.....	5-11
Lizarralde, Z.I. y H. E. Zaixso Captación de mitílidos en diferentes tipos de colectores artificiales en Chubut, Argentina. <i>Differential recruitment of mytilid spat on artificial collectors in Chubut, Argentina</i>	13-21
Peredo, S. y C. Sobarzo Microestructura del ovario y ovogénesis en <i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842) (Teleostei: Galaxiidae). <i>Ovary microstructure and oogenesis in Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842) (Teleostei: Galaxiidae)	23-32
Cañete, J.I., J.E. Illanes y R.P. Ambler Ciclo reproductivo de <i>Calyptraea (Trochita) trochiformis</i> (Gastropoda: Calyptraeidae) en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, utilizando un índice de producción de cápsulas ovíferas. <i>Reproductive cycle of Calyptraea (Trochita) trochiformis</i> (Gastropoda: Calyptraeidae) at La Herradura Bay, Coquimbo, Chile, using and egg-capsule production index	33-39
Defeo, O., A. de Alava, V. Valdivieso y J.C. Castilla Historical landings and management options for the genus <i>Mesodesma</i> in coasts of South America. <i>Desembarques históricos y opciones de manejo para el género Mesodesma en costas sudamericanas</i>	41-54



FONDO DE PUBLICACION
VICERRECTORIA ACADEMICA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION