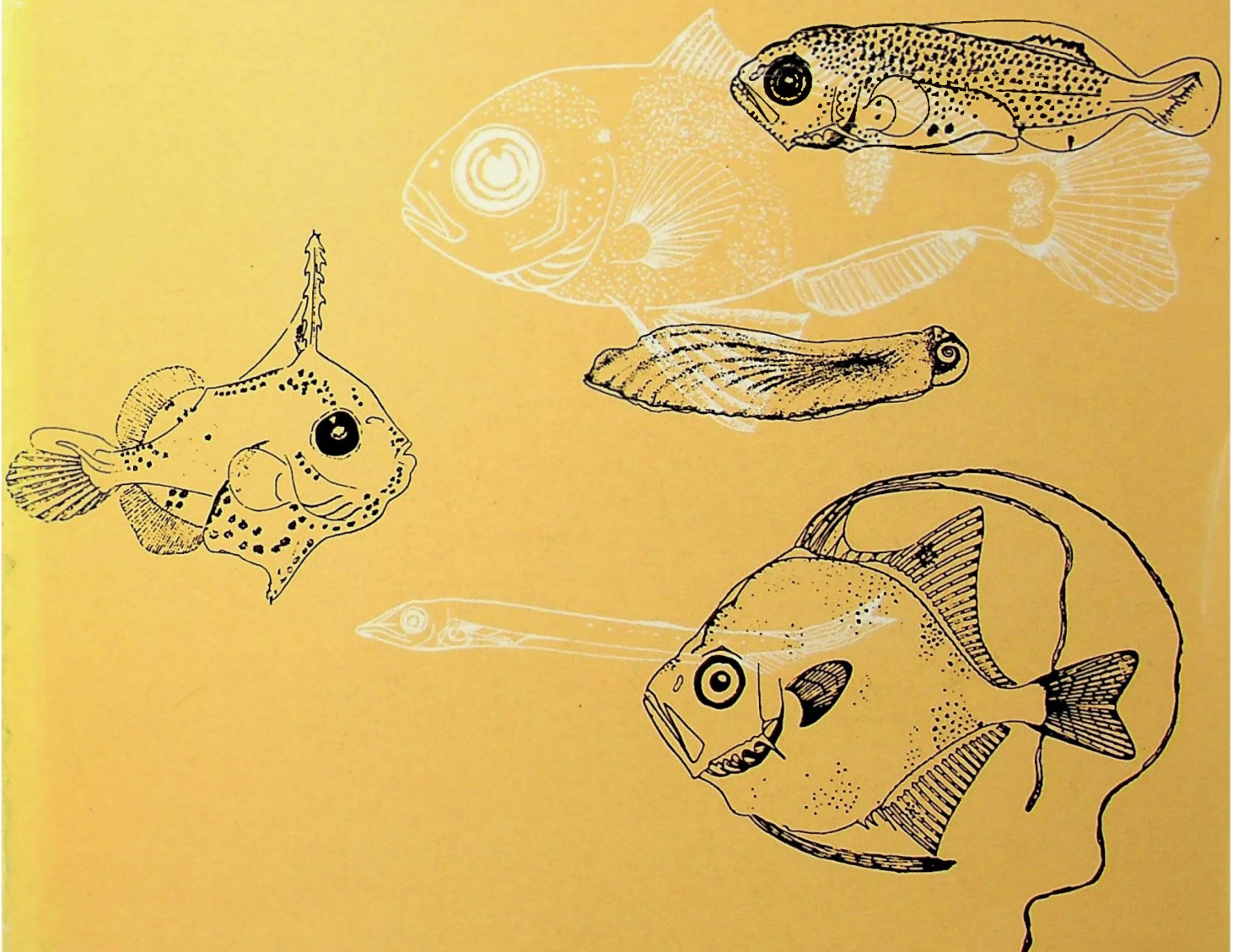


Biología Pesquera

ISSN 0067-8767

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE

Nº 16



COMITE EDITOR

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

Dr. Patricio Bernal P.
Sede Talcahuano
Talcahuano.

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

Dr. Alberto Arrizaga M.
Sede Talcahuano
Talcahuano.

Prof. Nicolás Rozbaczylo
Facultad de Cs. Biológicas
Santiago.

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

COMITE ASESOR

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

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

Dr. Jorge Csirke
FAO.
Roma, ITALIA.

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

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

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

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

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

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

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

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

Dr. Vincent Galluci
University of Washington
Seattle, USA.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Director Responsable:

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

Director Subrogante:

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

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

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

Biología Pesquera

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

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

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



EDICIONES UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

Biología Pesquera

INDICE N° 16

1987

Pizarro A., K. Alveal & H. Romo

Colonización de arrecifes artificiales en bahía Coliumo, Chile. *Colonization of artificial reefs in Coliumo bay, Chile* 3-18

Castillo G. y A. Arrizaga

Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) en aguas de Chile Central. *Age and growth of jack mackerel Trachurus symmetricus murphyi (Nichols, 1920) from Central Chilean waters* 19-33

Moraga J.P.

Variabilidad térmica en la bahía Laguna Verde (33° 06'S; 71° 45'W). *Thermal variations in the Laguna Verde bay (33° 06'S; 71° 45'W)*..... 35-45

Defeo O.

Consideraciones sobre la ordenación de una pesquería en pequeña escala. *Towards a strategy for management a small-scale fishery*..... 47-62

Acuña E.S.

Distribución de peces mictófidios en el Pacífico Oriental Norte de Chile (18° 30'-30° 30'S). *Distribution of myctophid fishes in the eastern Pacific Ocean off Northern Chile (18° 30'to 30° 30'S)* 63-78

Bustamante R.H. y J.C. Castilla

La pesquería de mariscos en Chile: un análisis de 26 años de desembarques (1960-1985). *The shellfishery in Chile: an analysis of 26 years of landings (1960-1985)* 79-97

Pantoja S., H. González & P.A. Bernal

Producción autotrófica fraccionada por tamaños en una bahía somera. *Size-fractioned photoautotrophic production in a shallow bay* 99-105

Herrera G., E. Tarifeño & M.C. Orellana

Descripción de huevos y primeras fases larvales de la sardina común (*Strangomera bentincki*) y del machuelo (*Ethmidium maculatum*). *Description of eggs and early larval stages of common sardine (Strangomera bentincki) and menhaden (Ethmidium maculatum)* 107-113

Buzeta R.

Desarrollo Costero Integrado (DCI): Una alternativa de organización y desarrollo para el subsector pesquero artesanal. *Integrated Coastal Development (DCI): An alternative for the organization and development of the artisanal fisheries subsector*..... 115-120

COLONIZACION DE ARRECIFES ARTIFICIALES EN BAHIA COLIUMO, CHILE¹

COLONIZATION OF ARTIFICIAL REEFS IN BAHIA COLIUMO, CHILE

Alfonso Pizarro, Krisler Alveal y Héctor Romo

RESUMEN

Experiencias de construcción de arrecifes artificiales, a pequeña escala, iniciadas durante 1981, en Bahía Coliumo, han permitido comprobar: a) un efecto moderado, pero significativo, de incremento de la abundancia de invertebrados y algas bentónicas al instalar las estructuras; b) una relación directa entre la abundancia de estos organismos y la densidad de las estructuras; c) la selección de microhábitat y refugios por las especies colonizadoras; d) diferencias batimétricas de las especies colonizadoras y sus abundancias y de tasa de colonización de los arrecifes. Sin embargo, a diferencia con lo observado en arrecifes instalados en otras partes del mundo, los arrecifes de Bahía Coliumo, no han sido colonizados por peces. Esta respuesta es atribuible a una notable pobreza de ictiofauna en la bahía.

Otra característica del área de estudio, claramente desfavorable para esta actividad, fue la existencia de desechos de explotación de madera (aserrín), en amplios sectores del fondo. No obstante la existencia aún de fondos poco o no contaminados, en áreas relativamente extensas del margen costero de la bahía, justifica esfuerzos para aumentar la productividad del área, mediante la generación de hábitat más heterogéneos.

Palabras claves: Macrobentos, módulos, embancamiento, microhábitat, batimetría.

ABSTRACT

The assessment of the colonization process in small artificial reefs placed on the soft, shallow bottoms of Bahía Coliumo since 1981, has shown: a) a moderate but significant increase of the abundance of macroepibenthic organisms on the reefs relative to adjacent level bottom areas; b) the existence of a direct relationship between the number of modular structures per unit area of bottom and the abundance of these organisms; c) microhabitat selection by colonizing species, and bathymetric differences in the colonizing species and their abundance and in the rate of reef colonization. However, and in contrast with reefs built in other parts of world, no fish attraction was observed, a result which can be simply attributed to a notorious scarcity of ichthyofauna in the study area. Another clearly unfavourable characteristic of this area for habitat enhancement efforts is determined by the discharge and accumulation of solid wastes from a nearby sawmill. These efforts seem however justified, as extensive areas of the bottom along the margins of the bay still remain relatively uncontaminated.

Key words: Macrobenthos, modules, microhabitats, bathymetrics.

INTRODUCCION

La construcción de arrecifes artificiales representa un intento de imitar hábitat heterogéneos, característicamente productivos, en áreas comparativamente poco productivas (i.e., fondos monótonos someros), con el fin de incrementar en éstas la disponibilidad de peces invertebrados y algas bentónicas.

Durante las últimas décadas y a nivel mundial, esta actividad ha recibido un impulso

extraordinario, realizándose experiencias, generalmente exitosas, a muy diversa escala y costos, con una gran variedad de materiales de construcción (ver la revisión de Bohnsack & Sutherland, 1985). El empleo indiscriminado de materiales de desecho en la construcción de arrecifes generó, con frecuencia, una variedad de problemas, como la liberación de sustancias tóxicas al ambiente, inestabilidad de los arrecifes, cuyos materiales ocasionalmente vararon en las playas, experi-

Departamento de Oceanología Universidad de Concepción, Casilla 2407 Apartado 10. Concepción.

¹Proyecto N° 20.37.07 D.I. Universidad de Concepción.

mentando rápida desaparición, debido a corrosión o enterramiento en el sustrato blando.

Estos problemas impulsaron la construcción de arrecifes con unidades modulares, especialmente diseñadas, utilizando concreto, acero, fibra de vidrio y plásticos. El empleo de estos materiales y de diseños más sofisticados incrementó considerablemente el costo de las estructuras (Brock, 1985).

El esfuerzo más significativo de investigación y desarrollo de una tecnología de arrecifes artificiales, se ha realizado en Japón, donde esta actividad ha recibido un subsidio estatal promedio de US\$ 100 millones/año, desde 1976 (Nakamura, 1985).

No obstante el monto y éxito de estos esfuerzos, en distintos lugares del mundo, persisten numerosas interrogantes y abundante especulación respecto al diseño y real efecto o funcionamiento de estos hábitat artificiales.

En nuestro país, sólo ha sido documentada una experiencia de este tipo (Pizarro, 1985), que consistió en la evaluación de la colonización inicial (6 meses) de un arrecife artificial de pequeñas dimensiones (100 m²), instalado en Bahía Coliumo (VIII Región). Se comprobó en ese estudio que la instalación de habitáculos artificiales en baja profundidad determinaba, en el corto plazo, la concentración de las especies más abundantes en áreas adyacentes.

Como continuidad de esas investigaciones, en este estudio se registró la colonización, a mediano plazo (11 a 14 meses), de 2 nuevos arrecifes instalados a mayor profundidad en la bahía. Incorporando a estas nue-

vas experiencias los resultados y el seguimiento del estudio anterior, se intentó detectar diferencias en la colonización de arrecifes, ubicados en diferentes sectores, con el fin de determinar los lugares más favorables para su instalación en la bahía. Objetivos adicionales de las nuevas instalaciones fueron: la detección de procesos de selección de hábitat por las especies colonizadoras, y de relaciones entre la abundancia de estos organismos y el número de estructura por unidad de área.

MATERIALES Y METODOS

Cada arrecife consistió en la agregación de unidades modulares, construidas con tres neumáticos desechados de automóvil, unidos mediante una barra de fierro y lastrados con concreto (Pizarro, 1985). En la Tabla 1 se describen los arrecifes y las áreas de su instalación.

Adyacente a cada uno de ellos se delimitó un sector de fondo, de dimensiones similares al área ocupada por el experimento, para utilizarlo como referencia a la colonización de los arrecifes. En cada arrecife y área de referencia se instaló dos cuerdas paralelas (transectas permanentes) de 10 m de longitud, que definieron pasillos de 20 m², a cada lado. Durante las evaluaciones, se realizaron recuentos totales de macrofauna en estos pasillos. En las áreas arrecifales, los recuentos incluyeron aquellos organismos ubicados tanto sobre el fondo, como sobre los módulos y dentro de éstos. Con respecto a los peces se registró, además, los ejemplares que se cruzaban frente al buzo durante la evaluación.

Tabla 1
Caracterización general de los arrecifes y áreas de instalación en Bahía Coliumo

Arrecife	Ubicación	Distancia aprox. desde costa	Profundidad de instalac.	Tipo de fondo	Area total cubierta	Número inicial de módulos	Fecha de instalac.	Tiempo de permanencia (edad)
(*)1	36°32'25"S 72°56'11"W	200 m	5 - 6 m	Arena	100 m ²	25	Nov. '81	50 meses
2	36°32'36"S 72°56'09"W	300 m	7 - 8 m	Limo-arcilla	80 m ²	43	Feb. '85	11 meses
3	36°32'24"S 72°56'19"W	450 m	10 m	Limo-arcilla	150 m ²	25	Nov. '84	14 meses

(*) Pizarro 1985.

Debido al empleo de una mayor cantidad de módulos en el arrecife 2 (Tabla 1), su distribución en el fondo fue más irregular que en los otros arrecifes, quedando unidades aisladas del resto y, también, agrupaciones de 2 ó 3 módulos. Esto permitió evaluar el efecto de la densidad de estructuras sobre la abundancia de macroepifauna bentónica. Los recuentos se efectuaron en áreas de 4 m², que contenían 1, 2 ó 3 módulos, respectivamente.

Con el fin de detectar posibles diferencias en la distribución de la macrofauna móvil presente en cada módulo, se contabilizó estos organismos en forma estratificada, en superficies o microhábitat expuestos (externos), semiexpuestos y protegidos (internos). Para los recuentos se empleó una cuadrícula de 20 × 40 cm.

La colonización por organismos sésiles, fue evaluada en dos módulos retirados de cada arrecife, al término del estudio. Se obtuvo el número y la cobertura o biomasa de la epifauna y algas fijadas en el interior y exterior de los módulos, en superficies de 100 cm², elegidas al azar.

Con el propósito de caracterizar los tipos de fondo en las áreas generales de instalación de los arrecifes, se realizó un muestreo simultáneo del bentos, mediante una draga Smith-McIntyre de 0,1 m². En estas muestras se identificó y cuantificó la macrofauna y se determinó la composición granulométrica

del sedimento (según Folk, 1974) y su contenido en materia orgánica (según Crisp, 1971). Debido a que en la bahía hay descarga y acumulación de aserrín, por la actividad de empresas madereras (Stuardo *et al.*, 1983), se cuantificó la presencia de este contaminante en las muestras de dragas.

Los datos presentados en las Figuras y Tablas, corresponden a valores promedio y errores estándar. Todos los valores de biomasa presentados, están referidos a peso fresco. Para el análisis estadístico de los datos se aplicó, en todos los casos, una prueba simple de análisis de varianza.

RESULTADOS

Caracterización del bentos en las áreas arrecifales

En la Tabla 2 se indica la identidad y abundancia de los componentes de la macrofauna bentónica, capturados con draga en las inmediaciones de las áreas arrecifales.

A todas las profundidades, las especies más conspicuamente representadas fueron: el caracol *Nassarius gayi* y el poliqueto *Diopatra chilensis*. No obstante esta similitud entre áreas, tanto el número de especies como la abundancia de organismos, fueron mayores en las muestras obtenidas a menor profundidad (áreas 1 y 2). Sólo se registró la presencia

Tabla 2
Caracterización macrofaunística de las áreas de instalación de arrecifes.
Muestreo efectuado con una draga Smith-McIntyre en julio de 1985.
Los valores corresponden a promedio de individuos/0,1 m² ± 1 error estándar

	Area arrecife 1	Area arrecife 2	Area arrecife 3
a) Anthozoa			
<i>Antholoba achates</i>	—	1,0 ± 0,0	0,5 ± 0,5
b) Polychaeta			
<i>Diopatra chilensis</i>	9,0 ± 4,0	14,0 ± 3,0	4,5 ± 0,5
c) Mollusca			
<i>Nassarius gayi</i>	49,5 ± 17,5	47,0 ± 10,0	36,0 ± 14,0
<i>Nassarius dentifer</i>	—	1,0 ± 1,0	—
<i>Xantochorus cassidiformis</i>	0,5 ± 0,5	—	—
<i>Tagelus dombeii</i>	12,5 ± 0,5	3,0 ± 1,0	—
Bivalvos no identificados	1,5 ± 0,5	6,0 ± 0,0	—
d) Crustacea			
Braquiuros no identificados	0,5 ± 0,5	11,5 ± 7,5	1,0 ± 1,0
<i>Pagurus gaudichaudi</i>	0,5 ± 0,5	0,5 ± 0,5	1,0 ± 1,0

de bivalvos en los niveles superiores y se observó, además, la existencia de un marcado gradiente batimétrico en la abundancia de *Tagelus dombeii*. Esta especie presentó ejemplares grandes y pequeños en el área 1, sólo ejemplares pequeños en el área 2, y no fue registrada en el área 3. Respecto de otras diferencias evidentes entre áreas, sólo a profundidad media (área 2) se registró presencia importante de braquiuros en las muestras de dragas.

La Tabla 3 permite comparar los tipos de substratos blandos en las áreas de muestreo, sobre la base de su granulometría, contenido de materia orgánica y abundancia de contaminantes sólidos (aserrín). El área 1 presentó un sedimento de arena media y fina, no contaminado con aserrín. Las áreas 2 y 3 presentaron, en cambio, sedimentos finos de limo-arcilla, con mayor contenido de materia orgánica e importante contaminación con aserrín (especialmente el área más profunda).

Tabla 3
Caracterización del sedimento en áreas de instalación de arrecifes¹

Tipo de sedimento	Granulometría μm^1	% de la muestra		
		Area arrecife 1	Area arrecife 2	Area arrecife 3
Arena gruesa	500	3,9	—	—
Arena media	250	55,5	—	6,0
Arena fina	125	31,2	3,2	4,9
Arena muy fina	63	8,1	2,6	1,3
Limo-arcilla	63	1,3	94,2	87,8
Materia orgánica ² %		0,7	3,0	6,4
Contaminantes (aserrín) %		—	13,4	21,2

¹ Muestreo con draga Smith-McIntyre. Julio 1985.

² Muestras analizadas previa separación de aserrín.

Comportamiento mecánico de las estructuras

Los módulos del arrecife 1 se enterraron y desenterraron, alternativamente, durante los 5 meses iniciales (Fig. 1). En este período se observó el desplazamiento de las unidades dentro del área original de instalación y, además, la formación de conos de abrasión bajo los módulos, debido a su rotación. Dos años después de la instalación (noviembre, 1983), se comprobó la total dispersión de las unidades hasta 100 m del sitio original y solamente 2 módulos y neumáticos sueltos embancados. Transcurridos 2 años desde este último control, la situación no había cambiado.

En los arrecifes 2 y 3 no hubo dispersión ni destrucción de los módulos. Tampoco se observó en estas áreas la formación de conos de abrasión, ni desplazamientos evidentes del substrato blando. Al momento del control

final (enero, 1986), los módulos estaban firmemente afianzados al substrato (Fig. 1).

Esta diferencia en la permanencia de los arrecifes refleja el mayor efecto del oleaje y corrientes en el área más somera y próxima a la playa.

Riqueza de especies en los arrecifes

La Tabla 4 presenta un listado de especies o taxa registrados, al menos en una ocasión, durante el estudio en los distintos arrecifes. Los registros faunísticos en el arrecife 1, corresponden al período inicial de 5 meses de observaciones.

Estos antecedentes evidencian una disminución del número de especies colonizadoras, de casi todos los grupos taxonómicos, al aumentar la profundidad y distancia de la costa. La excepción la constituyen las ma-

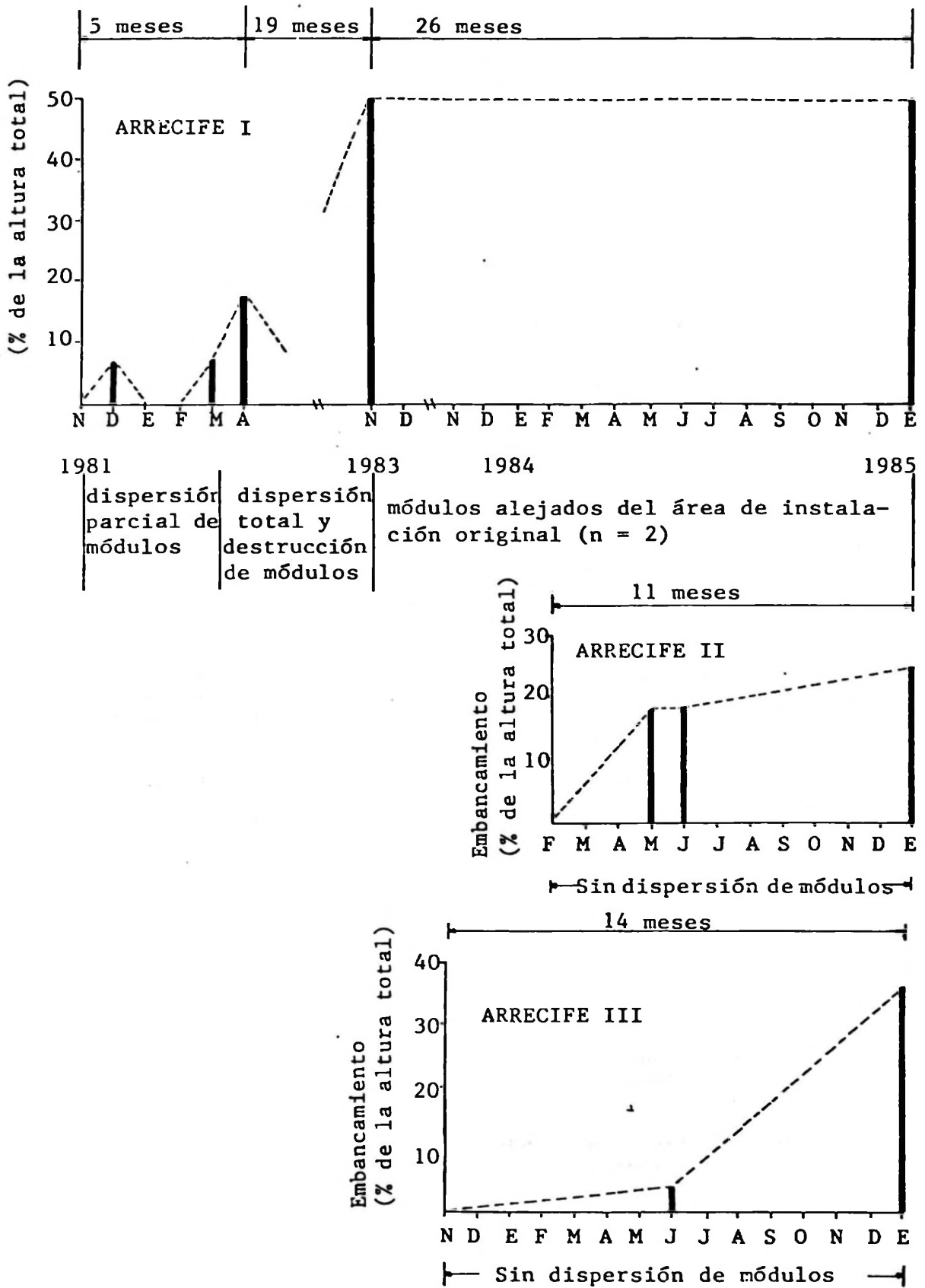


Figura 1. Cronograma de embancamiento de módulos instalados en los arrecifes 1, 2, y 3. Se señala en la base de cada gráfico la situación de dispersión y/o destrucción de los módulos.

Tabla 4
Macroorganismos registrados en los arrecifes

	ARRECIFE N°		
	1	2	3
A) ALGAS¹			
<i>Amphipleura rutilans</i> (Trentepohl) Cleve	x	x	—
<i>Enteromorpha</i> sp.	x	x	—
<i>Ulva neonatoidea</i> Bory	x	x	—
<i>Cladophora</i> sp.	x	—	—
<i>Bryopsis</i> sp.	—	x	—
<i>Gigartina chamissoi</i> (C. Ag.) J. Ag.	x	x	—
<i>Dendrymenia skottsbergii</i> (Daws.) Kylin	—	x	—
<i>Rhodomenia</i> sp.	x	x	x
<i>Ceramium rubrum</i> (Huds.) C. Ag.	x	x	—
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Ag.) Nageli	x	x	x
<i>Platythamnion</i> sp.	—	—	x
<i>Phycodrys</i> sp.	—	x	x
N° de especies	8	10	4
¹ Ejemplares fijados a la superficie de los módulos			
B) INVERTEBRADOS			
Hydrozoa no identificado	x	—	—
<i>Antholoba achatas</i> Coutony	x	x	x
<i>Discinisca laevis</i> Sowerby	x	x	x
<i>Umbonula alvareziana</i> D'Orbigny	x	x	x
<i>Electra hastingsae</i> Marcus	x	x	x
<i>Tagelus domebii</i> Lamarck	x	x	—
<i>Nassarius gayi</i> Kiener	x	x	x
<i>Nassarius dentifer</i> Powys	x	x	x
<i>Rapana (Ch) giganteus</i> Lesson	x	—	—
<i>Xanthochorus cassidiformis</i> Blainville	x	x	x
<i>Argobuccinum argus</i> Gmelin	x	x	x
<i>Tegula atra</i> Lesson	x	x	—
<i>Crucibulum</i> sp.	x	—	—
Nudibranchia no identificado	x	x	—
Polychaeta Chaetopteridae	—	x	—
<i>Diopatra chiliensis</i> Quatrefages	x	x	x
<i>Balanus laevis</i> Brugiere	x	x	x
<i>Betaeus truncatus</i> Dana	x	x	—
<i>Rhynchocinetes typus</i> H. Milne Edwards	x	x	—
<i>Callianassa uncinata</i> H. Milne Edwards	x	—	—
<i>Pagurus gaudichaudi</i> H. Milne Edwards	x	x	x
<i>Eurypodius latreillei</i> Guérin	x	x	x
<i>Cancer coronatus</i> Molina	x	x	x
<i>Cancer edwardsi</i> Bell	x	x	—
<i>Cancer setosus</i> Molina	x	x	x
<i>Homalaspis plana</i> H. Milne Edwards	x	—	—
<i>Hepatus chilensis</i> H. Milne Edwards	x	—	—
<i>Taliepus dentatus</i> H. Milne Edwards	x	—	—
<i>Patiria chilensis</i> Lutken	x	x	x
<i>Stichaster striatus</i>	x	—	—
N° de especies	29	22	15

	ARRECIFE Nº		
	1	2	3
C) VERTEBRADOS			
<i>Polystotrema polystrema</i> Girard	x	x	—
<i>Schroederichthys chilensis</i> Guichenot	x	x	—
<i>Psammobatis scobina</i> Philippi	x	x	—
<i>Leptonotus blainvillanus</i> Eydoux y Gervais	x	x	—
<i>Aphos porosus</i> Cuvier y Valenciennes	x	—	—
<i>Paralichthys microps</i> Gunther	x	x	—
<i>Prolatilus jugularis</i> Valenciennes	x	—	—
<i>Merluccius gayi</i> Guichenot	x	—	—
<i>Genypterus chilensis</i> Guichenot	x	—	x
Clinidae	x	—	—
<i>Normanichthys crockeri</i> Clark	x	x	x
<i>Otaria flavescens</i> Shaw	x	—	—
Nº de especies	12	6	2
Nº Total de especies	49	38	21

croalgas, cuyo número total de especies fue mayor a profundidad media.

Colonización por macrofauna móvil

La Tabla 5 presenta los resultados de recuentos de macrofauna móvil en las 3 áreas arrecifales y en las respectivas áreas de referencia.

Estos datos indican una concentración de fauna móvil en todas las áreas de instalación y permiten establecer comparaciones entre ellas.

Un fenómeno observado en forma exclusiva en el arrecife 1, fue una abundante y rápida concentración de *Cancer spp.* (hasta una densidad máxima de 40 ejemplares/10 m²), durante el primer mes. Luego de marejadas que desplazaron parcialmente los módulos, la densidad de *Cancer* disminuyó a cerca de un 25% este valor (febrero), manteniéndose en este nivel hasta la fecha de interrupción de los controles, en abril. La abundancia de *Cancer*, en cambio, se mantuvo comparativamente baja en el arrecife 2 y fue mínima en el arrecife 3.

Otro organismo cuya abundancia en el arrecife 1 aumentó significativamente con respecto al área de referencia fue *Eurypodius latreillei*, cuya densidad no varió en forma substancial, entre el tercer y quinto mes. Esta especie, en los arrecifes 2 y 3, registró concentraciones notablemente mayores, siendo uno de los componentes más conspicuos en ambas áreas.

El caracol *Xantochorus cassidiformis*, la estrella *Patiria chilensis* y el antozoo *Antholoba*

achates, alcanzaron altas densidades en el arrecife 2, antes del primer año. A mayor profundidad y distancia de la costa (arrecife 3), la densidad de estos organismos en las estructuras, luego de un período de 14 meses, fue considerablemente menor.

En el área de referencia al arrecife 2 *A. achates* fue observada sólo como epibionte de *X. cassidiformis* o adherido a los tubos del poliqueto *Diopatra chilensis*. La abundancia de este poliqueto sobre el sedimento (Tabla 2), explicaría la alta densidad de ejemplares del antozoo en esa área control. En los módulos del arrecife 2, *A. achates* fue observada tanto sobre *X. cassidiformis* como adherida directamente a los módulos.

La densidad de peces y de elasmobranchios fue muy baja en todas las áreas arrecifales. Recuentos periódicos realizados en el arrecife 1, no señalaron diferencias significativas con respecto al área de referencia adyacente. En los arrecifes 2 y 3, las observaciones correspondieron generalmente a un solo ejemplar por recuento. Las especies registradas se indican en la Tabla 4.

Colonización por organismos sésiles

En la Tabla 6 se resumen diversas observaciones, principalmente cualitativas, sobre colonización por organismos sésiles, tanto de los módulos del arrecife 1 como de módulos de prueba y estructuras metálicas instaladas con anterioridad, en un área próxima (Pizarro, 1985 y observaciones personales). Al instalar substrato libre a baja profundidad, en primavera, ocurrió una rápida colonización

Tabla 5
Colonización de arrecifes por macrofauna móvil

Fecha de instalación	Arrecife 1 ¹ Noviembre 1981 (= to)		Arrecife 2 Febrero 1985 (= to)		Arrecife 3 Noviembre 1984 (= to)	
	Area arrecifal	Area de referencia	Diferencia ²	Area arrecifal	Area de referencia	Diferencia ²
Fecha de control	Febrero 1982 (to + 3 meses)		Enero 1986 (to + 11 meses)		Enero 1986 (to + 14 meses)	
	n = 4		n = 6		n = 4	
Organismos registrados Nº/10 m ²	Area arrecifal	Area de referencia	Diferencia ²	Area arrecifal	Area de referencia	Diferencia ²
A) Crustacea						
<i>Cancer</i> spp.	11,5 ± 2,2	2,2 ± 0,2	> (P<0,01)	2,7 ± 0,5	—	> (P<0,001)
<i>Homalaspis plana</i>	—	—	=	0,3 ± 0,2	—	=
Brachiura no identif.	n.e.	n.e.		3,2 ± 0,6	—	> (P<0,001)
<i>Eurypodius latreillei</i>	3,1 ± 0,6	0,1 ± 0,1	> (P<0,005)	19,8 ± 1,8	1,0 ± 0,4	> (P<0,001)
<i>Pagurus gaudichaudi</i>	0,8 ± 0,4	0,5 ± 0,2	=	2,3 ± 0,7	—	> (P<0,05)
<i>Rhynchocyretes typus</i>	n.e.	n.e.		0,8 ± 0,5	—	=
B) Mollusca						
<i>Xantochorus cassidiformis</i>	0,6 ± 0,4	1,1 ± 0,5	=	93,3 ± 13,0	3,5 ± 1,0	> (P<0,001)
<i>Argobuccinum argus</i>	—	—	=	0,3 ± 0,2	—	=
<i>Tegula atra</i>	—	0,1 ± 0,1	=	0,3 ± 0,2	—	=
Nudibranchia	—	—	=	0,8 ± 0,3	—	> (P<0,05)
C) Echinodermata						
<i>Patira chilensis</i>	1,0 ± 0,4	0,1 ± 0,1	=	106,2 ± 12,4	0,2 ± 0,2	> (P<0,001)
D) Anthozoa						
<i>Antholoba achates</i>	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,2	=	38,8 ± 4,0	15,8 ± 1,8	> (P<0,001)
						> (P<0,005)
						> (P<0,001)
						1,0 ± 0,7
						1,0 ± 0,7

¹ Modificado de Pizarro 1985.

² ANOVA: = : Sin diferencias significativas entre ambas áreas.

> : Abundancia en arrecife mayor que en área control.
n.e.: no evaluado.

Tabla 6
Variación de abundancia de organismos colonizadores en el área del arrecife 1
sobre sustratos diversos (abril 1980 - noviembre 1983)

Fecha	SUSTRATOS		
	Estructuras metálicas	Módulos de prueba	Módulos de arrecife 1
Abril 1980	Instalación		
Septiembre 1981	Cobertura algal abundante: <i>Ulva nematoidea</i> , <i>Callophyllis chilensis</i> , <i>Rhodomenia sp.</i> <i>Macrocystis pyrifer</i> (juveniles ≥ 20 cm)	Instalación	
Noviembre 1981		100% cobertura <i>Ulva nematoidea</i> (≥ 60 cm) <i>Ectocarpus sp.</i> escaso.	Instalación
Diciembre 1981			13% cobertura <i>Ulva nematoidea</i> (≥ 2 cm)
Febrero 1982			73% cobertura <i>Ulva nematoidea</i> (≥ 60 cm) <i>Hydrozoa</i> y <i>Amphipleura rutilans</i> abundantes
Abril 1982			40% cobertura <i>Ulva nematoidea</i> (talos senescentes) <i>Hydrozoa</i> y <i>A. rutilans</i> presentes.
Noviembre 1983			<i>Ulva nematoidea</i> abundante, <i>Callophyllis chilensis</i> presente <i>A. rutilans</i> presente.

por *Ulva nematoidea*, especie que en el plazo de 2 a 3 meses ocupó prácticamente todo el sustrato disponible. En esta fase inicial de colonización, otras especies de macroalgas estuvieron poco representadas, pero hubo un considerable crecimiento de hidrozooos y diatomeas coloniales (*Amphipleura rutilans*) en los módulos.

Luego de alcanzar gran tamaño, los talos de *U. nematoidea* resultan desgarrados y envejecen, adquiriendo un aspecto coriáceo. Esta especie, sin embargo, presentaba una cobertura abundante, tanto sobre los módulos como sobre las estructuras metálicas, aproximadamente 2 años después de su instalación.

La colonización de estos sustratos por otras especies de algas fue lenta y, luego de

19 meses, el número total de especies se mantenía bajo.

La Tabla 7 presenta datos cuantitativos de colonización por organismos sésiles de los 3 arrecifes experimentales, obtenidos simultáneamente en enero de 1986.

Se aprecia en esta Tabla que la colonización fue mínima en el arrecife más profundo y máxima en número de especies, a profundidad media (arrecife 2). Por otra parte, se observó que la colonización de los arrecifes 2 y 3 fue considerablemente más lenta que la del arrecife 1. En el arrecife 2, aún no se apreciaba macroalgas o fauna sésil sobre los módulos, luego de un período de cuatro meses (febrero a junio de 1985). En el arrecife 3, transcurridos siete meses desde su instalación (noviembre, 1984 a junio, 1985), el subs-

Tabla 7
Colonización de arrecifes por organismos sésiles
 Evaluación realizada sobre 2 módulos retirados del fondo, en cada sector
 (n=6 cuadrículas de 100 m², en la superficie externa e interna de los módulos)

Tiempo de permanencia en el fondo	Módulos arrecife 1		Módulos arrecife 2		Módulos arrecife 3	
	Superficie externa	Superficie interna	Superficie externa	Superficie interna	Superficie externa	Superficie interna
a) Macroalgas g/100 cm ²	50 meses		11 meses		14 meses	
<i>Gladophora</i> sp.	0,6 ± 0,2	—	—	—	—	—
<i>Ulva nematoidea</i>	0,2 ± 0,1	—	5,6 ± 1,7	—	—	—
<i>Enteromorpha</i> sp.	—	—	*	—	—	—
<i>Bryopsis</i> sp.	—	—	*	—	—	—
<i>Gigartina chamissoi</i>	7,0 ± 1,7	—	*	—	—	—
<i>Rhodomenia</i> sp.	*	—	*	—	0,1 ± 0,1	—
<i>Antithamnion cruciatum</i>	1,0 - 0,3	—	0,4 ± 0,1	—	0,4 ± 0,1	—
<i>Ceramium rubrum</i>	2,2 ± 0,6	—	*	—	—	—
<i>Platythamnion</i> sp.	—	—	—	—	0,2 ± 0,2	—
<i>Phycodrys</i> sp.	—	—	*	—	0,6 ± 0,3	—
b) Fauna	50 meses		11 meses		14 meses	
<i>Discinisca laevis</i> (Nº/100 cm ²)	—	—	—	3,3 ± 1,2	—	0,8 ± 0,3
Bryozoa (1) (cobertura %)	—	25,0 ± 13,1	—	32,8 ± 10,7	—	0,3 ± 0,3
Polychaeta (cobertura %)	—	—	—	5,8 ± 2,9	—	—
<i>Balanus laevis</i> (Nº/100 cm ² , > 3 mm)	37,2 ± 24,0	33,5 ± 17,7	7,9 ± 1,8	53,0 ± 11,7	—	2,8 ± 1,7

* : < 0,1 g/100 cm²

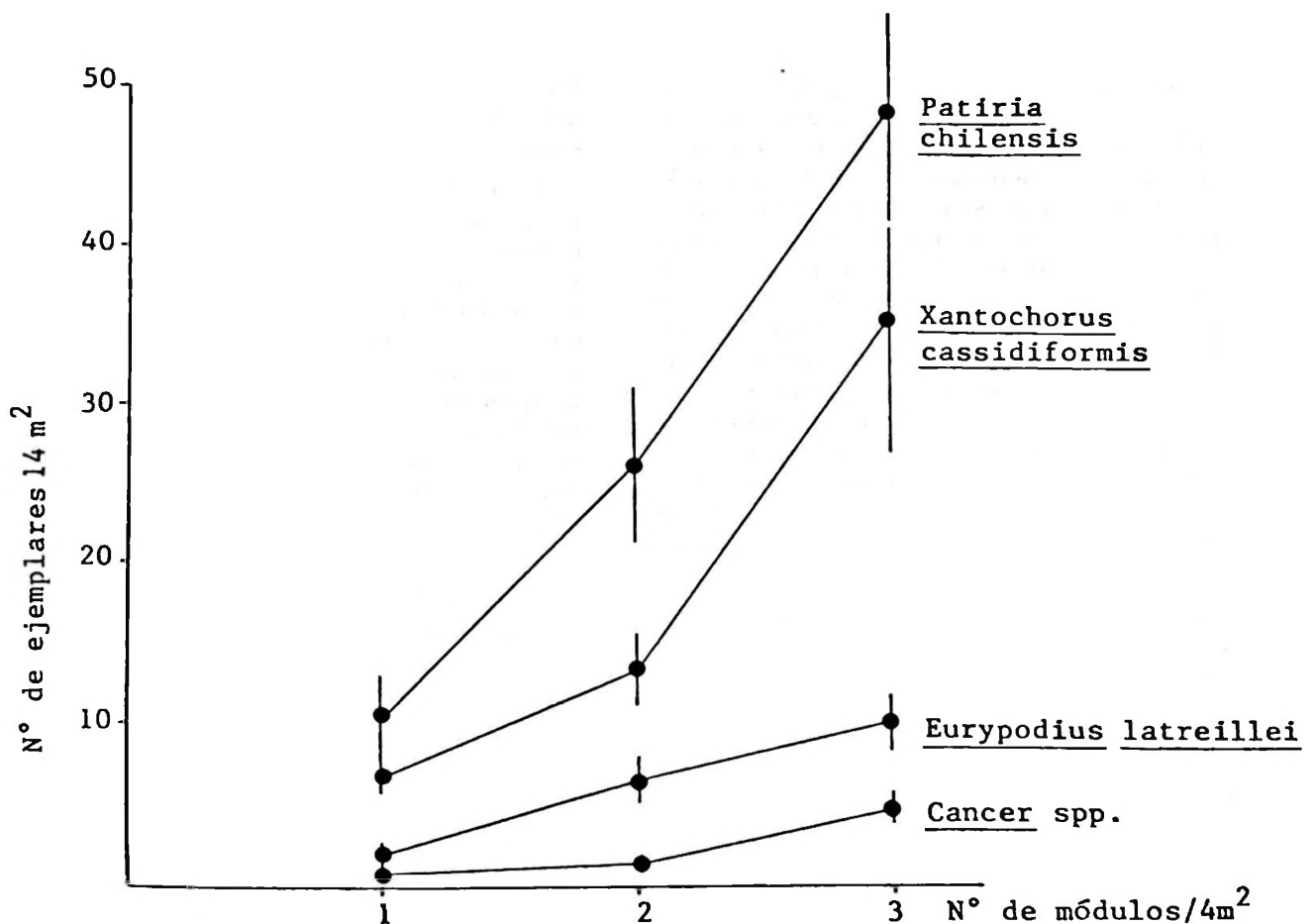
(1) : *Umbonula alvareziana* y *Electra hastingsae*

trato aparecía prácticamente desnudo, a excepción de muy escasas y pequeñas colonias de broyzoa. La superficie de los módulos, en ambas áreas, fue cubierta parcialmente por una fina película de limo.

Pese a esta mayor rapidez de colonización del arrecife 1 y no obstante su mayor antigüedad, no llegó a desarrollarse en él una asociación de organismos sésiles más compleja que en los arrecifes más nuevos y de colonización más lenta. Esta respuesta parece atribuible a las perturbaciones provocadas por el desplazamiento de los módulos y a procesos de abrasión y enterramiento.

Densidad de módulos y abundancia de macrofauna.

La Figura. 2 presenta la relación observada entre la densidad de unidades modulares y la abundancia de algunos componentes de la macrofauna móvil, en el arrecife 2.



Las barras verticales indican ± 1 error estándar.

La densidad de las especies consideradas aumentó, al aumentar el número de módulos por unidad de área. Este aumento fue considerable, y no lineal, para *P. chilensis* y *X. cassidiformis*, y más gradual, para los crustáceos *E. latreillei* y *Cancer spp.* cabe señalar que para todas las especies hubo una subestimación de abundancia en las áreas con agrupaciones de módulos, dado que éstos generalmente estaban en contacto por sus extremos, dificultando los recuentos en su interior.

Selección de microhábitat

Durante los recuentos de macrofauna móvil, se detectaron diferencias entre las distintas especies, respecto a su distribución en los refugios o microhábitat definidos en la Fig. 3. La Fig. 4 indica la distribución de cada especie, en el área del arrecife 2.

Las especies de *Cancer* fueron más abundantes en el interior de los módulos. La estrella *P. chilensis* también fue más abundante

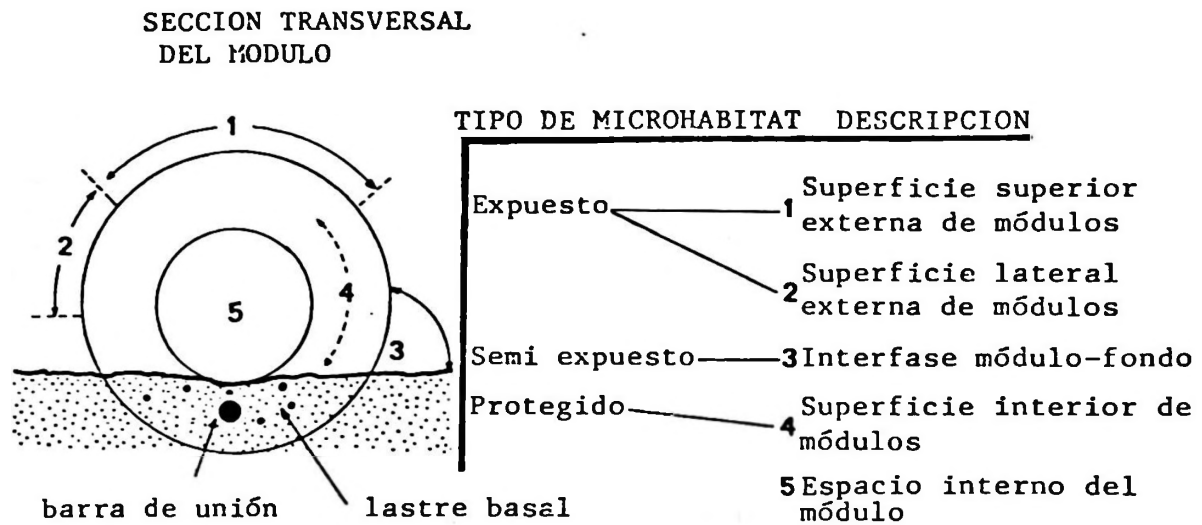


Figura 3. Ubicación de microhábitat en las estructuras modulares.
A: Sección transversal de un módulo, B: Descripción de los microhábitat.

en los microhábitat más protegidos, es decir, dentro de los módulos y en su zona de contacto con el fondo, donde ocurre una acumulación de sedimentos y detritos. El caracol *X. cassidiformis*, se presentó en abundancia comparable, tanto en zonas expuestas como más protegidas. Sin embargo, su densidad fue menor en la zona superior externa de los módulos. Otro organismo presente en similar densidad en la superficie externa e interna de los módulos, fue el decapodo *E. latreillei*. Sólo en la interfase módulo-fondo se registró menores densidades de esta especie. En el arrecife 3, este organismo fue observado en notable abundancia, adherido a ramas de árboles enredadas en algunos módulos.

Tanto *Nassarius spp.* como *Pagurus gaudichaudi*, fueron más abundantes en la superficie superior externa de los módulos, que en sus paredes laterales o base. El pequeño tamaño de estos organismos y la escasa visibilidad en el interior de los módulos, impidió cuantificar su abundancia en ese microhábitat. Algo semejante ocurrió con braquiuros de pequeño tamaño, que fueron observados, principalmente, en la zona de contacto de los módulos con el fondo.

Respecto de la fauna sésil, también se registró una distribución preferencial, en este caso, en las paredes interiores de los módu-

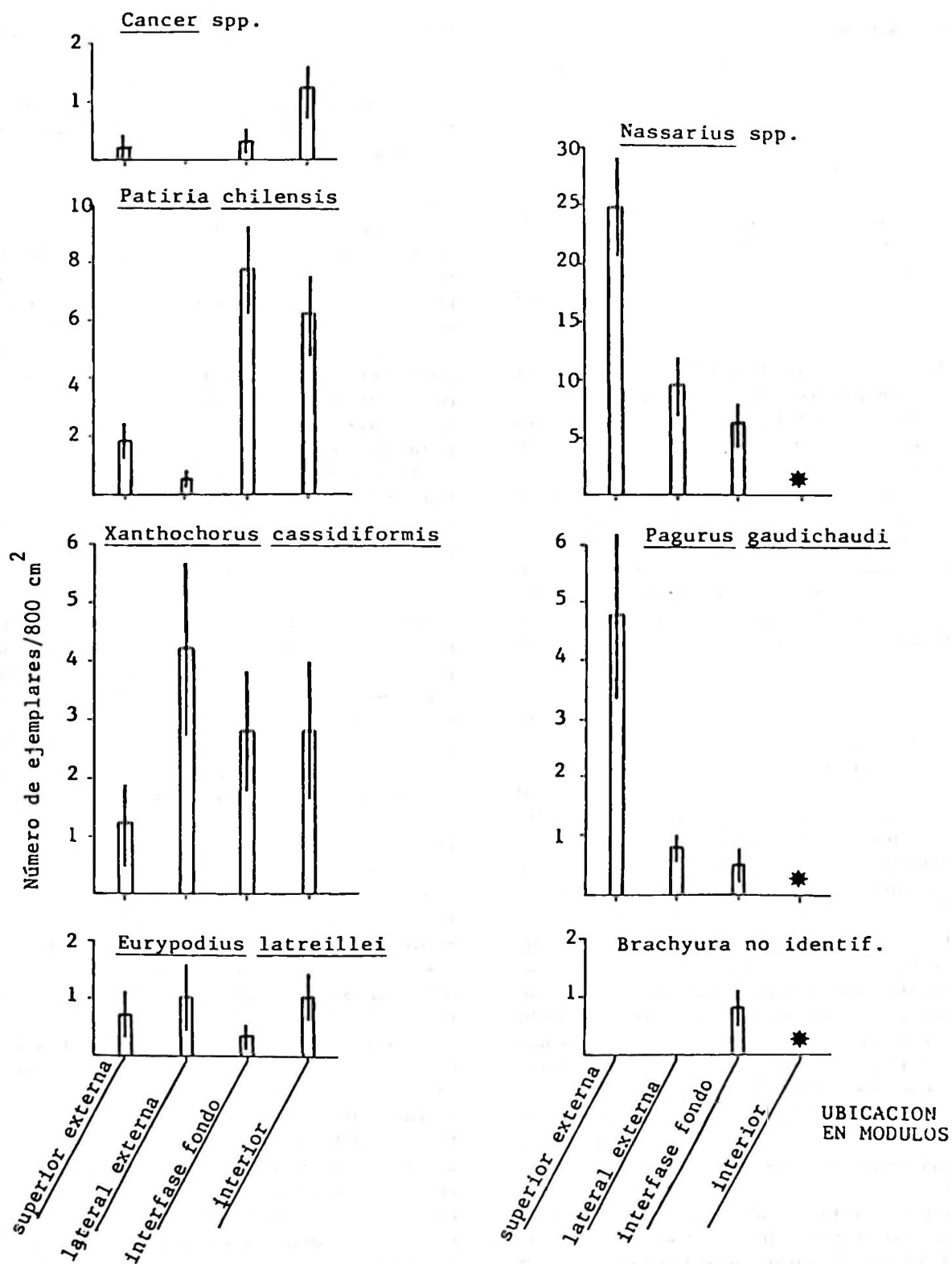
los. La excepción la constituyó *Balanus laevis*, que colonizó tanto superficies internas como externas (Tabla 7).

La implantación de una macroalga en los módulos sólo fue detectada en sus paredes exteriores (Tabla 7). Más aún, según se observó en los módulos del arrecife 1, recuperados en enero de 1986, las principales algas colonizadoras (i.e., *Gigartina chamissoi* y *Ceramium rubrum*) fueron más abundantes en los márgenes rugosos (cantos) de los neumáticos y en los bordes de sus perforaciones superiores (purgas de aire), que en sus superficies lisas (Tabla 8).

Tabla 8
Efecto de la rugosidad del sustrato sobre la abundancia de algas colonizadoras

Arrecife 1. Superficie superior externa de módulos. n = 6 muestras de 100 cm ² . Enero 1986.		
	Biomasa g/100 cm ²	Superficies rugosas
	Superficies lisas	
<i>Gigartina chamissoi</i> ¹	2,9 ± 1,7	11,1 ± 2,4
<i>Ceramium rubrum</i> ¹	1,0 ± 0,5	3,5 ± 1,0

¹P < 0,05 ANOVA



* No evaluado debido a pequeño tamaño de los organismos y visibilidad limitada.

Figura 4. Distribución de macrofauna móvil en los módulos del arrecife 2 (n=6). Enero 1986.

DISCUSION

El principal objetivo de la construcción de arrecifes artificiales ha sido lograr su abundante colonización por poblaciones de peces. Dicho efecto no fue observado en estos experimentos. La razón más evidente fue la notable y continua pobreza de ictiofauna en la bahía, a todas las profundidades consideradas. Sólo se observó una moderada concentración de peces, en un sector rocoso más próximo al arrecife 2, el que, al inicio del estudio, estaba colonizado por *Macrocystis pyrifera*.

A esta pobreza general de ictiofauna sería atribuible, por lo tanto, la escasa abundancia de peces registrada, aun en el área con mayor densidad de estructuras (arrecife 2).

Varios factores pudieron haber contribuido a esta baja efectividad de los arrecifes: su pequeño tamaño, poco relieve y relativo aislamiento, lo que, unido a la escasa transparencia del agua (ca. 3 m, en promedio; Romo, datos no publicados), pudo haber dificultado su detección por potenciales colonizadores. Antecedentes aportados por otros estudios indican, sin embargo, que estos factores no serían determinantes en áreas donde los peces son abundantes. Así, aunque se ha comprobado que la atracción de ictiofauna aumenta, al aumentar el tamaño de los arrecifes, arrecifes pequeños también han resultado muy eficientes. Independientemente del tamaño, la colonización de las estructuras, por peces, generalmente ocurre con rapidez (*sensu* Bohnsack & Sutherland, 1985).

Estudios comparativos con arrecifes naturales, han indicado que el relieve y complejidad estructural son menos determinantes de la abundancia de peces, que el área de fondo que cubren las estructuras (Patton *et al.*, 1985). Finalmente, y con respecto a un posible efecto de la turbidez del agua, se ha registrado una abundante y similar colonización por peces, en arrecifes ubicados tanto en aguas transparentes como turbias (Chang, 1985).

La pregunta básica de ¿qué determina la atracción de peces hacia los arrecifes?, permanece sin respuesta, aun para las especies comerciales más importantes (*sensu* Bohnsack & Sutherland, 1985).

Contrastando con lo observado en este estudio, en relación a la ictiofauna, la abundancia de algas e invertebrados aumentó en forma significativa y a todas las profundidades,

luego de instalar las estructuras. Sin embargo, aun tratándose de un rango batimétrico limitado (5 a 10 m), se observó que tanto la rapidez de colonización de los arrecifes como la abundancia y variedad de especies colonizadoras, disminuyeron con la profundidad. Diversas causas pueden haber contribuido a este fenómeno. La existencia de un sedimento fino y opaco y la turbidez del agua, sin duda, determinaron condiciones lumínicas más desfavorables para el crecimiento algal en los arrecifes más profundos. Por otra parte, y no obstante tratarse de un área relativamente poco extensa, la creciente distancia de los arrecifes a las poblaciones de origen, puede haber contribuido al gradiente observado, tanto en las algas como en algunos componentes de la fauna bentónica.

Al respecto, se ha señalado que el aislamiento de los arrecifes en amplias extensiones de fondos arenosos, limitaría a la inmigración de invertebrados adultos, desde áreas de concentración, como bosques de *Macrocystis* (Carter *et al.*, 1985).

En relación a la abundancia de *Cancer spp.* en las áreas arrecifales, la existencia de una posible dependencia trófica de estos braquiuros por *Tagelus dombeii* en fondos blandos (Pizarro, 1985), podría aportar una explicación a la disminución batimétrica de la abundancia de presas y depredadores (Tabla 2 y Tabla 5). No es posible, sin embargo, descartar un efecto determinante de la composición granulométrica y de la calidad del substrato (grado de contaminación), en la generación de este gradiente. A este respecto, resulta notable la ausencia de estudios sobre el substrato de instalación de los arrecifes y sobre interacciones de las comunidades arrecifales con la infauna de áreas adyacentes.

De las observaciones realizadas en el arrecife 2, quedó en evidencia que la abundancia de organismos que colonizan las estructuras, es función directa, y aparentemente no lineal, de la densidad de estas estructuras (Fig. 2). Dado que se empleó estructuras modulares prácticamente idénticas entre sí, este incremento de la abundancia de colonizadores es atribuible al aumento tanto de la superficie total como del volumen de huecos de los arrecifes.

No toda la superficie disponible es ocupada con igual intensidad por las distintas especies, existiendo refugios o microhábitat preferenciales. Para las algas, el substrato efectivamente disponible es sólo la superficie ex-

terna de los módulos, especialmente aquellas zonas cuya rugosidad y/o discontinuidad favorece la formación de turbulencias. Esta condición no sólo habría resultado favorable a procesos de difusión, sino también, habría contribuido a limitar la oclusión del sustrato por sedimentos. Por otra parte, el sustrato rugoso puede haber cumplido una función de refugio antiherbívoro, dada la notable abundancia de *Nassarius spp.* en los módulos.

En concordancia con el fenómeno observado, diversos estudios han señalado que la biomasa y diversidad de algas y de animales sésiles colonizadores, es mayor en bordes expuestos o cantos del sustrato y en superficies rugosas o con grietas y orificios (Foster 1975; *sensu* Bohnsack & Sutherland, 1985).

En oposición a lo observado con las algas, la mayor parte de los animales sésiles colonizaron solamente el interior de los módulos. Entre las especies de macrofauna móvil, se observó tanto organismos poco selectivos, respecto al grado de exposición del sustrato (e.g., *E. latreillei*, *X. cassidiformis*), como organismos con preferencia por zonas más protegidas (*Cancer spp.*, *P. chilensis*) o expuestas (aparentemente *Nassarius spp.* y *P. gaudichaudi*).

Aunque *Cancer spp.* fue más abundante en el interior de los módulos, se ha observado (Pizarro, 1985) que cuando su densidad es muy alta, ocupa totalmente el interior y también toda la zona basal externa de los módulos. Este hecho sugiere que los refugios disponibles son ocupados en forma secuencial por el braquiuro, saturándose primero aquellos más protegidos.

Las características del material utilizado en la construcción de los arrecifes de este estudio, durabilidad, bajo costo, gran disponibilidad y facilidad de traslado y manipulación, han determinado que, no obstante la creciente sofisticación de las técnicas de construcción de arrecifes, siga siendo empleado frecuentemente y con buenos resultados (Downing *et al.*, 1985; Feigenbaum *et al.*, 1985; Laufle & Pauley, 1985; Pollard & Matthews, 1985; Spanier *et al.*, 1985).

No obstante las ventajas señaladas, existe la interrogante respecto de un posible efecto tóxico del material o de sustancias normalmente adheridas a su superficie, no considerado en ninguno de los estudios citados. Al respecto, el grado de colonización por macrofauna móvil observado en las estructuras, el crecimiento en éstas de diversos organis-

mos sésiles, y la utilización de este sustrato para la postura (*Nassarius spp.*), o como refugio durante la muda (*Cancer edwardsi*), indican que de existir algún grado de toxicidad, éste no sería importante a mediano ni largo plazo. Por otra parte, aun cuando se observó cadáveres en moderada abundancia, dentro y fuera de los módulos, éstos correspondieron casi exclusivamente a ejemplares adultos de *Cancer spp.* Un hecho que, sin embargo, llamó la atención, fue la ausencia de filtradores como *Pyura chilensis* y especies de mytilidos, organismos que colonizan, abundantemente, otros sustratos suspendidos a baja profundidad en el área de estudio (Romo, observación personal).

Los resultados obtenidos señalan que aún en un área poco extensa, variados factores determinan notables diferencias en la abundancia y tipo de organismos que colonizan los arrecifes. Por esta razón, la instalación de unidades de prueba parece la vía más directa para una adecuada elección de sitios. Nuestros resultados señalan como más favorables a aquellos sectores de fondos someros que presenten las siguientes características:

- Moderada intensidad de corrientes, que limite la depositación de limo-arcilla y al mismo tiempo garantice la estabilidad y permanencia de las estructuras.
- Sustrato principalmente arenoso (de granulometría media a fina), estable y con propiedades reflectantes.
- Bajos niveles de contaminación.
- Abundante macroinfauna (e.g. *Tagelus dombeii*, *Callianassa spp.*).
- Proximidad a poblaciones colonizadores potenciales.

En Bahía Coliumo, habría concurrencia de estos factores en sectores relativamente amplios de su margen costero oriental y occidental.

Finalmente y reforzando la proposición planteada en el estudio previo (Pizarro, 1985), debería considerarse la introducción en los arrecifes de especies seleccionadas. La "siembra" de arrecifes artificiales con algas, bivalvos, erizos y otros invertebrados, ha sido frecuentemente efectuada en Japón (*sensu* Bohnsack & Sutherland, 1985). Esta y otras formas de manejo biológico (i.e., adición o exclusión de organismos clave), parecerían los procedimientos más efectivos para dirigir el desarrollo de las comunidades arrecifales (Carter *et al.*, 1985).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos destacar y agradecer la valiosa y esforzada colaboración de los señores J. Cid, M. Sanhueza y V. Fernández en la construcción e instalación de uno de los arrecifes.

Esta investigación fue financiada por la Universidad de Concepción. Proyecto N° 20.37.07 de la Dirección de Investigación.

LITERATURA CITADA

- BOHNSACK, J.A. & D.L. SUTHERLAND. 1985. Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 11-39.
- BROCK, R. 1985. Artificial reefs for habitats enhancement. *Makai* 7(5): 3-5. University of Hawaii Sea Grant College Program.
- CARTER, J.W., A.L. CARPENTER, M.S. FOSTER & W.N. JESSE. 1985. Benthic succession on an artificial reef designed to support a Kelp-reef community. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 86-113.
- CHANG, K.H. 1985. Review of artificial reefs in Taiwan: emphasizing site selection and effectiveness. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 143-150.
- CRISP, D.J. 1971. Energy flows measurements. En: *Methods for the study of the marine benthos*, pp. 197-279. N.A. Holme and N.A. McIntyre (ed.) Blackwell, Oxford.
- DOWNING, N.R.A. TUBB, C.R. EL-ZAHR & R.E. McCLURE. 1985. Artificial reefs in Kuwait, northern Arabian Gulf. *Bulletin of Marine Sciences* 37(1): 157-178.
- FEIGENBAUM, D.C., H. BLAIR, M. BELL, J.R. MARTIN & M.G. KELLY. 1985. Virginia's artificial reef study: description and results of year. I. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 179-188.
- FOLK, R.L. 1974. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill, Texas. 181 p.
- FOSTER, M.S. 1975. The regulation of algal community development in *Macrocystis angustifolia* forests. *Marine Biology* 32: 331-342.
- LAUFLE, J.C. & G.B. PAULEY. 1985. Fish colonization and materials comparisons on a Puget Sound artificial reef. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 227-243.
- NAKAMURA, M. 1985. Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 271-278.
- PATTON, M.L., R.S. GROVE & R.F. HARMAN. 1985. What do natural reefs tell us about designing artificial reefs in southern California. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 279-298.
- PIZARRO, A. 1985. Construcción y evaluación de un arrecife artificial experimental en Bahía Coliumo. *Medio Ambiente (Valdivia)* 7(2): 111-122.
- POLLARD, D.A. & J. MATTHEWS. 1985. Experience in the construction and siting of artificial reefs and fish aggregation devices in Australian waters, with notes on and a bibliography of Australian studies. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 299-304.
- SPANIER, E., M. TOM & S. PISANTY. 1985. Enhancement of fish recruitment by artificial enrichment of man-made reefs in the southeastern Mediterranean. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 356-363.
- STUARDO, J., L. CHUECAS, M. SALAMANCA & I. CÉSPEDES. 1983. Impacto de desechos de madera sobre el bentos de un sistema litoral frío-temperado: ¿Aportes energéticos o contaminación? En: *Resúmenes VIII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*. Montevideo, Uruguay, p. 197.

EDAD Y CRECIMIENTO DEL JUREL *TRACHURUS SYMMETRICUS MURPHYI* (NICHOLS, 1920) EN AGUAS DE CHILE CENTRAL

AGE AND GROWTH OF JACK MACKEREL *TRACHURUS SYMMETRICUS MURPHYI* (NICHOLS, 1920) FROM CENTRAL CHILEAN WATERS

Gonzalo Castillo & Alberto Arrizaga

RESUMEN

Utilizando otolitos obtenidos de peces recolectados en 1983 y 1984 se realizó determinaciones de edad en el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols, 1920) del área de la pesquería de Talcahuano, Chile. No se detectó diferencias significativas en el crecimiento de machos y hembras en función del tamaño del otolito ($P = 0,05$). Se estimó una relación isométrica entre las medias de peso total y longitud horquilla, calculadas entre las edades I y la XI, las cuales fueron consideradas para el ajuste de los parámetros del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy modificado por Beverton & Holt. Los mejores ajustes para la relación edad-longitud horquilla fueron: $k = 0,0741$; $L_{\infty} = 65,2286$ cm y $t_0 = -2,4102$. Para la relación edad-peso total se obtuvo: $k = 0,0735$; $W_{\infty} = 2776,6510$ g; $t_0 = -2,4199$ y $b = 2,9563$. Al comparar la relación edad-longitud obtenida con estudios previos en *Trachurus* sp. se observan, en general, valores similares. Finalmente, se examinan hipótesis y cambios en relación a la estructura de edad en el jurel.

Palabras claves: clase de edad; sagitta; validación de edad; tasa de crecimiento; pesquería de Talcahuano.

ABSTRACT

Age determinations for jack mackerel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols, 1920) using otoliths were made for fish collected in 1983 and 1984 from the Talcahuano fishery area, Chile. No significant differences were detected in length increase between males and females as function of otolith size ($P = 0,05$). An isometric relationship between mean fork length and total weight was estimated for ages I to XI, which were considered for fitting the parameters of the Von Bertalanffy growth model modified by Beverton & Holt, the best age - fork length fitting was: $k = 0,0741$; $L_{\infty} = 65,2286$ cm and $t_0 = -2,4102$. For age - total weight relationship it was $k = 0,0735$; $W_{\infty} = 2776,6510$ g; $t_0 = 2,4199$ and $b = 2,9563$. When comparing the age - length relationship obtained, the majority of previous studies in *Trachurus* sp. show similar results. Finally, hypotheses and changes related to age structure of jack mackerel are discussed.

Key words: age group; sagitta; age validation; growth rate; Talcahuano fishery.

INTRODUCCION

Se ha optado por denominar al jurel del área de Talcahuano *Trachurus symmetricus murphyi* dada la similitud morfológica que presenta el jurel del Pacífico Sur Oriental con respecto a la especie del Pacífico Nor Oriental *Trachurus symmetricus symmetricus* (Ayres, 1855). Modificándose la denominación específica original (*Trachurus murphyi* Nichols, 1920). Mann (1954, *vide* Aranis, 1981), Chirichigno (1980).

En la zona de Talcahuano con posterioridad al colapso ocurrido en 1976 en la pesquería de la sardina común (*Clupea Strangomera bentincki* Norman, 1936) y de la anchoveta (*Angraulis ringens* Jenyns, 1842), comenzó a producirse una reorientación de la pesquería pelágica hacia la captura del jurel, modificándose las artes y el área de pesca. Pasando a ser la especie más capturada en la zona. La captura total de jurel en 1986 fue 1.068.478 toneladas (SERNAP, 1986).

Las prospecciones hidroacústicas realizadas en Chile en 1984 señalaron al jurel como el recurso pesquero dominante, al menos hasta las 100 millas de la costa entre Valparaíso (33° 00' S) y Corral (94° 00' S) (Castillo *et al.*, 1984). Sin embargo, el escaso conocimiento de su distribución espacial, patrón de migración y número de unidades poblacionales no permite descartar la posibilidad de la presencia de más de un stock en el área de pesca estudiada. Por otra parte, no se ha esclarecido aún si la zona costera sea un hábitat transitorio para grupos de edad intermedios (aproximadamente 4 a 8 años de edad), hipótesis planteada por Serra & Zuleta (1982).

Los estudios de edad para el jurel de la costa chilena realizados mediante la lectura de otolitos (Kaiser, 1973); Pavez & Saa, 1978 y Aguayo *et al.*, 1981) muestran en general un amplio rango de estimaciones de longitud media a cada edad (Tabla 1), lo cual dificulta la caracterización del crecimiento aun al considerar las probables variaciones a las que podría estar sujeto éste en diferentes zonas y épocas.

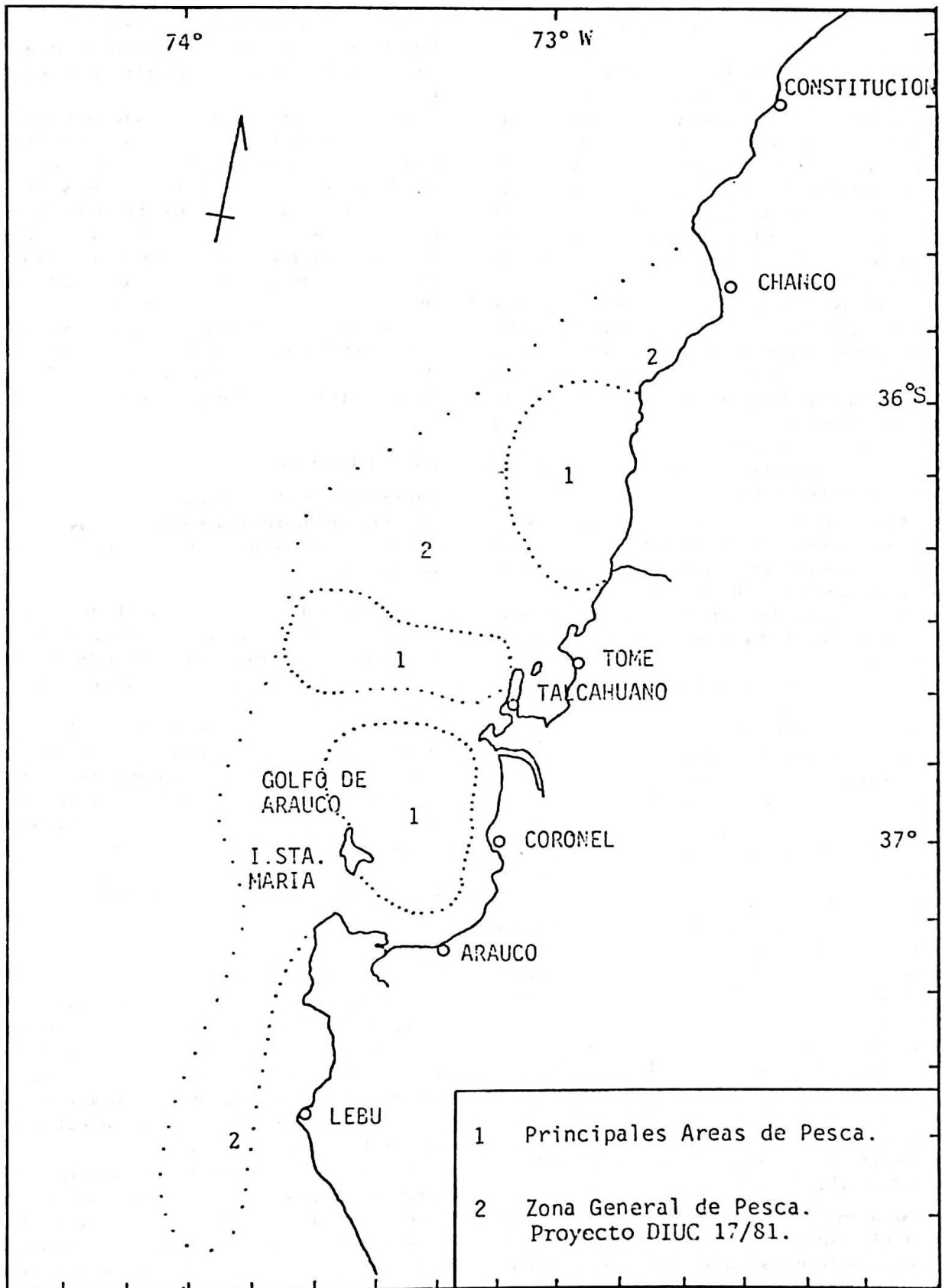
Utilizando validación en la lectura de otolitos, el presente estudio entrega antecedentes que ayudan a esclarecer el tipo de crecimiento de *Trachurus symmetricus murphyi*. Además, se discute sobre la distribución de clases de edad y su relación con la pesquería.

MATERIAL Y METODOS

Durante 1984 se realizó 33 muestreos de ejemplares provenientes de capturas con red de cerco realizadas a menos de 50 millas de la costa de Talcahuano por la flota pesquera (35° 20' S, 75° W, 38° 30' S, 74° W) (Fig. 1). Las capturas se realizaron con una abertura de malla comprendida entre 38 y 50 mm. Además de las muestras de 1984, se utilizó otolitos (sagitta) recolectados en 1983 para incluir las longitudes menores no encontradas en 1984. En las estimaciones de edad se empleó un total de 946 individuos. En cada ejemplar se midió la longitud total (LT) y horquilla (LH) hasta la décima de centímetro, además del peso total (Wt) en gramos. El sexo se

Tabla 1
Estimaciones de longitud horquilla (cm) por grupo de edad (años) en *Trachurus symmetricus murphyi* obtenidas de los estudios realizados en Chile. Se incluye la estimación obtenida en el presente trabajo.

Edad años	Area estudiada						
	Antofagasta Coquimbo y Valparaíso (1)	Valparaíso (2)	Arica (3)	Iquique (3)	Coquimbo (3)	Talcahuano (3)	(4)
Longitud horquilla (cm)**							
I	17,5	19,6	12,3	12,5	12,3	11,9	14,1
II	25	28,6	17,6	17,7	17,6	17,8	18,6
III	33	36,6	22,3	22,2	22,1	22,2	21,8
IV	40,5	43,8	26,2	26,0	25,9	25,7	24,8
V	47	50,2	29,1	28,8	28,7	28,5	27,5
VI	51	56,0	31,6	31,2	31,2	30,9	30,5
VII	55,6 b	61,2	33,8	33,3	33,2	33,0	32,8
VIII	59,1 b	—	36,2	35,6	35,3	35,0	34,6
IX	61,5 b	—	—	—	34,5	37,1	36,7
X	63,5 b	—	—	—	—	40,2	39,0
XI	64,0 b	—	—	—	—	—	41,8
XII	65,8 c	—	—	—	—	—	—



Distribución espacial de la pesquería del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el área de Talcahuano. (Proyecto DIUC 17/81).

determinó por examen macroscópico de gónadas.

Para la estimación de edad se utilizó el sagitta derecho al que se aplicó la técnica de quemado modificada de Christensen (1964, *vide* Geldenhuys, 1973) utilizándose en las lecturas de anillos la cara externa y región caudal del otolito, dada la mejor discriminación de anillos en esta zona. En general, en ejemplares sobre 40 cm LH, la lectura resultó más apropiada, tiñendo de negro la cara interna del otolito, y realizando adicionalmente lecturas en la región rostral para dar más confiabilidad a las estimaciones de edad. Para el conteo y medición de anillos hialinos se realizaron lecturas entre el núcleo y la parte posterior más distante a éste (Fig. 2), considerándose para ello la distancia entre el núcleo y el margen externo de cada anillo hialino (R_n), y la distancia mayor entre el núcleo y la zona posterior o radio del otolito (R_o).

El otolito izquierdo se empleó para describir los cambios de material hialino y opaco marginales a través del año. En la lectura se utilizó un estereomicroscopio y como fuente de iluminación se usaron dos haces epiaxiales de luz vía fibra óptica, más iluminación coaxial.

Las mediciones del otolito se hicieron con 10 aumentos, siendo cada unidad del micrómetro ocular de 100 μ m. En la identificación y conteo de anillos se realizó unificación de criterio entre 2 lectores independientes y mediante lectura repetida de otolitos.

Para la asignación de edades se consideró el criterio de grupos de edad de Chugunova (1963). Para verificar la formación de un solo anillo hialino anual en los otolitos se utilizó el análisis mensual de los márgenes del otolito (Dannevig, 1933, *vide* Aguayo *et al.*, 1981) y el cálculo de incremento marginal, con el que se cuantifica la formación de anillos opacos a través del año, mediante la razón entre el espesor del material opaco formado luego del último anillo hialino ($R_o - R_n$), y el espesor del material opaco entre el penúltimo y el último anillo hialino ($R_n - (R_n - 1)$), Samamé (1977). Como criterio de legibilidad se empleó la clasificación dada por ICNAF (CGPM/GFCM, 1982).

Se interpretó como anillos supernumerarios a las zonas hialinas que no se continúan hacia la región rostral con una clara trayectoria concéntrica, en este sentido a menudo se observó un anillo supernumerario posterior al primer anillo hialino, éste no se interpretó

como incremento anual debido a su escasa distancia del primer anillo en relación a la existente entre anillos sucesivos más externos.

Para el ajuste de curvas de crecimiento se usó la longitud horquilla y el peso total por edad, utilizándose el modelo de Von Bertalanffy modificado por Beverton & Holt (1957), y los métodos de Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975); Gulland (1971) y Allen (1966). En la estimación de tasas y características de crecimiento se emplean respectivamente los métodos de Shmal'gauzen (1935, *vide* Chugunova, 1963) y Vasnetsov (1934, *vide* Chugunova, 1963). Los test estadísticos usados proceden de Sokal & Rohlf (1979) y Dixon & Massey (1969).

RESULTADOS

Comparación del crecimiento en longitud horquilla entre machos y hembras en función del radio del otolito

Al verificar la significancia de probables variaciones de crecimiento entre ambos sexos mediante comparación de pendientes de regresiones lineales de longitud horquilla en función del radio del otolito, no se evidenció diferencias significativas ($P = 0,05$). Además se estableció que las ecuaciones de ambos sexos pueden ser representadas por una función común ($P = 0,05$). Por lo cual en el presente estudio sólo se utilizan expresiones de crecimiento comunes a ambos sexos.

Validación del método de lectura en otolitos

Por medio del análisis del tipo de borde del otolito se cuantificó las variaciones mensuales del material hialino y opaco marginal. Los porcentajes de cada tipo de borde entre enero y diciembre de 1984 indican una máxima frecuencia de formación de anillos hialinos entre junio y agosto, alcanzándose el mayor valor en junio con un 62,3% y el mínimo en febrero con 20,9%.

Los valores menores de incremento marginal se obtuvieron entre junio y agosto, lo cual indica una menor aparición de anillos opacos durante este período en relación al resto del año, lo que en correspondencia con lo obtenido mediante el análisis del porcentaje mensual de bordes corrobora la supuesta formación de sólo un anillo hialino por año,

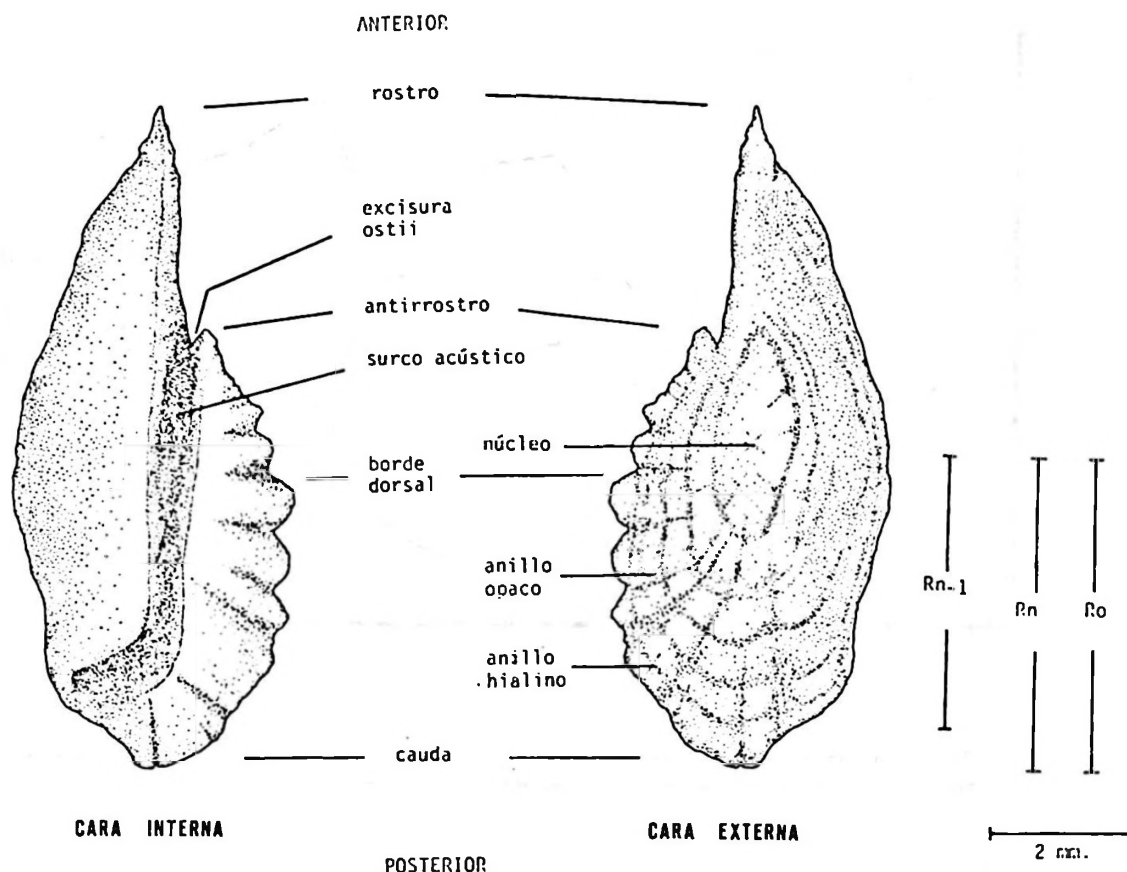


Figura 2. Nomenclatura utilizada en la descripción de sagittas de *Trachurus symmetricus murphyi*. En este caso la distancia del núcleo al último anillo hialino (Rn) coincide con la mayor distancia núcleo-cauda (Ro).

considerando que en peces de aguas templadas el crecimiento es mayor en verano que en invierno (Stevens & Hausfeld, 1982), y que la formación de zonas hialinas en los otolitos durante períodos de bajo crecimiento es bien conocida (Geldenhuis, 1973). Por lo cual el número de anillos hialinos equivale aproximadamente al número de años de vida del pez. Los resultados mensuales de ambos métodos utilizados se indican en la Fig. 3.

Legibilidad de las zonas anuales de crecimiento

En la estimación de edad, la discriminación de zonas hialinas y asignación de grado de legibilidad se considera tres tipos de otolito, en los que la nomenclatura en orden decreciente de definición de anillos y de legibilidad es: 0, 1 y 2 (Fig. 4). De acuerdo a esta clasificación se encontró, respectivamente, un porcentaje de 24,3; 54,4 y 21,3 de otolitos. No se consideró las lecturas de la mayoría de los otolitos clasificados en el tipo 2 debido a su baja confiabilidad.

Estimación de la longitud a cada edad

El número de anillos hialinos en los diferentes otolitos varió entre 2 y 14, sin embargo, debido a la escasa representatividad de individuos con más de 11 anillos hialinos en los desembarques, éstos no se consideran en los ajustes de crecimiento.

Para obtener por retrocálculo la longitud horquilla a edades pretéritas (momento de la formación de cada anillo hialino), y además para estimar por extrapolación la longitud de los peces a la edad I se empleó la distancia del radio del otolito en función de la longitud horquilla del pez (Fig. 5) obteniéndose el mejor ajuste con la ecuación:

$$LH = 6,08952 e^{(0,04055 R_o)} \quad r = 0,92 \quad (1)$$

Mediante la ecuación (1) se procedió a estimar la longitud horquilla promedio del pez a cada edad mediante la distancia Rn media de cada anillo hialino, cuya distribución se señala en la Fig. 6.

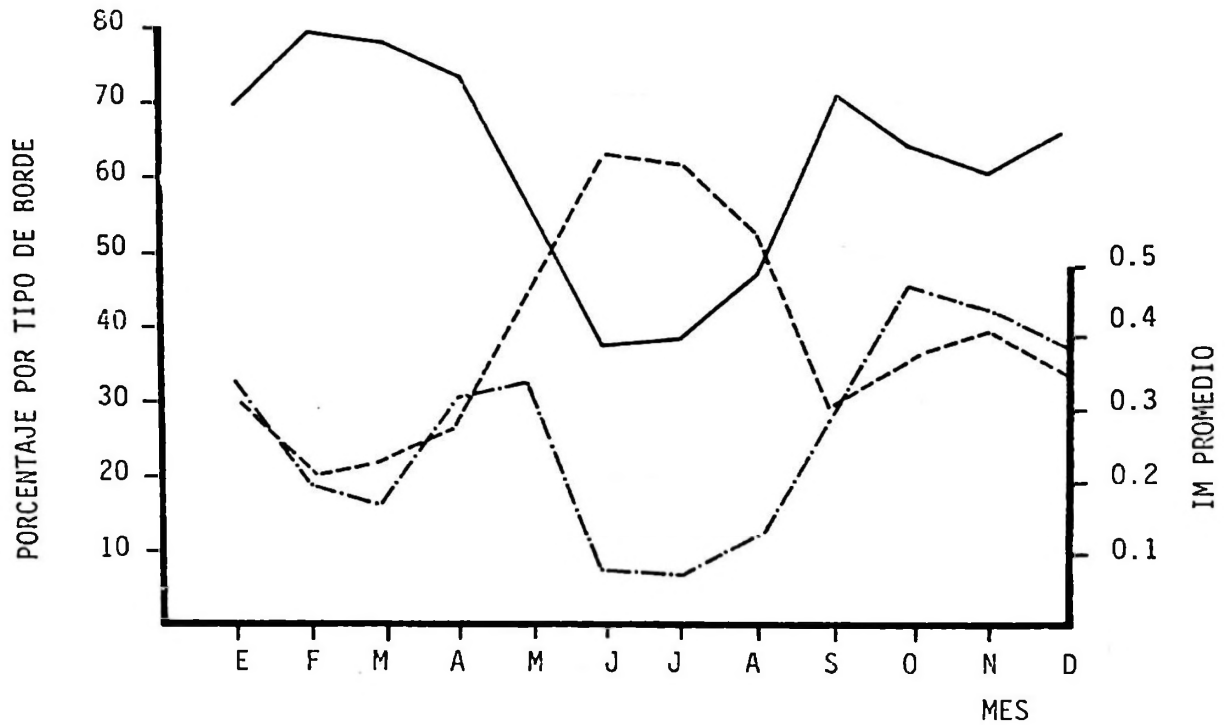


Figura 3. Variación porcentual mensual del tipo borde en los otolitos de *Trachurus symmetricus murphyi*: hialino (---); opaco (—). Variación del incremento marginal (-.-.-).

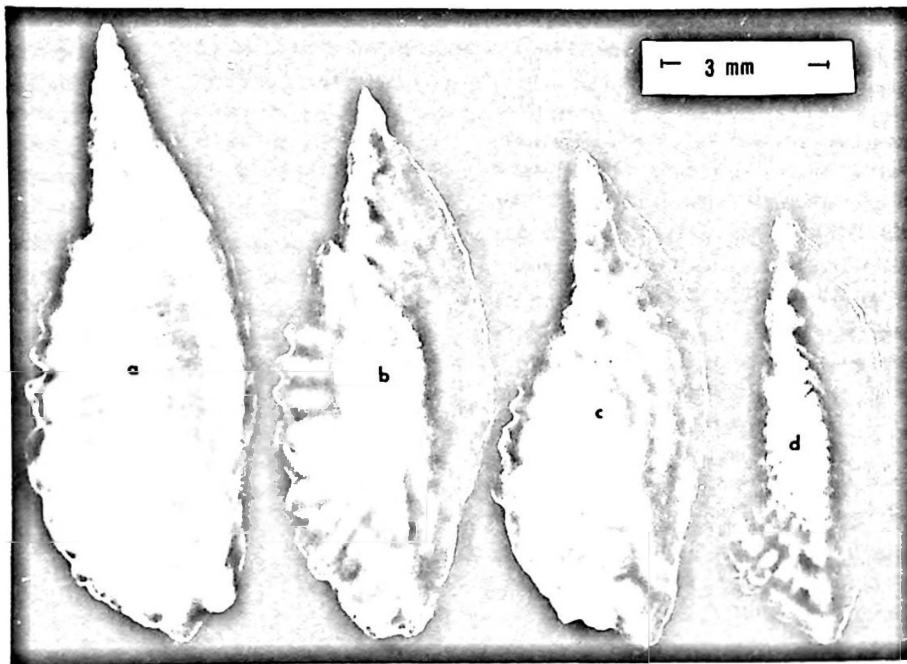


Figura 4. Sagittas de *Trachurus symmetricus murphyi*. Se indica el número de anillos hialinos (AH) y grado de legibilidad en paréntesis.: a: 10 AH (O); b: 10 AH (2); c: 9 AH (1); d: 4 AH (O).

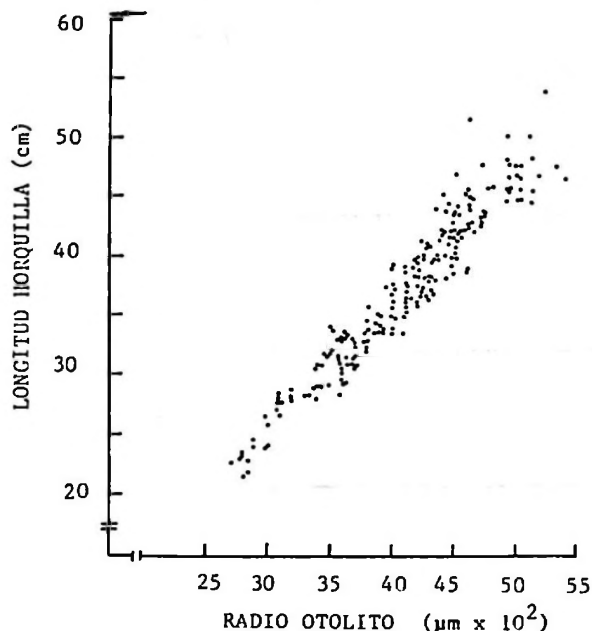


Figura 5. Relación entre la longitud del pez (LH) y radio del otolito (Ro), obsérvese la mayor dispersión de ambos valores al incrementar su magnitud.

Los valores medios de Rn por anillo, además de las longitudes observadas y retrocalculadas a cada edad, se indican en la Tabla 2.

Para comparar los valores obtenidos en el presente estudio, con los entregados en otros trabajos, que en lugar de utilizar longitud horquilla usan longitud total, se calculó la siguiente regresión:

$$LT = 1,1426 LH - 0,7992 \quad r = 0,99 \quad (2)$$

Relación entre peso total y longitud horquilla

El ajuste obtenido para el promedio del peso total observado en función del promedio la longitud horquilla observada entre la edad III a la XI (ambas inclusive) fue:

$$WT = 0,0118 LH^{2,9563} \quad r = 0,99 \quad (3)$$

Con la regresión previa, además, se extrapoló el peso medio para individuos de edades I y II. En la Tabla 3 se indican los pesos observados y calculados por edad.

Para establecer si el crecimiento puede ser considerado isométrico se formula como hipótesis nula que el valor $b = 2,9563$ de la ecuación (3) proviene de una población con un valor paramétrico $\beta = 3$, obteniéndose mediante un test Ts que el valor b no está desviado significativamente de 3 ($P < 0,001$), por lo cual el crecimiento medio hasta la edad XI podría ser considerado, en este sentido, isométrico.

Estimación de parámetros de crecimiento

En el cálculo de los parámetros L_∞ (longitud asintótica), W_∞ (peso asintótico) y k (coeficiente catabólico) se utilizó como primera aproximación el método de Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975), para esto se empleó una regresión media geométrica de L_{t+1} sobre L_t , y otra de $(W_{t+1})^{1/b}$ sobre $(W_t)^{1/b}$, utilizándose en este último caso el valor b de la ecuación (3). Para calcular t_0 (edad teórica a longitud cero) se empleó el método de Gulland (1971). Para la ecuación peso-edad el

Tabla 2
Valores promedios de la distancia del núcleo a cada anillo hialino (Rn) y longitudes observadas y calculadas para *Trachurus symmetricus murphyi* (L.H.: longitud horquilla, D.E.: desviación estándar).

Anillo hialino	Rn ($\mu\text{m} \times 10^2$)	D.E.	L.H. observada (cm)	D.E.	L.H. calculada (cm)
1	20,7	1,5	—	—	14,1
2	27,5	1,6	18,6	0,9	18,6
3	31,5	1,4	23,1	1,4	21,8
4	34,7	1,4	24,9	1,1	24,8
5	37,2	1,5	28,4	2,1	27,5
6	39,7	1,6	31,1	1,1	30,5
7	41,5	1,7	32,5	1,0	32,8
8	42,8	1,5	34,5	1,4	34,6
9	44,3	1,3	37,2	1,5	36,7
10	45,8	1,3	39,7	2,2	39,0
11	47,5	1,2	41,9	1,4	41,8

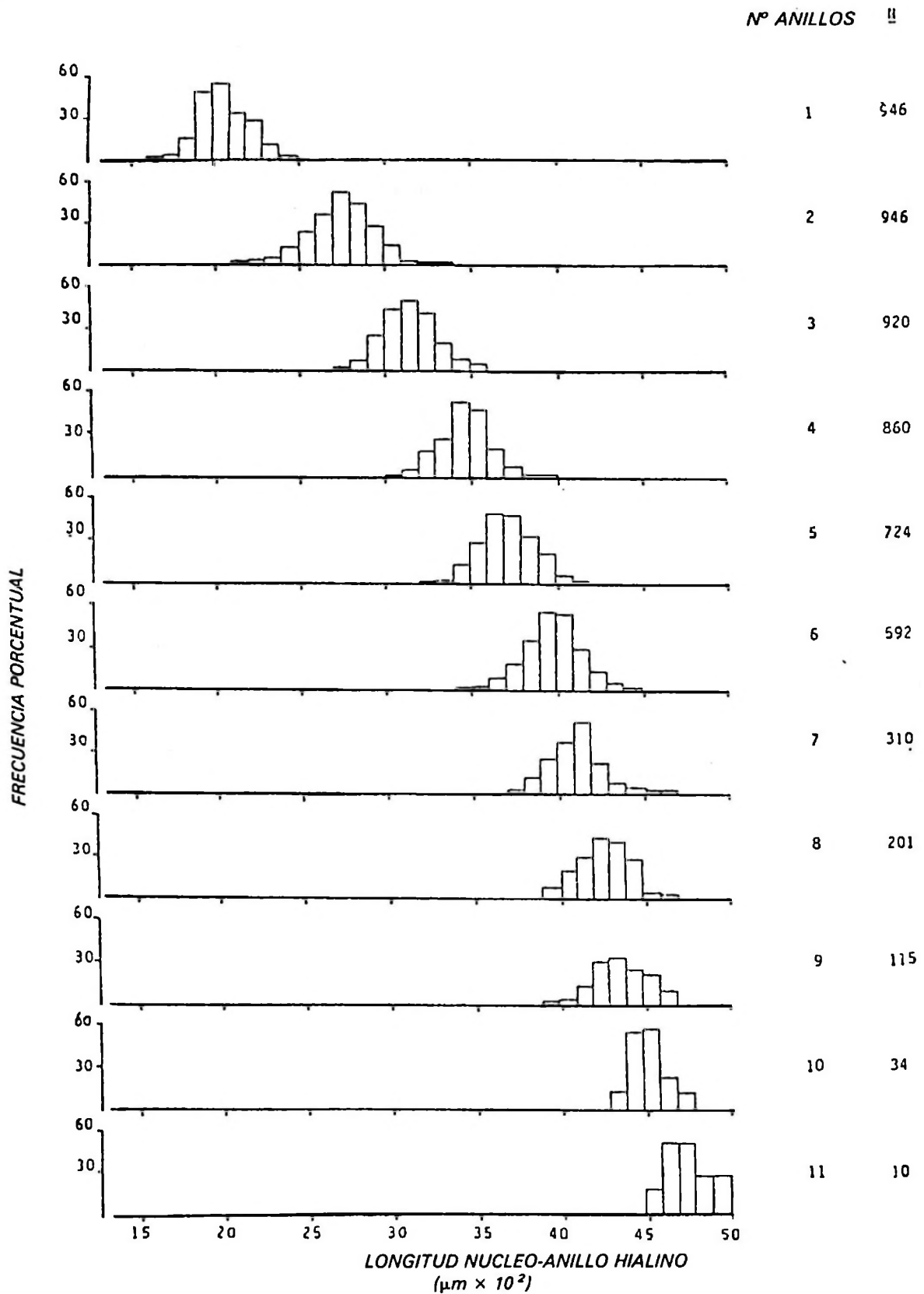


Figura 6. Distribución porcentual de la longitud núcleo-anillo hialino (Rn), en otolitos de *Trachurus symmetricus murphyi*. A partir del anillo N° 8 se aprecia una inversión de la tendencia decreciente de Rn observada en los primeros anillos.

Tabla 3
Peso total promedio observado y calculado por edad en *Trachurus symmetricus murphyi*. (D.E.: desviación estándar)

Edad	Peso promedio observado (g)	D.E.	Peso calculado (g)
I	—	—	29
II	—	—	67
III	125	15,3	107
IV	150	24,8	157
V	243	67,2	214
VI	316	36,4	289
VII	366	48,2	359
VIII	423	54,6	419
IX	517	77,1	499
X	628	94,6	600
XI	707	94,8	734

valor de t_0 (edad teórica a peso cero) de la primera aproximación (método I, Tabla 5) se obtuvo promediando éste a diferentes edades (t) a partir de la ecuación de Beverton & Holt (1957):

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^3 \quad (4)$$

Considerando que la relación entre longitud y peso es adecuadamente descrita por la ecuación (3), la ecuación (4) se transformó a:

$$W_t^{1/3} = W_{\infty}^{1/3} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (5)$$

obteniéndose:

$$t_0 = t + (1/k) \ln((W_{\infty}^{1/3} - W_t^{1/3})/W_{\infty}^{1/3}) \quad (6)$$

Mediante el método de Allen (1966), se iteraron los valores de k ajustados para la longitud y el peso calculados por el método i hasta lograr una diferencia de 0,01% entre 2 valores sucesivos. Los parámetros de crecimiento en longitud y peso se muestran en las Tablas 4 y 5, respectivamente.

Con el fin de comparar las diferentes estimaciones entre longitudes y pesos observados, retrocalculados y ajustados por el modelo de Von Bertalanffy, éstas se muestran en las Figs. 7 y 8, respectivamente.

Estimación de tasas de crecimiento específicas

Para estimar las tasas de crecimiento entre edades sucesivas se emplea la ecuación de Shmal'gauzen (1935, *vide* Chugunova, 1963) quien asumió que el crecimiento es goberna-

Tabla 4
Parámetros de crecimiento en longitud entre edades I y XI estimados en *Trachurus symmetricus murphyi* para el área de Talcahuano.

Método	L_{∞} (cm)	k	t_0
I	66,9039	0,0739	-2,1204
Allen (1966)	65,2286	0,0741	-2,4102
Límite superior *	79,8781	0,1045	-1,6696
Límite inferior *	50,5791	0,0437	-3,1507

I (Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975), Gulland (1971))
* ($P = 0,05$; 5 g.l.)

Tabla 5
Parámetros de crecimiento en peso entre edades I y XI en *Trachurus symmetricus murphyi* obtenidos en el presente estudio. En los 2 ajustes realizados se utiliza $b = 2,9563$.

Método	W_{∞} (g)	k	t_0
I	2948,3423	0,0740	-2,2029
Allen (1966)	2776,6510	0,0735	-2,4199
Límite superior *	5141,3388	0,1045	-1,6615
Límite inferior *	1274,1331	0,0426	-3,1785

I (Ford-Walford (1946, *vide* Ricker, 1975), t_0 se calculó con la ecuación (6))
* ($P = 0,05$; 5 g.l.)

do por una ley de interés compuesto bajo la expresión:

$$C_v = (\ln V_2 - \ln V_1) / (T_2 - T_1) \quad (7)$$

donde C_v es la tasa de crecimiento específica, V_1 y V_2 las longitudes (o pesos) al comienzo y término del intervalo ($T_2 - T_1$), del cual se estima la tasa de crecimiento específica. En el caso del crecimiento en longitud, al multiplicar la ecuación (7) por la longitud inicial del intervalo considerado, se obtiene la característica de crecimiento (C_{cl}), la que indica la transición entre distintos períodos de crecimiento del pez (Vasnetsov, 1934 *vide* Chugunova, 1963).

Mediante C_v y C_{cl} se han estimado las variaciones en el crecimiento entre edades sucesivas asumiendo que la longitud y peso calculados para cada una de las diferentes clases anuales represente el crecimiento de una clase anual a través del tiempo.

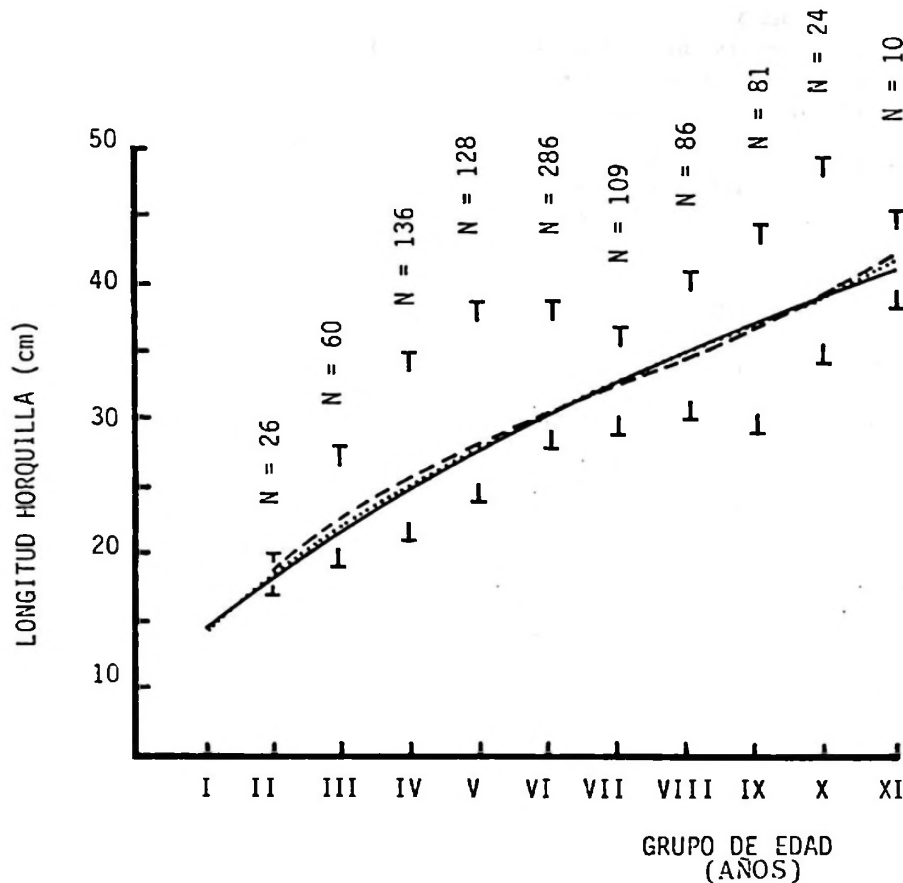


Figura 7. Relación entre edad y longitud horquilla en *Trachurus symmetricus murphyi*: observada (----), calculada (---) y predicha por el modelo de Von Bertalanffy (—), indicándose los rangos observados de longitud por edad. La longitud promedio observada por edad a menudo no correspondió a la media del rango de longitudes presentes.

A partir de los valores de longitud horquilla y peso total calculados para cada edad se estableció un decremento general en la tasa de crecimiento específica hasta la clase de edad VIII. En cambio, desde la edad VIII a la XI se obtuvo un incremento en dichos valores, lo cual podría deberse a un incremento real de las tasas de crecimiento, o bien a leves diferencias en el incremento real en longitud en las mayores edades con respecto a las aquí obtenidas (Tabla 6). Además, en la misma Tabla se observa que las características de crecimiento se dividen en 2 períodos separados por la clase de edad VI. Dicha edad coincide con la longitud de primera madurez sexual en hembras de jurel del área de Talcahuano (aproximadamente 30,5 a 31,5 cm LH) (Mendieta *et al.*, 1985). Considerando que machos y hembras en la zona de Talcahuano no presentan diferencias significativas respecto a la talla y época de madurez

sexual (Malagueño, 1985), el cambio observado en las características del crecimiento a partir de la edad VI podría ser consecuencia del inicio de la actividad reproductiva.

DISCUSION

Se estimó inapropiado realizar comparaciones de crecimiento en *Trachurus symmetricus murphyi* más allá de las correspondientes longitudes y pesos medios observados o retrocalculados a cada edad, esto debido a la carencia de estandarización en la obtención de los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy, lo cual puede significar que para un conjunto original de estimaciones de edad puedan obtenerse diferentes parámetros de crecimiento al variar el número de grupos de edad considerados, o bien al variar los procedimientos para calcular dichos parámetros. Por otro lado, aun cuando

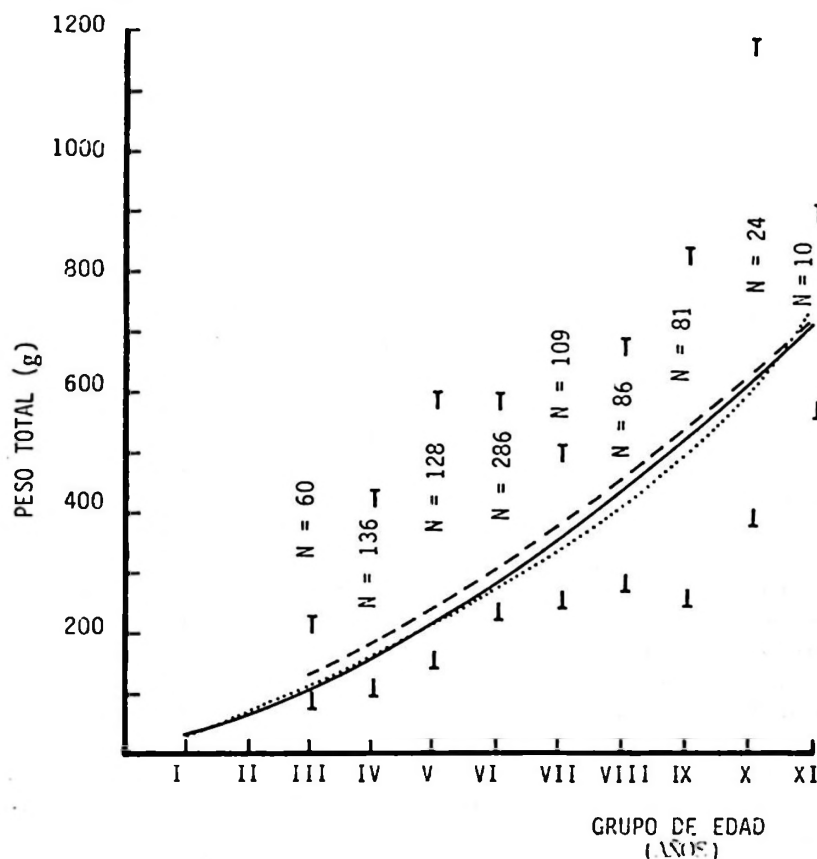


Figura 8. Relación entre edad y peso total en *Trachurus symmetricus murphyi*: observada (----), calculada (...) y predicha por el modelo de Von Bertalanffy (—).

Tabla 6
Tasas de crecimiento específicas en longitud (Cl) y en peso (Cw), y característica de crecimiento en longitud (Ccl) para *Trachurus symmetricus murphyi*. Estimadas entre diferentes clases de edad con valores calculados de longitud horquilla y de peso total de las Tablas 2 y 3).

Edad	Tasas de crecimiento específicas		Características de crecimiento
	Cl	Cw	Ccl
I	0,28	0,82	3,94
II	0,16	0,47	2,97
III	0,13	0,38	2,83
IV	0,11	0,31	2,73
V	0,10	0,30	2,75
VI	0,07	0,21	2,13
VII	0,05	0,15	1,64
VIII	0,06	0,17	2,07
IX	0,06	0,18	2,20
X	0,07	0,20	2,73
XI			

el modelo de Von Bertalanffy ha sido formulado a partir de premisas biológicas (Beverton & Holt, 1957), existe la posibilidad que los parámetros de crecimiento reflejen una combinación de procesos fisiológicos y de otros factores ambientales que afecten el crecimiento, lo cual, en parte, explica por qué la descripción matemática del crecimiento haya originado controversias (Parker & Larkin, 1959). Por todo lo anterior, el crecimiento no debería ser evaluado a partir de parámetros de crecimiento prescindiendo del rango de edades considerado y metodología usada. En este sentido Allen (1966) considera la posibilidad de asignar un valor arbitrario al parámetro t_0 si existen motivos para ello. Teniendo en cuenta las consideraciones previas, la mayor discrepancia con respecto a cero del valor de t_0 no puede ser considerado un indicador de menor confiabilidad de estimaciones de edad como sugieren Iles & Johnson (1962, *vide* Kerstan, 1985). Tal información puede ser conocida sólo mediante validación de edad (Beamish & McFarlane, 1983).

Al comparar la longitud horquilla media

del jurel a cada edad con las estimaciones de crecimiento realizadas en la costa chilena por otros autores (Tabla 1), se observa que las determinaciones de Kaiser (1973) y las de Pavez & Saa (1978) difieren marcadamente tanto entre sí como con las restantes, lo que unido a la carencia de metodologías de validación no hacen posible su utilización.

Al examinar la longitud media a cada edad estimada en *Trachurus symmetricus symmetricus* (Wine & Knaggs, 1975), y en otras especies como *Trachurus declivis* Jenyns, 1842 (Webb & Grant, 1979 y Stevens & Hausfeld, 1982); *Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758 (Geldenhuys, 1973 y Kerstan, 1985), se observa gran similitud con los resultados obtenidos para *Trachurus symmetricus murphyi* en el presente estudio y con los de Aguayo *et al.* (1981). Lo cual hace evidente un crecimiento muy similar en estas 3 especies del género.

El aumento en las tasas de crecimiento específicas en longitud en las mayores edades consideradas se hace también evidente en las mayores edades utilizadas en los trabajos de Webb & Grant (1979) y de Aguayo *et al.*, (1981). No siendo esto observado al considerar las tasas de crecimiento a partir de longitudes a cada edad dadas por el modelo de Von Bertalanffy, sino que mediante la longitud retrocalculada por edad. Sin embargo, a causa de la naturaleza indirecta de estas estimaciones de edad (lectura de otolitos y empleo de diferentes clases de edad), y a la disminución del crecimiento entre las mayores edades, las tasas de crecimiento calculadas a las edades mayores probablemente no reflejan la tendencia a disminuir observada entre las clases de edad menor. Aunque en ausencia de mayor evidencia esto último tampoco es concluyente.

Pese a existir leves diferencias de longitudes observadas y retrocalculadas con respecto a las entregadas por el modelo de Bertalanffy (Figs. 7 y 8) no se encontró una función que pudiera ajustar mejor el crecimiento en el rango de longitudes registradas (no se consideraron ecuaciones polinomiales debido a su mayor desventaja al realizar extrapolaciones de crecimiento). Debido a que en los muestreos regulares no se dispuso de individuos de edades I y II, las extrapolaciones de longitud horquilla a edad I y de peso total del pez a edades I y II deberán ser consideradas sólo como aproximaciones generales a dichos valores. En las Figs. 7 y 8, dado que se indican estimaciones de crecimiento interanuales, no se evidencian fluctuaciones esta-

cionales dentro del patrón de crecimiento, sin embargo considerando que tales fluctuaciones han sido usualmente descritas en peces (Jones, 1976 y Stevens & Hausfeld, 1982), es posible que el jurel también las presente.

Al considerar jureles de hasta 64 cm LH capturados en los inicios de la pesquería de cerco en la zona de Talcahuano (Serra *et al.*, 1979) se debería esperar una longevidad superior a las máximas edades aquí reportadas. Pese a no existir evidencia directa, Castillo (1984) estima en el jurel de la zona de Talcahuano una edad límite de 38 años, lo cual no se aparta de lo obtenido por Wine & Knaggs (1975), quienes señalan que los ejemplares de *Trachurus symmetricus symmetricus* de 25 años tendrían alrededor de 56 cm LH. Por otra parte, Fitch (1956, *vide* Mac Call *et al.*, 1980) estimó edades sobre los 30 años en esta especie asumiendo que cada zona de crecimiento observada correspondía a un año.

A consecuencia de la disminución experimentada en las tallas del jurel en las capturas de cerco del área de Talcahuano a partir de 1975 (Serra *et al.*, 1979; Martínez *et al.*, 1984 y Castillo, 1984), los mayores ejemplares muestreados desde 1981 a 1984 no sobrepasaron los 52 cm LH. Aunque las mayores longitudes reportadas en esta área por Serra *et al.* (1979) son coherentes con los valores aquí calculados para L_{∞} , no significa que este parámetro sea un buen indicador para establecer las mayores longitudes posibles de alcanzar por un determinado porcentaje de individuos, lo cual se infiere del valor $L_{\infty} = 44,5$ cm obtenido en esta área por Aguayo *et al.* (1981) a partir de estimaciones de edad similares y considerando en el ajuste una edad máxima de 10 años. En el presente estudio se debe considerar la inclusión de una edad máxima de 11 años en el ajuste de los parámetros a causa de la baja representatividad de individuos mayores en los desembarques, lo cual se infiere de la distribución de longitud horquilla presente en 1984 (Fig. 9).

Respecto a la distribución espacial de grupos de edad en el jurel, suponiendo que los mayores ejemplares se encuentren principalmente en océano abierto (Serra & Zuleta, 1982), se debe tener presente que existe una orientación del esfuerzo sólo hacia las mayores tallas de jurel por parte de la flota internacional que opera fuera de la ZEE. Por lo cual, no se hacen tan evidentes los individuos de grupos intermedios de edad en tales cap-

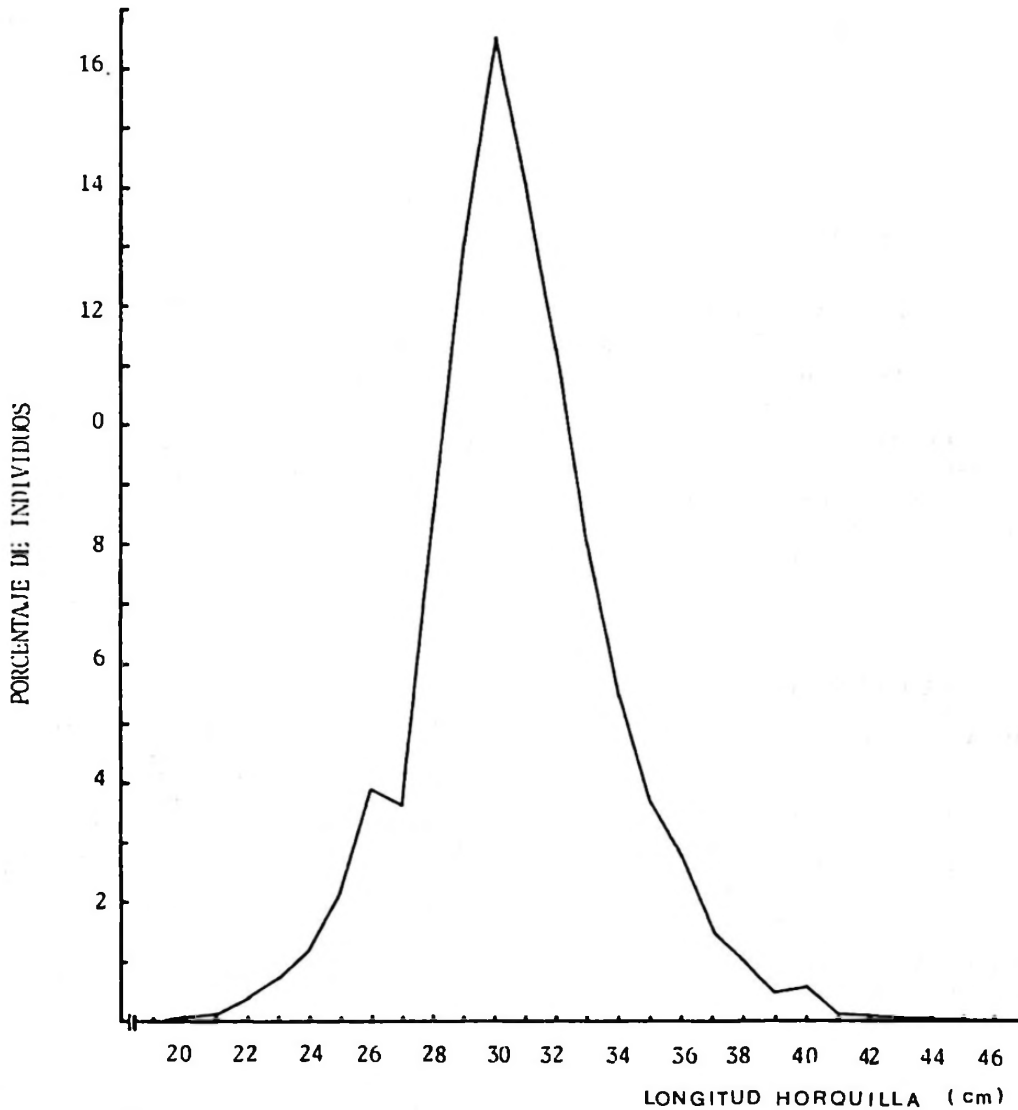


Figura 9. Distribución de la longitud horquilla (cm) en *Trachurus symmetricus murphyi*, obtenida de capturas cerqueras en la zona de Talcahuano durante 1984. El 95% de los ejemplares están dentro del rango 24,6 a 36,7 cm ($n = 15585$).

turas. Según Castillo & Guzmán (1985) el área de acción de esta pesquería se ubica entre las 200 y 500 millas de la costa y desde los 10°S hasta los 50°S, siendo detectadas altas concentraciones de larvas de jurel entre las 400 y 900 millas de la costa chilena (Rojas, 1980; *vide* Serra & Zuleta, 1982), lo que sumado a la selección de ejemplares mayores en la pesquería hacen razonable suponer que en este amplio hábitat los individuos pudieran reclutar en la pesquería oceánica sin previa inmigración de grupos de edad intermedia desde la zona costera. Sin embargo, es posible que la mortalidad al inicio del período larval sea mayor en áreas más oceánicas,

como ha sido observado en *Trachurus symmetricus symmetricus* (Theilacker, 1986).

Pese a que no se detectó individuos menores a la edad III en la pesquería de Talcahuano durante 1984, la edad II estuvo presente en las muestras obtenidas en el verano de 1983, período en que se produjo una clara juvenalización en las capturas, coincidente con un mayor gradiente vertical de temperatura, una mayor profundidad de la termoclina y con la ausencia de valores mínimos de oxígeno disuelto con respecto a los obtenidos para el verano 1982, lo cual sería una manifestación del fenómeno "El Niño" 1982-1983 en estas latitudes (Chong, comp.pers., 1986).

Considerando que en 1984 se observaron sólo ejemplares a partir de la edad III, es posible que la aparición de la edad II en el verano de 1983 se haya debido a una distribución más costera de los prerreclutas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal del Área de Biología y Tecnología del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Chile y del Departamento de Oceanología de la Universidad de Concepción que colaboró en la realización de este estudio. En particular a Javier Chong y Mario Aguayo por la revisión y sugerencias al manuscrito, así como a las pesqueras Iquique, Alimar y Camanchaca por la donación de las muestras analizadas.

LITERATURA CITADA

- AGUAYO, M., A. ESTAY & V. OJEDA. 1981. Determinación de edad y crecimiento del jurel (*Trachurus murphyi*) en las zonas Arica-Coquimbo y Talcahuano. Instituto de Fomento Pesquero. Chile. 88 p.
- ARANIS, A. 1981. Aspectos biológicos pesqueros de las capturas cerqueras industriales de jurel (*Trachurus murphyi*) en la zona norte de Chile (1978 a primer semestre de 1981). Tesis de grado. Universidad de Concepción. Chile. 108 p.
- BEAMISH, R.J. & G.A. MCFARLANE. 1983. The forgotten requirements for age validation in fisheries biology. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112 (6): 735-743.
- BEVERTON, R.H. & S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Second impression 1965. *Fishery Investigations*, 19 (Series 2): 533 p.
- CASTILLO, J. & O. GUZMÁN. 1985. Variaciones de la distribución espacial de la sardina española y jurel durante "El Niño" 1982-83. *Investigación Pesquera (Chile)*, 32: 79-93.
- CASTILLO, J., O. GUZMÁN, P. PINEDA & S. LILLO. 1984. Ampliación-Cuantificación de la abundancia de los recursos pelágicos. Zona Centro Sur, 1984, CORFO-IFOP: 840067. Chile. 51 p.
- CASTILLO, G. 1984. Edad-crecimiento en *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920, Carangidae), más estimaciones de mortalidad y tasa de explotación en el Golfo de Arauco y áreas adyacentes. Informe de Unidad de Investigación. Universidad de Concepción. Chile. 94 p.
- CGPM/GFCM. 1982. Report of the technical consultation on methodologies used for fish age-reading. Montpellier, France, 5-9 October 1981. *FAO Rapp/FAO Fish. Rep.* (257): 104 p.
- CHIRICHIGNO, N. 1980. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. Perú-Callao, Informe N° 44: 388 p.
- CHUGUNOVA, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. National Science Foundation, Washington D.C., Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 132 p.
- DIXON, W.J. & F.J. MASSEY. 1969. Introduction to Statistical Analysis. Third edition. International Student Edition, McGraw-Hill Book Company, New York. 638 p.
- GELDENHUYS, N.D. 1973. Growth of the South African maasbanker *Trachurus trachurus*. Linnaeus and age composition of the catches, 1950-1971. Sea Fisheries Branch Investigational Report, 101: 1-24.
- GULLAND, J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces, Editorial Acribia, Zaragoza. 164 p.
- JONES, R. 1976. Growth of fishes. En: *The ecology of the Seas*. 11: 251-279. D.H. Cushing & J.J. Walsh (ed.). W.B. Saunders Company, Philadelphia. Toronto.
- KAISER, C.E. 1973. Age and growth of horse mackerel *Trachurus murphyi* off Chile. *Transactions of the American Fisheries Society*, 102(3): 591-595.
- KERSTAN, M. 1985. Age, growth, maturity and mortality estimates of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the waters west of Great Britain and Ireland in 1984. *Archiv fur Fischereiwissenschaft*, 36 (1/2): 115-154.
- MALAGUEÑO, M. 1985. Determinación del ciclo reproductivo del jurel (*Trachurus murphyi* Nichols, 1920) en la zona de pesca de Talcahuano. Informe final de práctica para optar al título de Técnico Marino. Pontificia Universidad Católica de Chile. Sede Regional Talcahuano. 52 p.
- MCCALL, A.D., H.W. FREY, D.D. HUPPERT, E.H. KNAGGS, J.A. McMILLAN & G.D. STAUFFER. 1980. Biology and economics of the fishery for jack mackerel in the northeastern Pacific. NOAA. Technical Memorandum NMFS (1-5): 1-79.
- MENDIETA, J., C. MARTÍNEZ, A. ARANIS, C. ESTRADA, C. SALAZAR, C. BOHM, A. TORRES, M. REYES, M. AGUAYO, V. ERBS, E. ESTAY, R. GILL. 1985. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas. Zona Centro Sur. Julio 1985. Estado de situación del recurso. IFOP, Chile, AP. 85/40: 108 p.
- PARKER, R.R. & P.A. LARKIN. 1959. A concept of growth in fishes. *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 16 (5): 721-733.
- PAVEZ, P. & E. SAA. 1978. Determinación de edad y crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* Nichols, 1920. *Investigaciones Marinas* 6(6): 89-100.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* (191): 1-382.
- SAMAME, M. 1977. Determinación de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardinops sagax sagax*). *Boletín del Instituto del mar del Perú*, 3(3): 95-112.
- SERNAP. 1986. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Santiago. 136 p.
- SERRA, J. O. ROJAS, F. INOSTROZA & J. CAÑÓN. 1979. Jurel *Trachurus murphyi* Nichols. Teleostomi, Perciformes. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Instituto de Fomento Pesquero Chile, I PECES. AP 79-18. 462 p.
- SERRA, J. & A. ZULETA. 1982. Pesquería pelágica chilena. En: Segundo seminario taller. Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: recursos biológicos marinos. J.C. Castilla (ed.) *Monografías biológicas* (2): 19-37.

- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1979. Biometría, principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Editorial Blume H. Madrid. 832 p.
- STEVENS, J.D. & H.F. HAUSFELD. 1982. Age determination and mortality estimates on an unexploited population of jack mackerel *Trachurus declivis* (Jenyns, 1841) from South-East Australia. Csiro Marine Laboratories, Report N° 148: 1-14.
- THEILACKER, G.H. 1986. Starvation-induced mortality of young sea caught jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, determined with histological and morphological methods. U.S. Fishery Bulletin, 84(1): 1-17.
- WEBB, B.F. & C.J. GRANT. 1979. Age and growth of jack mackerel, *Trachurus declivis* (Jenyns), from South-Eastern Australian Waters. Australian Journal of Marine and Freshwater Research (30): 1-9.
- WINE, V.L. & E.H. KNAGGS. 1975. Maturation and growth of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*. California Department of Fish and Game. Marine Resource Technical Report (32): 1-26.

VARIABILIDAD TERMICA EN LA BAHIA LAGUNA VERDE (33° 06'S; 71° 45'W)

THERMAL VARIATIONS IN THE LAGUNA VERDE BAY (33° 06'S; 71° 45'W)

*Julio P. Moraga**

RESUMEN

Durante los años 1979 a 1981 se tomaron registros de temperaturas con un termógrafo de arrastre y un batitermógrafo en el interior de la bahía Laguna Verde. Las observaciones, aunque esporádicas, incluyen un muestreo intensivo de dos días, con estaciones repetidas al mismo día después de cuatro horas.

En general, el invierno se caracteriza por gradientes térmicos verticales despreciables, los que empiezan a aumentar a fines de la primavera, llegan a ser máximos en el otoño. En verano, aunque la radiación solar es máxima, la entrada de aguas frías desde Curaumilla impide la formación de una termoclina estacional.

En mayo de 1981, en un lapso de 10 días y bajo condiciones de vientos intensos, provenientes del norte, se observó el hundimiento de la termoclina y por lo tanto el aumento de la capa de mezcla. Las variaciones en superficie responden al calentamiento solar y a la entrada de aguas oceánicas, mientras que los cambios en los niveles medios en el muestreo intensivo efectuado en invierno, podrían indicar la existencia de ondas internas. Estas variaciones mostraron la necesidad de programar las mediciones en bahías donde no es usual tener condiciones estacionarias ni estables.

Palabras claves: Balance térmico, Gradiente térmico, Inversión térmica, Onda interna.

ABSTRACT

Temperature records were taken in Laguna Verde Bay with a drag thermograph and a bathythermograph from 1979 to 1981. The data include three stations sampled twice, four hours apart, and a grid of twelve stations sampled every eight hours on August 14 and 15th 1981.

In general, the winter is characterized by a negligible temperature vertical gradient, being these gradients increased during late spring and fall when they reach to a maximum. During summer, even though the solar radiation is greater, the incoming cold water from the Curaumilla upwelling center prevented the development of a seasonal thermocline.

On May 1981, after ten days of predominantly northerly winds, a deepening of the thermocline and increase of the width of the mixed layer was observed. The superficial changes are caused by the solar radiation and incoming waters while the intermediate changes detected on August 1981 seem to be due to an internal wave.

These changes show the need of sampling programs in bays where instability and non-stationary are common.

Key words: Thermal balance, Thermal gradient, Thermal inversion, Internal wave.

INTRODUCCION

Entre los años 1979 y 1981 se realizaron muestreos en la bahía Laguna Verde (Fig. 1) con el objetivo de conocer el sistema de corrientes que la afecta. El análisis global de toda la información fue presentada en el estudio de Moraga y Gómez (1985). Como una variable de estas observaciones, se midió la temperatura en cortes horizontales y vertica-

les, repitiéndolas en distintas estaciones del año y con diferentes frecuencias. El análisis de la variabilidad de esta información térmica es el objetivo de este trabajo.

Alarcón y Pineda (1969), efectuaron 3 estaciones en la boca de la bahía en enero de 1959 y una en septiembre de 1960, señalando que existe entrada superficial de aguas más frías en verano (13°C) sin afectar las

**Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso.*

Nota: Actualmente en la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad del Norte, Sede Coquimbo. Trabajo presentado en las V Jornadas de Ciencias del Mar, 1985.

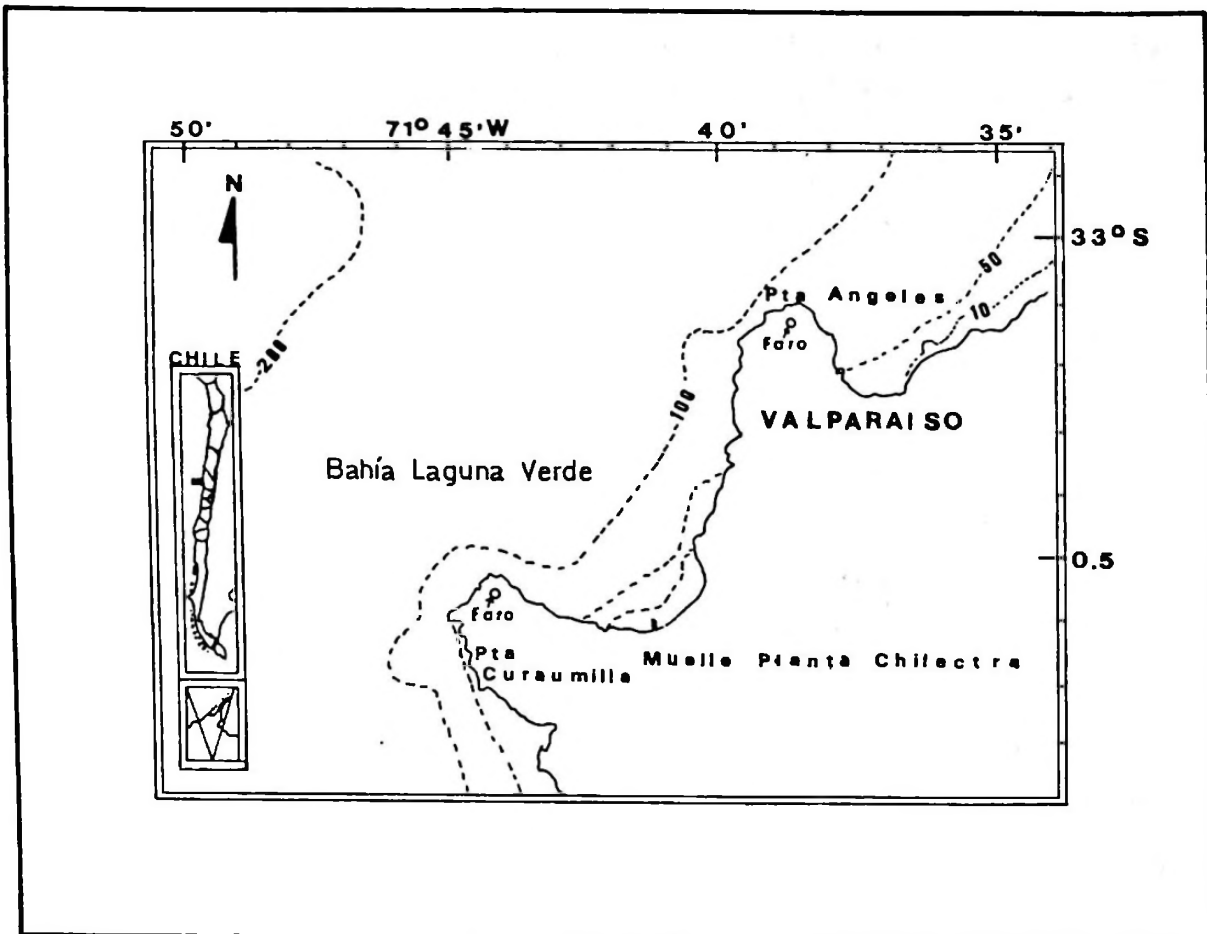


Figura 1. Área de estudio.

aguas del fondo, y que en invierno no hay prácticamente gradientes verticales, siendo la temperatura de la columna de agua de 11°C . Posteriormente, Johnson *et al.* (1980), realizaron observaciones con batitermógrafo, en diciembre de 1975, en un estudio intenso de surgencia de 4 días en punta Curauquilla, y observan que aguas frías ($\sim 11^{\circ}\text{C}$) se presentan en la superficie de la boca de la bahía y aguas homotermales bajo los 20 m de profundidad ($< 10,5^{\circ}\text{C}$). Fonseca (1985) analiza la variabilidad de algunos parámetros físicos frente a la costa en la zona central de Chile, y el mismo autor (1984) asocia las inversiones térmicas con las aguas surgentes en la misma área. Sin embargo, no hay antecedentes sobre las variaciones térmicas en el interior de la bahía.

MATERIALES Y METODOS

Para la obtención de registros continuos de temperaturas superficiales se usó un ter-

mógrafo de arrastre, de respuesta rápida, construido y calibrado en el Laboratorio de Electrónica de la Universidad Católica de Valparaíso y, para obtener perfiles verticales, un batitermógrafo (BT) calibrado Kahl-sico de 0 – 275 m.

El termógrafo de arrastre se utilizó el año 1979 en tres oportunidades en el área próxima al muelle Chilectra, desde el islote León a caleta Hornillos (Fig. 2). El registro continuo se hizo en menos de dos horas de navegación, en horas de la mañana.

El 14 de diciembre de 1980, se efectuaron cuatro estaciones con BT en un corte orientado al NW, Corte A, el que se repitió cuatro horas más tarde (Figs. 3a, 4a, y b). El 06 y 15 de mayo de 1981 se repitió el corte A con una mayor densidad espacial de estaciones (Figs. 3b, c, 4c, y d). Un muestreo más intenso, con una red de estaciones cubriendo todo el interior de la bahía, se realizó los días 14 y 15 de agosto (Figs. 3d, 4e, f, 5), repitiéndose dos

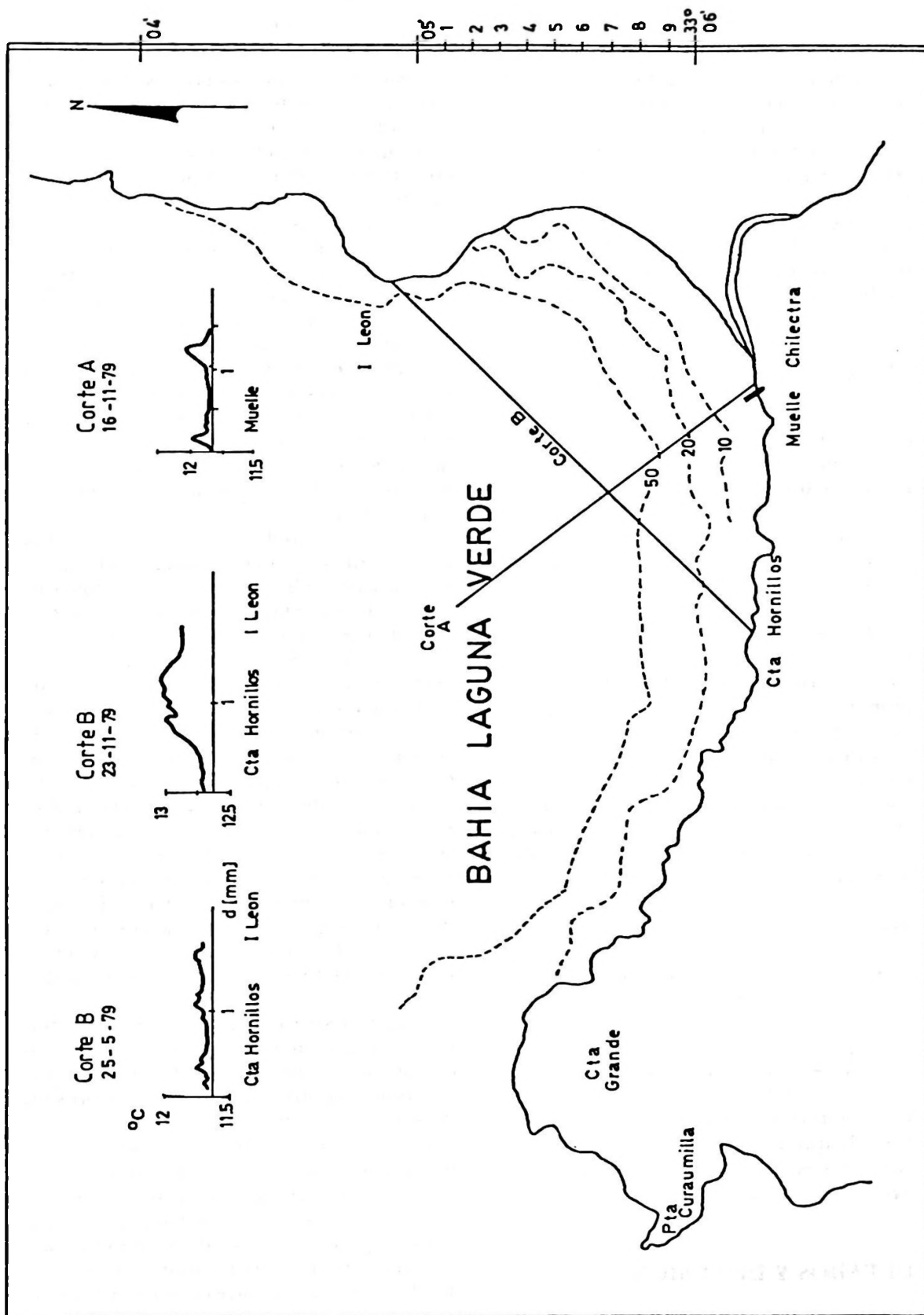


Figura 2. Registros superficiales de temperatura obtenidos con un termógrafo de arrastre en los cortes A y B, entre caleta Hornillos e islote León.

veces cada estación con un intervalo de 8 horas, aproximadamente.

El método de análisis de esta información térmica incluye la descripción temporal de los gradientes térmicos horizontales y verticales en el tiempo, y la aplicación de un modelo simple para ponderar el balance térmico en la bahía. Sólo algunos términos en la ecuación de conservación del calor fueron considerados. Usando notación indicial, la ecuación que describe el campo térmico (Csanady, 1982) es:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X_i} (\mu_i T) = - \frac{\partial}{\partial X_i} \left(\frac{q_i}{\rho c_p} \right) \quad (1)$$

donde se definen:

- T : la temperatura
- X_i, μ_i : Coordenada espacial, velocidad en la coordenada.
- q_i : Flujo calórico, incluye flujo por radiación y otros, entre ellos el flujo del tipo Reynolds, $\rho c_p, \mu_i, T'$.
- ρ : Densidad del agua.
- c_p : Calor específico.

El término de la derecha, flujo divergente de calor, muchas veces no es considerado, dependiendo esto de la escala temporal de análisis y de la zona en estudio. Sin embargo, no es despreciable en días calmos de intensa radiación solar cuanto $\Delta T > 1^\circ\text{C}$ son obtenidos en un lapso de 3 horas. Esta radiación solar (q_s) ha sido considerada como condición frontera tal que,

$$q_s = q_s.$$

Si se excluye el término de divergencia de calor, la ecuación puede escribirse como:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X_i} (\mu_i T) = 0$$

donde se plantea la conservación de la temperatura, la que es modificada sólo por advección. Una ecuación similar se usa en el análisis de la salinidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las variaciones térmicas superficiales en el interior de la bahía observadas en 1979 (Fig. 2) muestran valores $< 0,4^\circ\text{C}$, excepto el día 21 de noviembre de 1979. Estas medicio-

nes no incluyen los efectos de la radiación solar. En diciembre de 1980 los cambios térmicos superficiales observados, con un intervalo de tiempo de cuatro horas, en las estaciones 1 - 4, 2 - 5 (Figs. 4a, 4b), muestran que el término flujo neto de calor es importante en esta época del año (Csanady, 1982). En agosto de 1981 no hay variaciones superficiales significativas (Figs. 4e, 4f).

En las distintas estaciones del año, se verificaron diferencias en el gradiente vertical en la boca de la bahía, observándose (Fig. 6) los cambios más intensos en los primeros 50 m. Este comportamiento ya había sido mostrado con anterioridad por Alarcón y Pineda (1969), en la estación ubicada en la boca de la bahía. En estaciones frente a punta Curumilla la variación estacional había sido descrita por Sievers y Silva (1979) y afecta principalmente los 40 m superficiales en la estación más costera.

Si se comparan las estaciones efectuadas al interior de la bahía y aquéllas en la boca misma, es posible observar bajo ciertas condiciones, comportamientos diferentes entre ellas. Las secciones transversales del 06 al 15 de mayo (Figs. 3c y 3d) muestran gradientes verticales suaves en el exterior de la bahía y mayores en su interior, lo que estaría señalando el aislamiento parcial de las aguas en la región interior. Esta es afectada por los vientos del norte (Tabla 2 y Fig. 7) observándose un aumento de la mezcla y advección. Así se produce la homogenización de las aguas superficiales, el hundimiento de la termoclina, el aumento de la capa de mezcla, y la variación en el sistema de circulación. En agosto de 1981 los gradientes verticales en el interior de la bahía son despreciables, encontrándose la termoclina más afuera de la misma.

Esto muestra que la bahía no está totalmente aislada de las condiciones oceánicas y que se necesitan ciertos factores para que el comportamiento de las aguas interiores pueda ser modificado.

Considerando las isotermas de las estaciones 4 y 9 (Figs. 8a y 8b), se observa que su profundidad cambia con el tiempo. Esto indicaría la presencia de ondas internas, cuyo período parece ser distinto al semidiurno, la componente de marea dominante (Fonseca, 1981); sin embargo, no es posible determinar las características de la onda (período, longitud de onda, amplitud, dirección de propagación) sólo con estas observaciones.

Inversiones térmicas han sido observadas

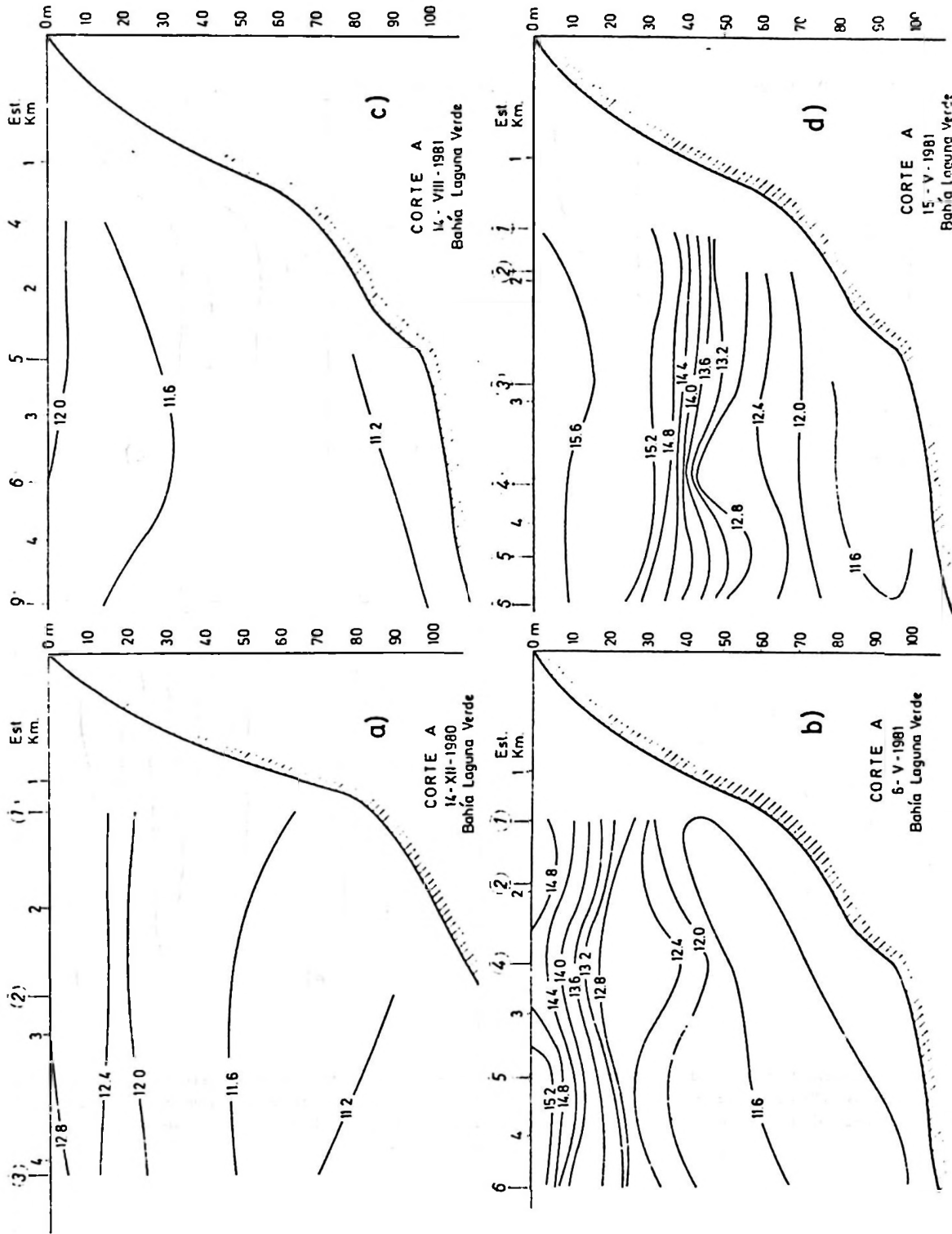


Figura 3. Sección transversal de temperaturas obtenidas con BT en el corte A (BW), los días: a) 14 de diciembre de 1980, b) 06 de mayo de 1981, c) 14 de agosto de 1981, d) 15 de mayo de 1981. (Tomado de Moraga y Gómez, 1985).

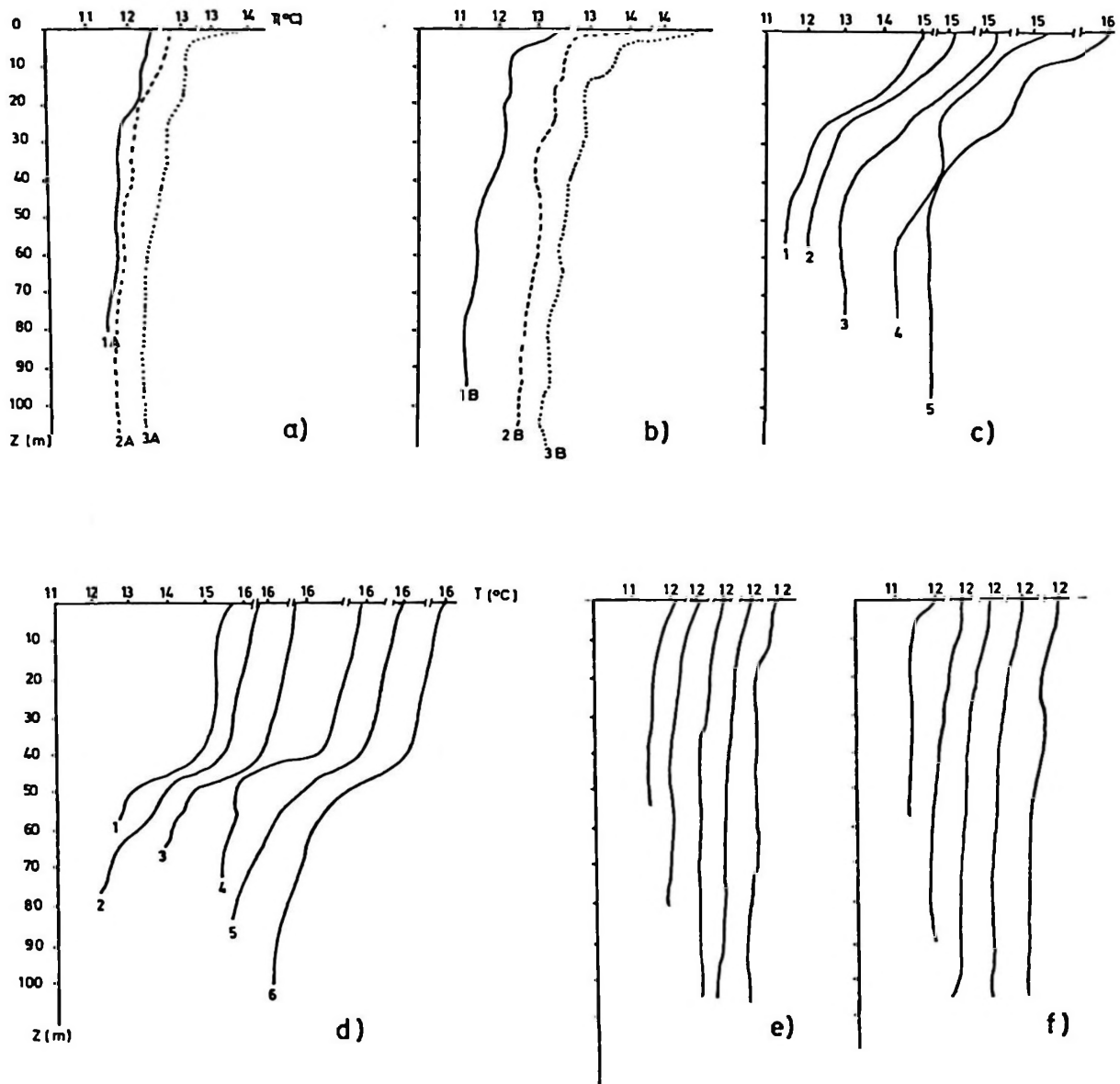


Figura 4. Conjunto de perfiles de temperatura respecto a profundidad tomados en el corte A a los días: a) 14 de diciembre de 1980 a las 13.00 horas, b) 14 de diciembre de 1980 a las 17.30 horas, c) 06 de mayo de 1981 a las 16.00 horas, d) 15 de mayo de 1981 a las 16.00 horas, e) 14 de agosto de 1981 a las 17.00 horas, f) 15 de agosto de 1981 a las 11.00 horas.

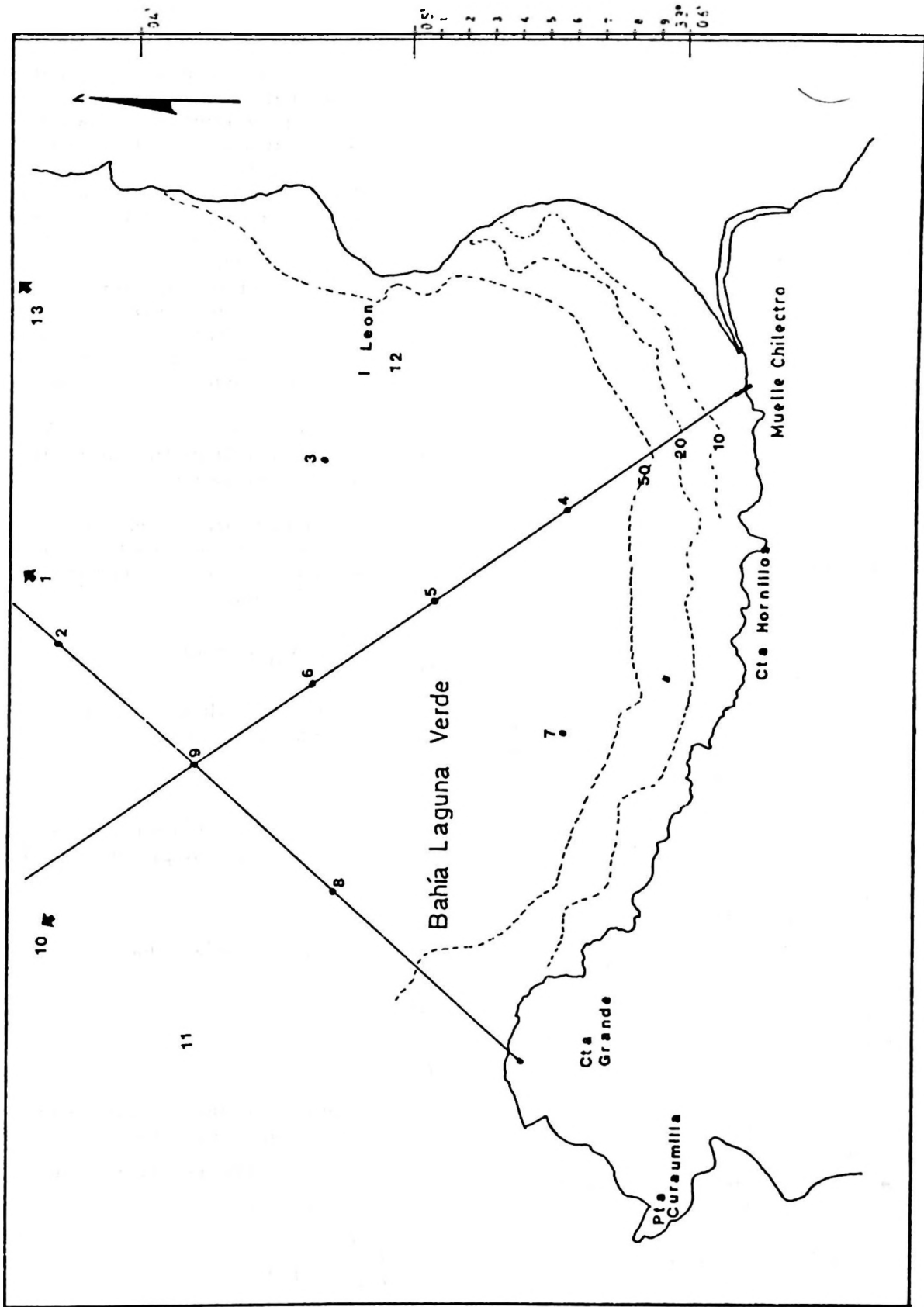


Figura 5. Red de estaciones efectuadas los días 14 y 15 de agosto de 1981.

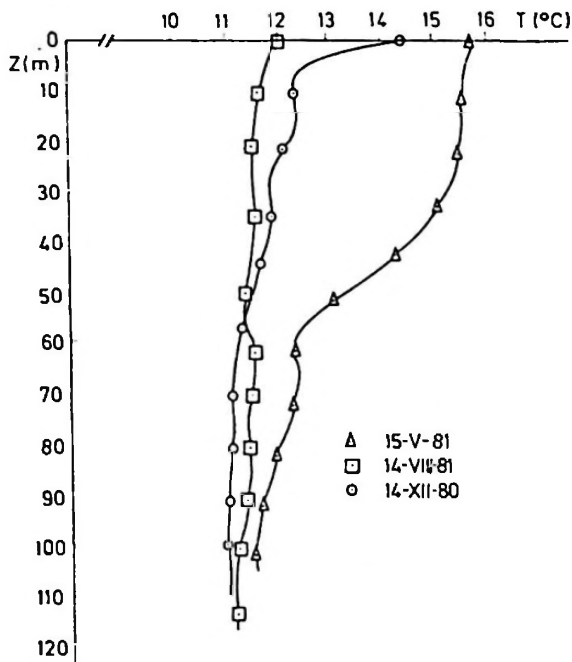


Figura 6. Perfiles verticales de temperatura registrados con BT en la boca de la bahía. (Tomado de Moraga y Gómez, 1985).

en agosto de 1981 (Est. 8B, 10A, 10C en Tabla 1 y Fig. 8c). Estas inversiones han sido detectadas con anterioridad por Sievers y Silva (1979, Fig. 2), sin dar una explicación sobre su causa. Fonseca (1984) asocia estas inversiones a la surgencia en esta zona, pero dada la proximidad a la costa de estas anomalías, parecería que no pueden incluirse en esa explicación, ya que los vientos predominantes en invierno son del norte o calmos, como en este muestreo (Fig. 7). Observaciones con BT efectuadas en la bahía de Valparaíso, vecina a la de Laguna Verde (24, 25 y 26 de septiembre de 1985), por Andrade *et al.* (1985), muestran inversiones en la boca de la bahía entre los 50 - 80 m de profundidad. La radiación solar no influye en profundidades medias.

Tabla 1
Algunas inversiones térmicas
observadas los días 14 y 15 de agosto
de 1981

Estación	Profundidad	ΔT
8B	35-50 m	0,3°C
10A	18-50 m	0,3
10C	10-50 m	0,6

Se debe considerar que el incremento de temperatura con la profundidad implica la inestabilidad del campo de masa por la disminución de la densidad, salvo que vaya acompañada por un aumento compensatorio de la salinidad. Esta última variable no fue incluida en este trabajo; sin embargo, los cambios de densidad causados por la salinidad son mínimos en el rango de variación detectados en el área (Moraga, 1978, Sievers y Silva, 1979). Esta bahía es, además, profunda y abierta al norte. Los gradientes térmicos positivos y negativos, en las inversiones, son inestables energéticamente, pues inducen la conducción y difusión del calor, lo que explica el desaparecimiento temporal de la inversión.

Descartando causas sólo va quedando la posibilidad de una onda interna que afecta la costa y cuyas características son aún desconocidas.

Para explicar comparativamente los perfiles de temperatura de los días 06 y 15 de mayo (Figs. 4c y 4d), se aplica la ecuación (2) en forma simplificada:

$$\frac{\delta T}{\delta t} + \frac{\delta}{\delta X_H} (V_H T) = 0$$

donde X_H : Coordenada horizontal.
y V_H : Velocidad horizontal.

El término $\frac{\delta T}{\delta t}$

se calcula como el cambio temporal de la temperatura verticalmente promediada, definida por

$$\bar{T} = \frac{1}{Z} \int_0^z T dz \text{ para cada fecha}$$

Entonces

$$\frac{\delta \bar{T}}{\delta t}$$

indica el cambio de energía térmica entre ambas fechas, lo que es equivalente a considerar $\frac{\delta \bar{H}}{\delta t}$ donde \bar{H} es la energía calórica de la columna de agua, con

$$\bar{H} = \frac{1}{Z} \int_0^z \rho c_p T dz$$

Si hay un aumento de la capa de mezcla por hundimiento de la termoclina se produ-

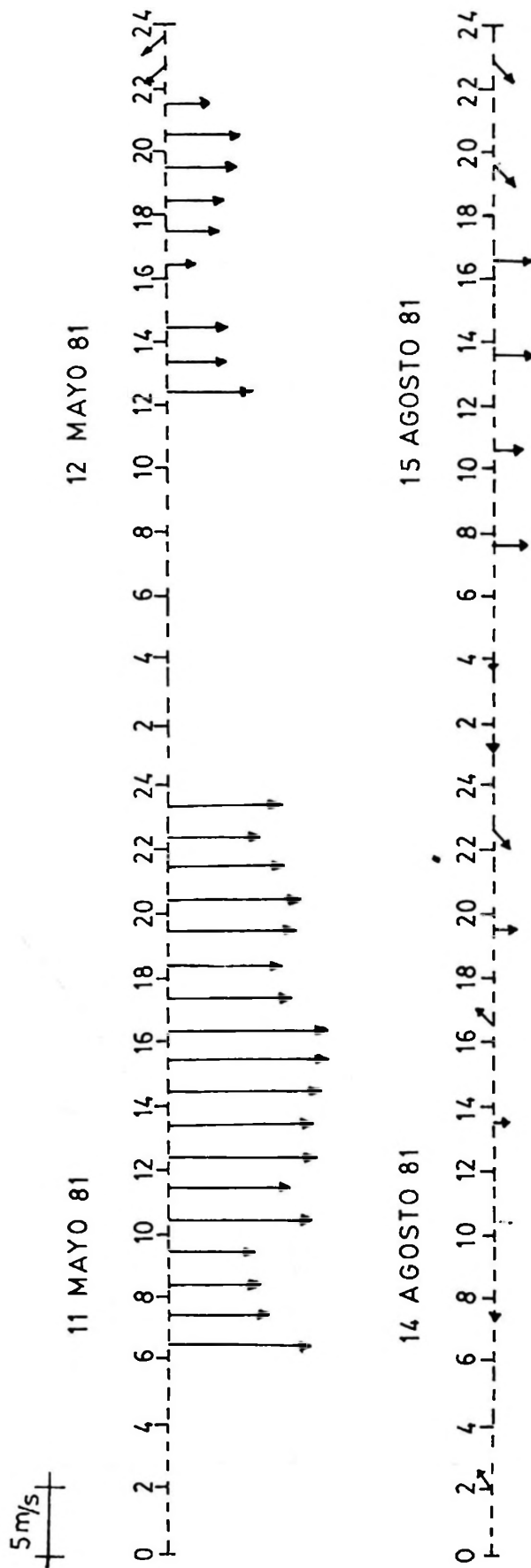


Figura 7. Promedios horarios de la velocidad del viento en los días: a) 11 y 12 de mayo de 1981, obtenidos de registro continuo, en el muelle Chilectra, b) 14 y 15 de agosto de 1981, obtenidos como lectura discreta en el faro Punta Angeles.

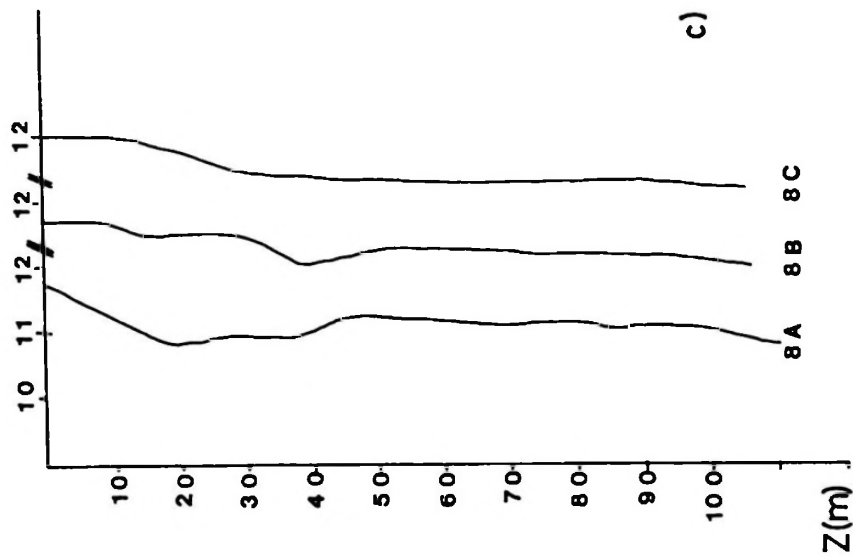
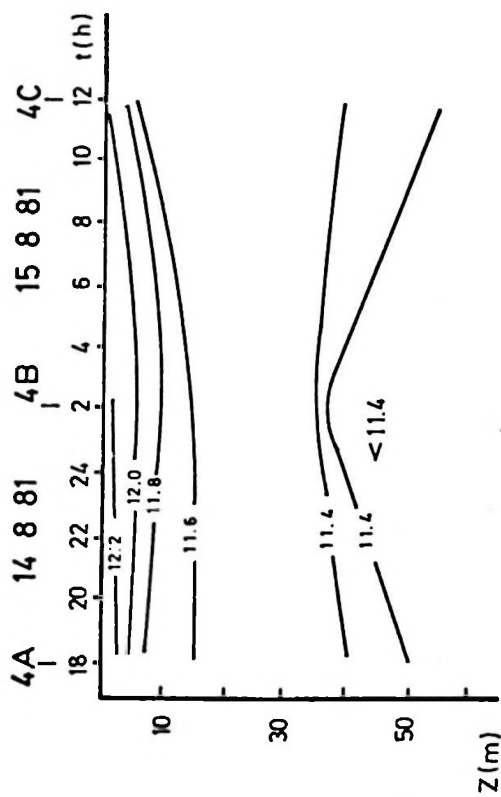
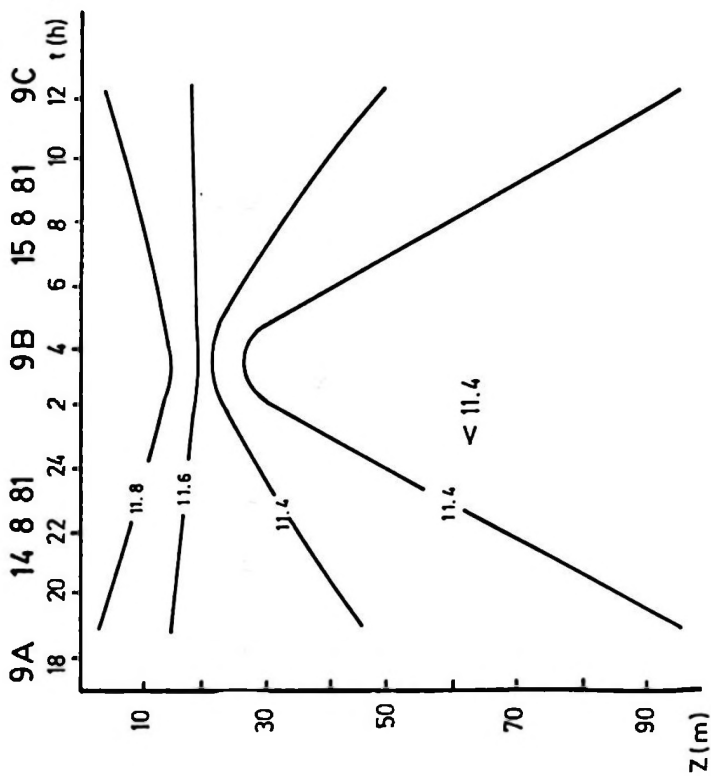


Figura 8. Variaciones temporales de las isotermas de los días 14 y 15 de agosto de 1981: a) Estación 4, b) Estación 9. En c) se muestran variaciones de los perfiles verticales de temperatura en la estación 8.



a)



b)

ce un incremento de la energía que, en este caso, es de tipo advectivo. Entonces, este cambio local es explicado por la entrada de agua más cálida a la bahía (Moraga y Gómez, 1985). Aguas de mayor temperatura, que están presentes en el área en mar abierto, son arrastradas al interior por los vientos norte de los días anteriores al 15 de mayo (Tabla 2).

En agosto de 1981, el término $\frac{\delta \bar{T}}{\delta t}$ es nulo, según se observa en las figuras (4e y 4f). Una estimación más precisa de los cambios locales no se justifica, dado el método utilizado en este trabajo.

Tabla 2
Vientos en el muelle de Chilectra,
mayo de 1981

Día	Magnitud media m/s	Dirección dominante
05	1,9	S
06	3,0	N
07	7,2	N
08	3,2	S
09	1,9	SE
10	3,9	N
11	10,2	N
12	4,5	N
13	3,0	SE
14	2,8	SE
15	2,5	SE

CONCLUSIONES

Las condiciones térmicas de la bahía Laguna Verde cambian estacionalmente y en períodos más cortos, lo cual condiciona el método de muestreo.

Las condiciones normales son de alta variabilidad, pues la bahía no es un medio estacionario ni estable. Las aguas interiores de la bahía son modificadas por la entrada de aguas oceánicas bajo ciertas condiciones como vientos del norte, y surgencia en punta Curaumilla.

La aplicación de la Ecuación del Balance Térmico en la bahía permite apreciar la diferente implicancia que tienen los términos en el tiempo, ya sea estacionalmente como en períodos más cortos.

Cambios verticales en la ubicación de las isotermas en el tiempo indican la presencia

de ondas internas. Además, es importante estudiar las inversiones térmicas (y salinas) en áreas próximas a la costa como indicadores de ondas internas. Otras causas de estas inversiones, tales como aguas surgentes que se hundén, radiación solar, han sido descartadas en este trabajo.

Nota del autor

Las ondas internas han sido observadas por el autor en el interior de la bahía Herradura de Guayacán y a 2 millas de la costa, al sur de la bahía Herradura (Resúmenes de 6ª y 7ª Jornadas de Ciencias del Mar.

AGRADECIMIENTOS

Los datos utilizados en este trabajo son parte del Proyecto E 559-791 y E 850-812 del Servicio de Desarrollo Científico, Artístico y de Cooperación Internacional de la Universidad de Chile (1979 - 1980) y financiado en la etapa final por el Instituto de Matemáticas y Física de la Universidad de Valparaíso (1981). Se agradece encarecidamente este respaldo y la colaboración del personal del citado Instituto en la recolección de la información.

Además, se desea agradecer a un revisor anónimo sus valiosas sugerencias incluidas en esta versión final.

BIBLIOGRAFIA

- ALARCÓN, E. y J. PINEDA. 1969. Descripción Oceanográfica estacional de las aguas frente a Valparaíso. Bol. Cient., Inst. Pesq. Santiago, Chile. N° 11:31 pp.
- ANDRADE, H., J. MORAGA y E. ACUÑA. 1985. Proyecto UV 29/85. Informe de Avance. Universidad de Valparaíso.
- CSANADY, G.T. 1982. Circulation in the Coastal Ocean. D. Riedel, 279 p.
- FONSECA, T. 1981. Variabilidad de las Corrientes en la bahía de Valparaíso. Inv. Mar. 9 (1-2): 36-60.
- FONSECA, T. 1984. Inversión Térmica Costera y su relación con los eventos de surgencia. Biología Pesquera 13: 15-22.
- FONSECA, T. 1985. Física de las Aguas Costeras de la zona Central de Chile, TRALKA. Vol. 2, N° 4: 337-354.
- JOHNSON, D.R., T. FONSECA y H. SIEVERS. 1980. Upwelling in the Humboldt Coastal Current near Valparaíso, Chile. J. Mar. Res. Vol. 38: 1-16.
- MORAGA, J. 1978. Variación de la Temperatura, Salinidad, Altura dinámica y Altura estérica frente a la Costa de Chile. Tesis Esc. de Pesquerías y Alimento. Universidad Católica de Valparaíso. 68 p.
- MORAGA, J. y R. GÓMEZ. 1985. Estudio de la Circulación en la bahía Laguna Verde (33° 06' S; 71° 45' W). Manuscrito no publicado.
- SIEVERS, H. y N. SILVA. 1979. Variación Temporal de las Condiciones Oceanográficas frente a punta Curaumilla, Valparaíso, Chile (mayo 1974 - abril 1975). Inv. Mar. 7 (1): 3-20.

CONSIDERACIONES SOBRE LA ORDENACION DE UNA PESQUERIA EN PEQUEÑA ESCALA

TOWARDS A STRATEGY FOR MANAGEMENT A SMALL-SCALE FISHERY

Omar Defeo*

RESUMEN

Desde 1983, la Sección Recursos Bentónicos del Instituto Nacional de Pesca de Uruguay (INAPE) se halla abocada al estudio de la pesquería de almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854), tomando en cuenta como puntos básicos la interdependencia de variables biológicas y socioeconómicas que pudiesen incidir en la misma.

El presente trabajo brinda resultados preliminares, ya que hasta el momento no se han concluido los modelos analíticos y de producción hasta tanto no se recopile un monto de información básica necesaria, la cual no existe debido a la falta de historia de datos estadísticos de la pesquería.

No obstante, se enuncian algunas conclusiones de interés, tal como talla mínima comercializable, y determinación de 2 épocas diferenciales de explotación, a efectos de considerar cupos de captura distintos en las mismas. Asimismo se discuten medidas que tienden de alguna manera a superar el estado constante de pobreza relativa y absoluta (Panayotou, 1983) existente entre los arrancadores de almeja, fenómeno común en la mayoría de las pesquerías en pequeña escala del mundo.

Palabras claves: Manejo-bivalvos-almejas-pesquería artesanal.

ABSTRACT

Since 1983, the Fisheries Biology Division of INAPE are subject to the study of yellow clam *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) fishery management, including biological and socioeconomic factors.

This paper shows preliminary results, because the absence of catch and effort statistics don't let the development of analytical and surplus production models.

Nevertheless, a minimum size limit to control harvest of small yellow clams and an annual quota divided in unequal seasonal ones are proposed, reflecting the expectation that greater fishing activity and harvest occur from late spring through early fall.

Furthermore, a fishery management plan is discussed, in an attempt to develop a scheme which tends to obtain an optimum biological, social and economic yield from the fishery.

Key words: Management-bivalve-clams-artisanal fisheries.

INTRODUCCION

La almeja amarilla, *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854) ocupa el segundo lugar entre los recursos malacológicos explotados en el Uruguay, precedido del mejillón *Mytilus edulis platensis*. Su explotación se efectúa en pequeña escala durante todo el año en un área de la costa este de 22 kilómetros de extensión, entre las localidades de la Coronilla y la Barra del Chuy, constituyéndose en una pesquería de indudable importancia, fundamentalmente por la opción de empleo

que genera en una zona rural con alto margen de desempleo.

La extracción se realiza utilizando implementos simples de uso manual, tal como palas, y la producción obtenida se acumula en bolsas de arpillera para luego ser transportada en camiones o carros tirados por caballos hacia depósitos situados en la ciudad del Chuy, previo pasaje por la Subprefectura de esa localidad a los efectos de declarar el kilaje extraído.

La concentración de la demanda en manos de unos pocos intermediarios ha llevado

*Sección Recursos Bentónicos. Instituto Nacional de Pesca. Constituyente 1497. Casilla de Correo 1612. Montevideo, Uruguay.

a obtener máximas ganancias en el menor tiempo posible, en detrimento de los pequeños productores independientes, quienes se ven forzados a vender su producción a bajo precio.

Asimismo, al no haber control efectivo hasta el momento, esta pesquería puede ser considerada como una "pesquería de libre acceso o de propiedad común", concepto aplicado por Gordon (1953) a todos aquellos recursos cuya explotación se encuentra sin control alguno por parte de las autoridades respectivas. En este tipo de pesquerías, los pescadores tienden a aumentar el esfuerzo siempre que haya un excedente positivo en los ingresos. Al mismo tiempo se produce una entrada desenfrenada de trabajadores a la pesquería, fundamentalmente como consecuencia de la falta de alternativas laborales. Ambas situaciones conllevan a que tanto esfuerzo pesquero como costos aumenten en forma desmesurada, y por tanto el recurso se reduzca hasta que el rendimiento económico neto sea cero, o sea que los ingresos igualen a los gastos. En consecuencia, y tal como concluye Panayotou (1983), "el acceso libre, cuando se combina con el aislamiento y las características socioculturales de los pescadores en pequeña escala, puede provocar no sólo la desintegración del excedente económico de la sociedad en general, sino también el empobrecimiento de los propios pescadores". Esto lleva al concepto de pobreza relativa de los pescadores en pequeña escala (Panayotou, 1983), medida y definida no sólo mediante comparaciones con el nivel medio nacional de ingresos, sino también, y lo que es más importante, en relación con ingresos y comodidades de grupos socioeconómicos similares, que en este caso incluirían trabajadores rurales y agricultores del Uruguay.

La pesquería ha pasado a ser analizada por INAPE a partir de 1983. Las pautas de manejo que se propondrán seguidamente son el resultado de 3 años de trabajo por parte de la Sección Recursos Bentónicos de INAPE y suponen el análisis de la pesquería desde un punto de vista global, bajo un marco analítico en el cual se integran los aspectos biológicos, económicos y sociales, en un intento de desarrollar un modelo bio-socioeconómico que conforme una respuesta adecuada hacia una eficaz ordenación de la pesquería (Fig. 1).

Dichas consideraciones cobran singular importancia si se toma en cuenta el agravamiento de los problemas socioeconómicos

que actualmente se suscitan sobre la mayoría de las comunidades pesqueras en pequeña escala del mundo, especialmente en países subdesarrollados, donde la notoria falta de empleos alternativos a la pesca hacen que los planes de ordenación deban orientarse fundamentalmente a mejorar la condición de vida de los pescadores.

MATERIAL Y METODOS

La información empleada en este trabajo fue obtenida del "Programa de evaluación de almeja amarilla y berberecho" llevado a cabo por el INAPE en los 22 km de costa de arena donde se desarrolla la pesquería, proyecto el cual viene desarrollándose desde 1983. En consecuencia se integran en este trabajo aspectos de la evaluación del recurso, de su estructura espacio-temporal—tanto a nivel micro como macroestructural— (Defeo, 1985a; Defeo *et al.*, 1986), biología reproductiva (Masello & Defeo, 1986; Masello, 1987), y crecimiento (Defeo, 1985b; Defeo *et al.*, 1988), así como datos de captura y esfuerzo provenientes de diferentes zonas de la playa.

No obstante la enumeración de trabajos en los cuales se basa éste, es necesario hacer algunas puntualizaciones:

1) La curva de crecimiento escogida en este caso proviene de Defeo *et al.* (1988) y se basa en la aplicación del "Método de Ford-Walford" (Pauly, 1983) a la clave largo-edad obtenida en base a la lectura y medición del diámetro ántero-posterior de los anillos de crecimiento que se registran en las valvas.

2) La relación largo-peso que se emplea a modo de ejemplo en este trabajo corresponde a muestreos realizados en primavera de 1982 y cuyos resultados son presentados en Defeo, 1985b.

3) La composición por tallas de las capturas proviene de muestreos llevados a cabo en diferentes zonas de comercialización de almeja amarilla desde 1984. En este trabajo se brindan resultados de la estructura poblacional por tallas para el año 1984.

4) Los efectivos disponibles a que se hace referencia en el texto provienen de evaluaciones llevadas a cabo por un método de área barrida (Defeo *et al.*, 1986). A tales efectos, las muestras fueron tomadas en transectos ubicados cada 1 km, totalizando así 22 transectos a lo largo del arco de playa. En cada uno se ubicaron estaciones de muestreo cada 4 m, muestreándose desde un punto de referencia ubicado al borde de la cadena de du-

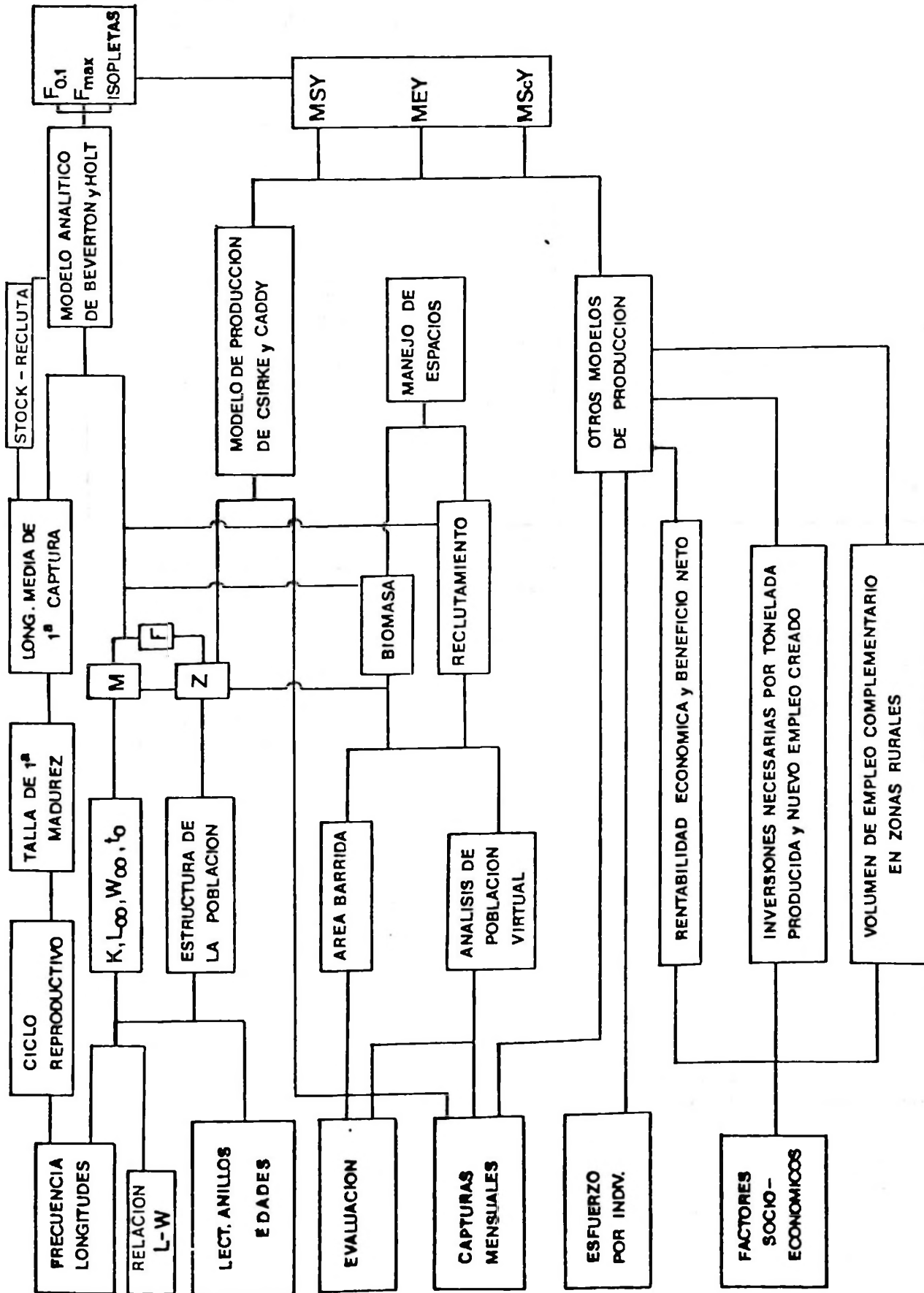


Figura 1. Mesodemas macrotróides. Diagrama de actividades y marco conceptual en el cual se desarrolla el estudio de la pesquería.

nas hasta la finalización del banco de almejas. La playa fue dividida en 4 zonas (A, B, C y D, ver Fig. 2) de tamaño similar, en forma per-

pendicular a la línea de costa, a efectos de identificar zonas con abundancia y actividad pesquera diferentes (Defeo *et al.*, 1986).

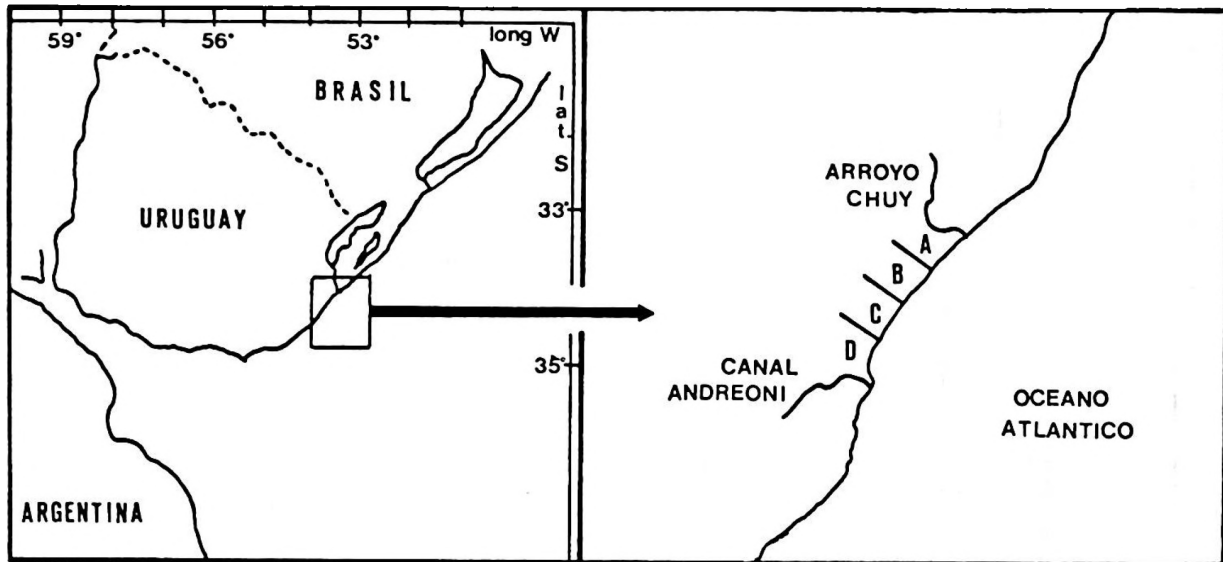


Figura 2. Area de estudio, mostrando la división de la playa Barra del Chuy en cuatro zonas, a efectos de identificar áreas con abundancia y actividad pesquera diferentes.

RESULTADOS

De acuerdo a la talla de primera madurez determinada en base al análisis del ciclo reproductivo, cercana a los 43 mm (Masello & Defeo, 1988), se consideran comercializables aquellos individuos que excedan la talla de 50 mm (edades 2, 3 y 4; Tabla 1).

La medida antedicha resulta adecuada frente a otros fenómenos observados. En efecto, de acuerdo a los histogramas de frecuencia de tallas realizados en base a muestreos comerciales, se advirtió predisposición de los pescadores a descartar individuos me-

nores a ese tamaño, lo cual resulta de una selección por parte del propio mercado (Fig. 3). Asimismo, de la relación largo-peso se constata un incremento bastante pronuncia-

Tabla 1
Mesodesma mactroides:
clave largo-edad según Defeo *et al.* (1988)

Edad (años)	Longitud (mm)
0	0-28
1	29-49
2	50-63
3	64-71
4	72-77

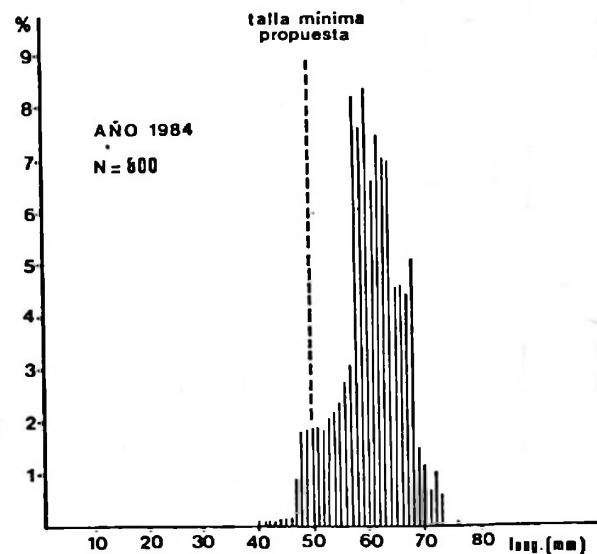


Figura 3. *Mesodesma mactroides*. Histograma de frecuencia-tallas realizado en base a muestreos comerciales para el año 1984.

do en el contenido de pulpa húmeda, lo cual hace que esta talla resulte adecuada para su comercialización no sólo para ser utilizada como carnada, sino también con fines de consumo humano. Cabe agregar que en estudios realizados entre los años 1981 y 1985 (Defeo, 1985b; Masello, 1987) se advirtió un cambio en la forma de la función largo-peso para una misma época, fundamentalmente a partir de tallas de 50 mm, las cuales acusaron en forma significativa las variaciones fisiológicas producidas por el proceso de maduración sexual. A modo de ejemplo, la Fig. 4 muestra que para la relación largo-peso obtenida en primavera 1982 se pudo comprobar un mejor ajuste en esta relación al trazar nuevas curvas, dividiendo los datos de base entre 0 y 50 mm y de 50 mm en adelante.

La biomasa media anual explotable (incluye individuos de las edades 2, 3 y 4) estimada entre 1984 y 1985, asciende a un valor medio cercano a las 230 ton, correspondiente a 18 millones de individuos mayores de 50 mm (Fig. 5). Sin embargo, muestreos realizados desde 1983 revelan un aumento significativo de la biomasa explotable a partir de primavera. Por ejemplo, las evaluaciones realizadas entre noviembre 1984 y marzo 1985 dan un valor promedio de 355 ton de almeja apta para comercialización ($L_1=295$ y $L_2=405$ para un intervalo de confianza del 95%). Los efectivos alcanzaron valores mínimos en los meses de invierno.

El esfuerzo pesquero también se da en forma diferencial a lo largo del año. El fenómeno de extracción en los 22 km de distribución del recurso ha aumentado en forma vertiginosa de 54 ton en 1981 a 219 ton en 1985, de donde cerca del 75% de esas capturas se realizan en primavera y verano, más concretamente entre los meses de noviembre y marzo (Fig. 6). De la misma forma, el esfuerzo pesquero aparece distribuido en el espacio en forma heterogénea, hecho que queda evidenciado en la desigual cantidad de partes de pesca declarados para las diferentes zonas (Fig. 7a), así como de los volúmenes de almeja capturados en ellas (Fig. 7b) para la misma época de referencia (noviembre a marzo).

Dado que *Mesodesma mactroides* es una especie de corta vida y rápido crecimiento (Defeo *et al.*, 1988) y de acuerdo a la historia de datos de captura que se dispone desde 1981 y a la respuesta de la población de almejas frente a esas oscilaciones en la presión pesquera, el efectivo mencionado determinaría

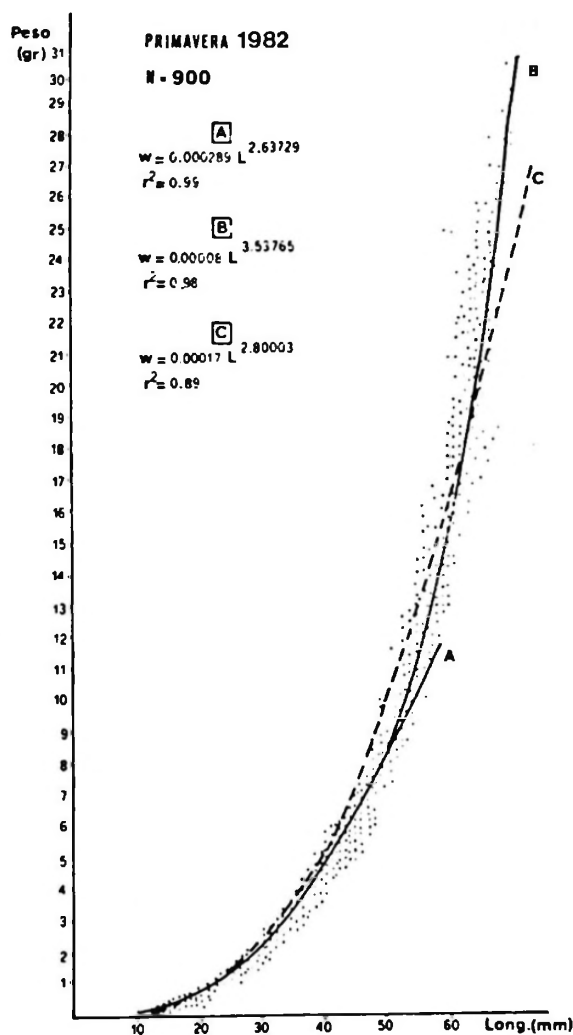


Figura 4. *Mesodesma mactroides*. Relación largo-peso efectuada para primavera 1982. A: curva realizada en base a las longitudes entre 0 y 50 mm. B: curva realizada con longitudes mayores de 50 mm. C: relación largo-peso para el rango total de longitudes.

en forma preliminar un cupo total de captura mensual de aproximadamente 15 ton.

DISCUSION

De los componentes que figuran en el esquema global de estudio de la pesquería (Fig. 1), hasta el presente se ha analizado en profundidad aquellos tópicos inherentes a la determinación de parámetros poblacionales, tanto en base al uso de edades como longitudes (Defeo *et al.*, 1988), evaluación del recurso por métodos de área barrida y análisis de

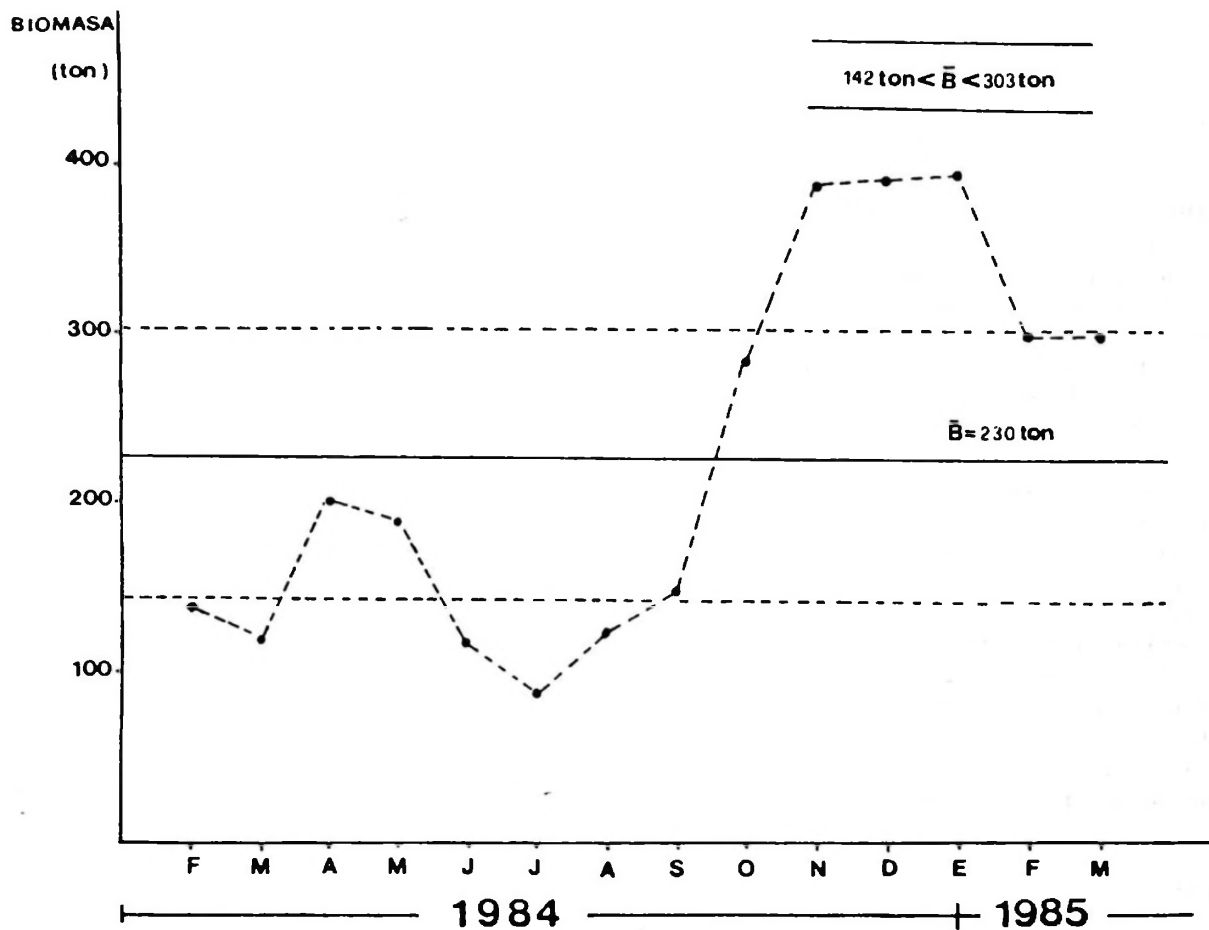


Figura 5. *Mesodesma mactroides*. Evaluación del stock por el método de área barrida en el periodo febrero 1984-marzo 1985.

población virtual (Defeo *et al.*, 1986), estudio histológico del ciclo reproductivo (Masello, 1987) y determinación de la talla de primera madurez sexual (Masello & Defeo, en prensa). Por otra parte, se conocen aspectos de la estructura espacio-temporal del recurso y de las capturas en el área de desarrollo de la pesquería (Defeo *et al.*, 1986).

En consecuencia, podría decirse que se tiene un conocimiento en profundidad de la biología y dinámica poblacional de *M. mactroides*, así como de la acción antropogénica a la cual este recurso está sujeto. Restan aplicarse los modelos analíticos y de producción, dada la carencia del suficiente registro histórico de datos necesarios para llevar a cabo tales análisis (ver Fig. 1). No obstante, pueden ser aplicadas las medidas propuestas en "Resultados", tendientes a manejar el recurso almeja amarilla en una primera instancia.

1. Pautas biológicas

Para regular la pesquería y conseguir los objetivos de explotación establecidos, se puede intervenir directamente regulando el esfuerzo total así como la edad y talla de las capturas. Ambas medidas permiten mejorar la producción de una población para un nivel de esfuerzo dado y en consecuencia aumentar la rentabilidad de la pesquería (Beverton & Holt, 1957; Ricker, 1975; Gulland, 1980).

Con la talla mínima de captura propuesta se esperarí mantener la estructura por edades productivas de la población, aunque cabe remarcar que dicha medida gana efectividad con un control previo del esfuerzo y las capturas. Asimismo, de los resultados derivados de la relación largo-peso se reafirma la diferencia de estados fisiológicos en la población aproximadamente a partir de los 50 mm (talla propuesta), producidos por modificacio-

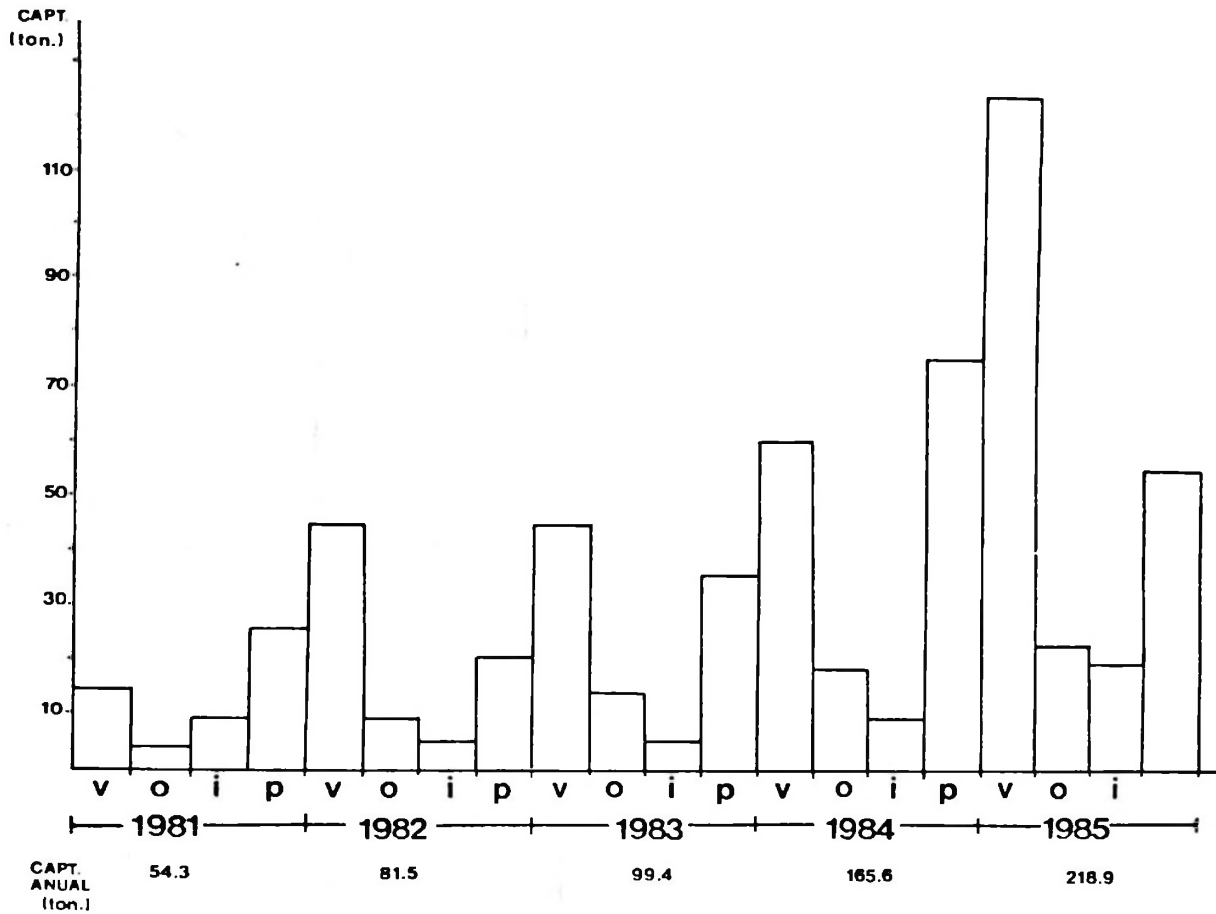


Figura 6. *Mesodesma mactroides*. Capturas agrupadas en forma estacional. Período 1981-1985.

nes sustanciales en su factor de condición, debido a períodos alternados de intensa alimentación y desove (Masello, 1987).

Sin embargo, la talla propuesta debe ser usada con cierta cautela mientras no existan estudios de fecundidad, que permitan determinar con certeza reservas de ejemplares donde se optimice el esfuerzo reproductivo. Es decir, para el caso en que la fecundidad de los organismos aumente mucho con la talla, la estrategia de bajar la presión de explotación sobre los individuos más grandes y tomar un mayor porcentaje de inmaduros sería hasta cierto punto conveniente. El fenómeno de descarte "natural" realizado por los propios pescadores, resultado de una selección por parte del propio mercado, facilitaría la puesta en práctica de la medida, sin que los trabajadores pongan mayores objeciones a la misma.

El cupo de captura mensual propuesto debiera ser corroborado a corto y mediano plazo mediante un enfoque esencialmente

experimental (metodología de ensayo y error) de la ordenación de la pesquería, única opción posible dado el actual estado de conocimiento y posibilidades de ordenación. En consecuencia este valor, así como todos aquellos que se refieren a cupos totales de captura mensual, están sujetos a modificaciones a medida que se acumulen más conocimientos y se mejoran las posibilidades de ordenación que permitan concluir los modelos analíticos y de producción. Estos últimos no podrán realizarse hasta tanto no se recole un monto de información básica necesaria, la cual no existe debido a la falta de datos estadísticos de la pesquería. Si bien el concepto derivado de estos modelos, Rendimiento Máximo Sostenible (MSY), es el tradicionalmente usado en administración de recursos pesqueros, para esta pesquería resulta un objetivo de manejo con visión demasiado simplista de la situación, pues no toma en cuenta la interdependencia ecológica de especies explotadas e ignora aspectos de tipo

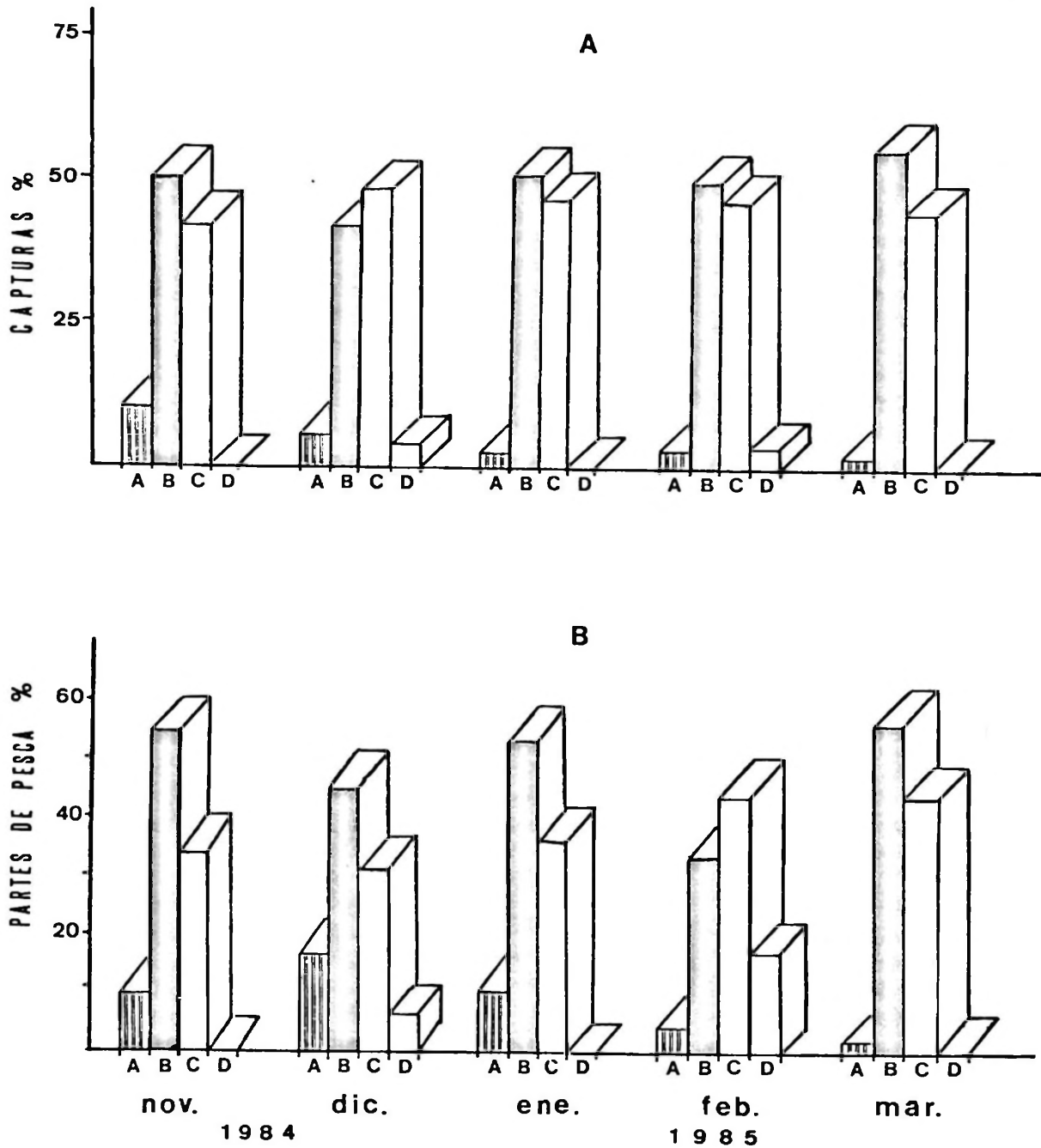


Figura 7. *Mesodesma mactroides*. A: capturas efectuadas en las diferentes zonas en periodos de alta demanda del producto (noviembre 1984-marzo 1985). B: porcentaje de partes de pesca declarados para las diferentes zonas de explotación en el mismo periodo (noviembre 1984-marzo 1985).

social o consideraciones costo-beneficio (Clark, 1976). Además el rendimiento en un año en particular puede estar sujeto a variaciones considerables a partir de fluctuaciones ambientales o de otro tipo que no dependan del esfuerzo pesquero (Clark, 1976; Gulland, 1983) y que también sean capaces de reducir la estabilidad integral de las pobla-

ciones (sensu Troadec, 1983). Por estas razones se usan conceptos como Rendimiento Promedio Máximo Sostenible (MSAY), o sea, rendimiento bajo condiciones ambientales promediales. Se debe reconocer que, si bien ambos conceptos (MSY; MSAY) maximizan una cantidad, aseguran que ésta pueda ser sostenible y proporcionan un cierto tonelaje

que indica de alguna forma el estado de la pesquería (Gulland, 1983), su aplicabilidad puede no ser adecuada en este tipo de recursos.

En efecto, para el caso de stocks relativamente sedentarios como el de almeja amarilla, la utilización de estos modelos se hace problemática, pues no consideran la heterogeneidad en la distribución espacial de los organismos y en el esfuerzo pesquero (Caddy, 1975; Hall, 1983; Conan, 1984; 1986; Lasta *et al.*, en prensa).

Dado que esta pesquería está sujeta a grandes cambios en su estructura poblacional inclusive para una misma estación del año (Defeo *et al.*, 1986), aparece necesario reconocer subperíodos durante los cuales tanto la disponibilidad como capturabilidad del stock permanezca constante. Este hecho permite a su vez determinar las tendencias cíclicas en disponibilidad y abundancia de un stock (Panayotou, 1983; Caddy, 1985; Nicholls, 1985).

Por tanto, la detección y cuantificación de la variabilidad espacio-temporal en la composición y estructura de la población de almeja amarilla y en la distribución del esfuerzo pesquero, pasan a ser de relevancia para el manejo de la pesquería.

Por un lado, es notoria la diferencia en la magnitud del esfuerzo pesquero entre zonas, evidenciado en parte por la desigual cantidad de partes de pesca declarados para dichas zonas, así como los volúmenes de almeja capturados en las mismas. Así también es notoria la marcada estacionalidad de la pesquería, fundamentalmente como consecuencia de la mayor demanda del mercado entre noviembre y marzo.

Por otra parte, Defeo *et al.* (1986) constataron una tendencia a la estacionalidad en la accesibilidad y abundancia de almeja amarilla; en líneas generales dichos autores encuentran que la fracción comercializable de la población resulta mayormente accesible y es más abundante durante los meses de verano. Además las zonas centrales (B y C) resultaron ser más abundantes que las marginales (A y D) en todas las estaciones del año.

Dada la heterogeneidad espacio-temporal, tanto en la estructura y abundancia de la población como en la distribución del esfuerzo pesquero, para la ordenación de la pesquería resultaría más factible de ser aplicado con éxito otro tipo de técnicas diferentes a modelos de producción, tal como el manejo de espacios propuesto por Caddy

(1975). Así se dividiría a la playa en subáreas a ser explotadas en unidades independientes y al mismo tiempo se consideraría a la población como compuesta de subpoblaciones discretas, aun cuando la misma se encuentra continuamente distribuida (a nivel macroestructural) en los 22 km estudiados.

Considerando este esquema de trabajo y tomando en cuenta la heterogeneidad descrita, es factible proponer a las zonas marginales A y D como unidades de explotación para períodos de baja demanda del producto (abril a octubre). Esto permitiría preservar a las zonas más abundantes (B y C) para épocas de mayor demanda del recurso, mayor accesibilidad al mismo y en consecuencia mayor disponibilidad de empleo.

Para esta pesquería también sería aplicable la estrategia de rotación óptima, técnica utilizada primariamente en recursos forestales y discutida en pesquerías para el modelo de Beverton & Holt (Clark *et al.*, 1973; Clark, 1976). La rotación óptima también considera interacciones entre los ciclos de actividad pesquera que difieren en intensidad, fluctuaciones de mercado y accesibilidad y abundancia del recurso en diferentes períodos. Esta técnica ha sido propuesta por Penchaszadeh (1974), Hall (1983) y Lasta *et al.* (en prensa) para bancos de recursos bentónicos sésiles y relativamente sedentarios.

Considerando la dinámica espacio-temporal del recurso almeja amarilla, la aplicación de la rotación óptima podría surgir como factible. Cabe agregar que Olivier & Penchaszadeh (1968a; 1968b) también sugieren una explotación comercial escalonada para bancos de este bivalvo, diferenciando zonas y secciones de explotación de acuerdo a un criterio geográfico.

Muchas veces, el fácil acceso al recurso, la coexistencia de pesca deportiva y comercial y la carencia de centros localizados de industrialización y comercialización del producto, hacen del esfuerzo de regulación algo costoso y en muchos casos, sumamente inefectivo. Debido a estas dificultades en el control de las medidas de manejo impuestas en pesquerías de moluscos bivalvos, muchos administradores pesqueros centran sus decisiones en predecir las características del reclutamiento anual y a continuación determinar las estrategias asociadas a tal fenómeno (Marcheseault *et al.*, 1980; Nicholls, 1985; Brousseau & Baglivo, 1984).

Si bien en este caso se suscitan algunos de los problemas mencionados, el área reducida

de extensión del recurso no requiere una operación costosa. Asimismo, también resultaría factible aplicar el manejo de espacios propuesto de acuerdo a patrones de reclutamiento, protegiendo ciertas áreas donde predominen los reclutas. En este caso también las zonas centrales B y C serían nuevamente las escogidas para su preservación.

Dado que la evidencia biológica, sugiere que el reclutamiento en especies bentónicas con fase larval planctónica es altamente variable y generalmente no está relacionado a la abundancia del stock parental (Coe, 1953; Coe, 1956; Hancock, 1973; Woodin, 1976; Penchaszadeh, 1979; Hughes & Bourne, 1981; Sainsbury, 1982; Ansell, 1983; Nicholls, 1985; Connell, 1985; Roughgarden *et al.*, 1985; Castilla & Paine, 1987), hecho también observado para *Mesodesma mactroides* (Defeo *et al.*, 1986), el manejo de espacios aparece como una medida razonable. Tal medida debe complementarse con un programa de muestreo periódico del recurso, estadísticas de captura y rendimiento confiables y una eficiente supervisión de las actividades pesqueras.

2) Consideraciones socioeconómicas

De las pautas biológicas esbozadas anteriormente, pueden deducirse otro tipo de medidas indisolublemente ligadas a éstas y que se ven dirigidas a lograr el éxito en el manejo de la pesquería. Tal concepto implica un óptimo manejo de cualquier recurso renovable, no sólo desde el punto de vista de la biomasa para ser extraída, sino también considerar aquellas variables socioeconómicas que repercutan en forma directa en la población de pescadores y por extensión en el mismo recurso (Crutchfield, 1979; Mitchell, 1979; Clark, 1980). Estas consideraciones adquieren mayor importancia si se estudia a una pesquería como un sistema dinámico compuesto por el recurso, las características de su área de distribución y el hombre, interactuando en tiempo y espacio (Dickie, 1979; Saita, 1980; Castilla & Durán, 1985).

Gulland (1984) afirma que si se mira un stock en el contexto de la economía de un país, se tenderá a determinar un Rendimiento Económico Sostenible (MEY) que se traduzca en mayores beneficios que con el logro con el MSY. Asimismo Saxena (1984) establece que los parámetros económicos, tales como relación costo-beneficio y MEY, guían a los investigadores a tomar decisiones

prácticas y efectivas en el manejo de recursos, fundamentalmente en pesquerías multiespecíficas y artesanales realizadas con diferentes tipos de artes, donde es difícil evaluar el tamaño del stock. Sin embargo, Munro (1984) afirma que las curvas de rendimiento, gobernadas por parámetros biológicos y ecológicos, deben ser prioritariamente establecidas, para luego ser convertidas en divisas y confrontarlas con los costos estimados y así evaluarlas en términos socioeconómicos.

Concordando con estos conceptos, la elección final de un nivel óptimo de explotación para la especie consistirá en la maximización de los retornos socioeconómicos, los cuales a su vez estarán sujetos a la incidencia de parámetros biológicos y económicos.

Es por esta razón que, sin perjuicio de establecer en las consideraciones biológicas cupos totales de captura, los mismos serán cuestionados y hasta cierto punto modificados al profundizar en los aspectos mencionados, donde se definirá un *volumen de pesca mínimo rentable por pescador*. Este estará en definitiva más cercano a lo que actualmente se conoce como Rendimiento Máximo Social (MScY), concepto utilizado fundamentalmente en pesquerías en pequeña escala, en las cuales el aspecto socioeconómico debe considerarse prioritario frente a parámetros biológicos y estrictamente económicos. No obstante, estos parámetros también se incorporan a la determinación del MScY, lo cual conlleva a la estructuración del modelo bio-socioeconómico buscado.

La técnica de rotación óptima sugerida también permite balancear aspectos socioeconómicos y biológicos, ya que contempla interacciones entre ciclos de actividad pesquera, calidad del hábitat y estructura de la población en los diferentes períodos, así como fluctuaciones del mercado referidas fundamentalmente a cambios en la tasa de interés (Hall, 1983).

En consecuencia será factible en la pesquería de almeja amarilla manipular la tecnología o la distribución espacial y estacional del esfuerzo, así como su cantidad global, con el objeto de potenciar al máximo las capturas. Por tales razones y debido al incremento que experimenta el esfuerzo de pesca durante el verano, junto con el aumento de la demanda comercial del producto con destino de consumo humano en balnearios de la costa atlántica uruguaya, se recomienda tratar en forma diferencial 2 épocas:

A) Una de menor intensidad de explotación, que iría desde abril a noviembre. Como ya se ha dicho, en esta etapa la extracción disminuye, tanto por una merma considerable de demanda comercial del producto como por la migración que realiza la especie hacia el infralitoral, producida por la interacción de parámetros bióticos y abióticos que la condicionan (Defeo, 1985a, Defeo *et al.*, 1986). Esta "estación biológica" varía obviamente con el clima imperante en cada año. En este caso se recomienda un cupo total de captura por mes, inferior a la que se hace en la temporada de alto consumo, la cual, de acuerdo a datos contenidos en los partes de captura desde 1981 y a las evaluaciones realizadas, sería de 10 ton/mes no acumulables. Más allá de los fenómenos biológicos citados, es dable remarcar la incidencia de la demanda del producto en este período de explotación, ya que a pesar de que suscitan impedimentos en la accesibilidad del recurso, tal situación no sería limitante en caso de haber alta demanda aún en la estación invernal, pues seguramente se dispondría de una mayor capacidad de innovación técnica que, hasta el momento, no resulta necesaria.

B) En la época estival, caracterizada por un sensible aumento en la demanda comercial de almeja amarilla y por consiguiente en la explotación, se propone un cupo de captura total de 30 ton/ mes a los efectos de poder satisfacer dicha demanda. Esta medida tendría vigencia desde el 1 de diciembre hasta el 31 de marzo incluido.

Dado que existe una distribución espacio-temporal de grupos de edad más o menos definido (Defeo, 1985a; Defeo *et al.*, 1986), dicho período optimiza la combinación adecuada de grupos de edad, por lo cual el reparto diferencial de cupos adquiere bases biológicas más sólidas.

Cabe remarcar que los valores mencionados variarán de acuerdo a las evaluaciones estacionales.

3) Reglamentación de la ordenación de la pesquería

Tomando en cuenta numerosos antecedentes, el estudio de la economía pesquera en esta pesquería resulta relativamente simple, ya que no incluye gastos significativos de explotación, tales como compra y mantención de artes de pesca, de eventuales barcos, etc. Por tal razón el retorno económico neto, que considera el valor del monto pescado

menos el costo que implicó dicha operación, quedaría restringido a evaluar un menor número de variables, entre las cuales figura la cantidad de pescadores a autorizar. En efecto, si bien en teoría un recurso natural pertenece a la Nación y en consecuencia a cualquiera que desee explotarlo, para lograr el correcto manejo de un recurso pesquero desde un punto de vista de colecta estadística, así como bajo los aspectos biológico, económico y social, resulta deseable circunscribir la actividad recolectora a un número limitado y bien identificado de individuos. En caso de hacerlo, sería recomendable que ese número no fuese demasiado elevado, pues de lo contrario la cuota parte del volumen a extraer correspondiente a cada pescador será tan pequeño que no justificaría la actividad pesquera. Si bien en primera instancia estos conceptos resultan teóricamente consistentes, es de hacer notar que en la práctica el hecho de reducir o limitar la entrada de pescadores a una pesquería trae aparejado una serie de inconvenientes que muchas veces se hacen difíciles de superar (Needler, 1979; Scott, 1979).

Como una primera aproximación, y dado el bajo nivel económico de los pescadores y las escasas posibilidades laborales de la zona en otros ámbitos, pudiera pensarse que un beneficio neto equivalente a 1.5 salarios mínimos nacionales sería razonable. A consecuencia de este cálculo, el número de pescadores estaría dado por el cociente entre el retorno económico neto aplicado a los cupos totales por temporada y 1.5 salarios mínimos. Obviamente este valor variará de acuerdo a los resultados que se desprendan de las evaluaciones estacionales, los cuales definirán el cupo total por temporada autorizado a extraer. A partir de este estudio se definirá el ya expresado volumen de pesca mínimo rentable por pescador, el cual será analizado junto con los valores de rendimiento que se desprendan de los modelos de rendimiento por recluta y producción, a efectos de determinar la viabilidad de la pesquería.

Entre las medidas de fiscalización propuestas, merecen citarse:

A) La extracción de almeja amarilla debe seguir siendo realizada como hasta el presente, con la utilización de implementos simples de tipo manual (palas). A primera vista parecería absurda toda medida tendiente a limitar la eficiencia. Sin embargo, se dan razones de índole biológico, económico y social para no tecnificar la pesquería:

A1) Biológicas. Aun cuando se estableciera un cupo máximo de captura para no afectar el recurso, la tecnología aplicada a la extracción llevaría a que, en vez de efectuarse durante todo el año, ese cupo fuera alcanzado en un breve lapso que pudiera incidir sobre algún momento clave del ciclo vital de la especie. Por otra parte, la extracción mecánica posiblemente incrementaría el número de individuos rotos, que mueren sin resultados aprovechables.

A2) Económicas. El fenómeno precipitado de capturas en un breve lapso llevaría a una baja del precio de venta o a la necesidad de almacenaje del producto para ir liberándolo de a poco en el mercado, con el consiguiente gasto y pérdida de calidad. Asimismo cada pescador intentaría extraer el mayor porcentaje de la cuota, lo cual derivaría en un antieconómico sobredimensionamiento en la modalidad extractiva.

A3) Sociales. La tecnificación en dicha modalidad conferiría una amplia ventaja a quienes dispongan de elevado capital y concentraría en pocas manos el aprovechamiento del recurso. En consecuencia esta modernización en la maquinaria podría ser catalogada como no distributiva, donde tampoco se puede prever ningún mejoramiento a largo plazo de los intereses y excedentes económicos, y al mismo tiempo puede provocar la eventual retirada de muchos pescadores que tienen en esta pesquería su única fuente de ingresos.

B) Los permisos de pesca otorgados deben ser *personales e intransferibles*, medida actualmente válida en teoría, pero que no se ha efectivizado en la práctica. La cantidad de permisos concedidos estará de acuerdo con los cupos totales de captura obtenidos para la época y obviamente dependerá del estudio económico que evalúe la viabilidad de la pesquería. De esta manera se controla el acceso a la pesca con objeto de potenciar al máximo los ingresos económicos derivados de la misma.

Se deberán expedir en forma diferencial permisos de pescadores y comerciantes, aunque ambos revestirán la misma calidad de personales e intransferibles. Tal distinción contribuiría a diferenciar funciones que en la actualidad se realizan indistintamente, lo cual dificulta todo intento de dimensionar la pesquería en forma adecuada.

C) Teniendo en cuenta consideraciones anteriormente expuestas, se otorgaría un cupo de captura por mes a cada pescador, auto-

rizado por su respectivo permiso de pesca. El kilaje asignado debiera reportar un retorno económico neto equivalente a 1.5 salarios mínimos por mes. Obviamente el monto de capturas asignado fluctuará según la temporada que se considere. El otorgamiento de cupos deberá beneficiar a aquellos arrancadores con la historia en la zona, hecho que se verificará en base a su figuración en los permisos de pesca hasta el momento concedidos. A su vez podrán otorgarse cupos colectivos en caso de núcleos familiares o de autogestión, los cuales serán preestablecidos. No se permitirá vender el cupo a terceros, pues de esta manera se produciría acumulación de mercadería por parte de intermediarios con mayor potencial económico. Se controlará la actividad de cada pescador, pudiéndose llamar la atención a aquel que no figure en los partes de pesca a lo largo de un año. En este punto debe remarcarse que la introducción de consideraciones sociales influirá en la cantidad de cupos a ser asignados, por lo cual se manejarán preferentemente conceptos o ideas similares al MScY, cuyo beneficio social neto permite el incremento del esfuerzo pesquero de EMEY a EMScY (Fig. 8; de Panayotou, 1983).

D) A los efectos de establecer claramente la cantidad de permisos y cupos a conceder, se deberá determinar un precio único común de comercialización, tomando en cuenta solamente la comercialización de almeja con valvas. Dicho precio será calculado en función de un estudio de mercado que tome en cuenta la operación que abarca desde la extracción del marisco hasta el valor de venta en plaza.

E) Finalmente se recomienda fomentar la formación de una cooperativa de mercadeo del producto. Generalmente se considera que una cooperativa de este tipo, que disponga de un sistema racional y moderno de distribución y estabilización de precios, puede contribuir en gran medida a mejorar las condiciones de los pescadores. Su principal objetivo sería recibir, elaborar y comercializar las capturas obtenidas por sus miembros. Este tipo de cooperativas se recomienda en aquellas pesquerías en pequeña escala, cuando las instalaciones y los medios de mercadeo son escasos. Por lo general sucede que cuando estos medios existen, están en poder de intermediarios privados, los cuales ejercen una influencia considerable sobre los pescadores y constituyen el principal obstáculo para un desarrollo equitativo de la comercialización

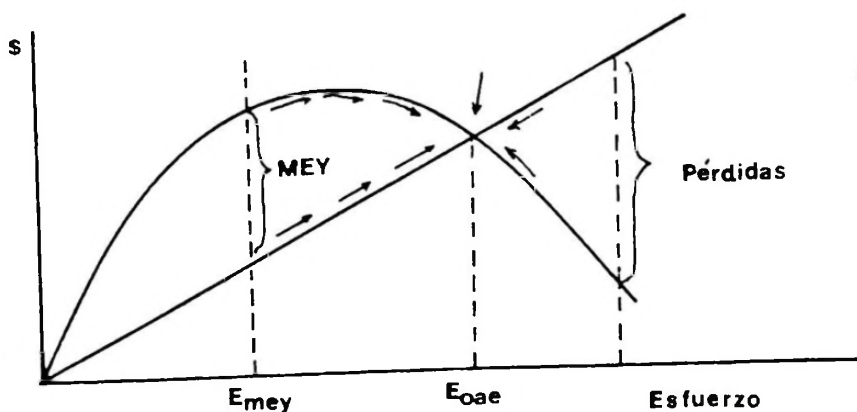
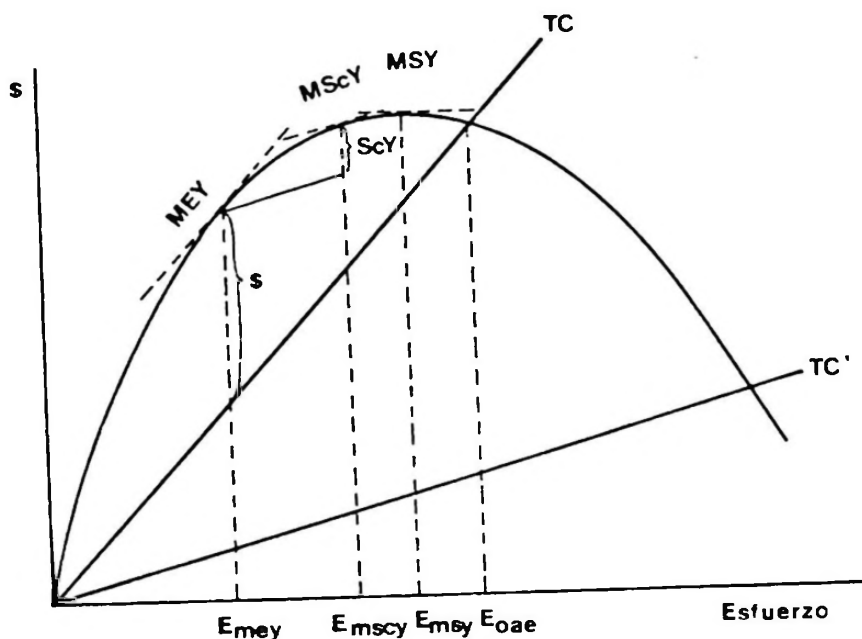


Figura 8. Curvas teóricas de rendimiento. MSY: rendimiento máximo sostenible. MScY: rendimiento social máximo. MEY: rendimiento económico sostenible. ScY: rendimiento social. TC, TC: costos totales. E_{mey} , E_{mscy} y E_{msy} : esfuerzos óptimos para MEY, MScY y MSY, respectivamente. E_{oae} : esfuerzo estable en una pesquería de libre acceso.

del producto. Sin dejar de reconocer los problemas que se suscitan en este tipo de nucleamiento de pescadores en pesquerías en pequeña escala (Johnson, 1983), una cooperativa de mercadeo aparece como el objetivo prioritario para mejorar el sistema de comercialización existente y garantizar a sus socios un servicio muy superior al actualmente realizado. Obviamente, la formación de esta cooperativa deberá incluir programas de ca-

pacitación que hagan pensar al pescador en la responsabilidad que trae implícita su participación en esta organización. La aplicación de programas de capacitación a pescadores artesanales viene siendo recomendada con mayor insistencia en las pesquerías en pequeña escala de muchas partes del mundo (Pollnac & Sutinen, 1979; Regier, 1982; Salaya *et al.*, 1985). Asimismo, deberá estudiarse la posibilidad de que esta cooperativa venda

productos con mayor valor agregado y en condiciones higiénico-sanitarias adecuadas, situación que debe ser contemplada en cualquier pesquería en pequeña escala si se desea una incidencia que exceda el ámbito local (Robins, 1979).

En base a tales consideraciones, es dable esperar que este recurso abra buenas perspectivas para la formación de una pesquería artesanal organizada, con una política de justa distribución de las ganancias y donde la intervención de los intermediarios desaparezca, en caso de que éstos tiendan a lograr el monopolio de comercialización y deterioren la situación económica de los pescadores.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al prof. Guillermo Arena (INAPE, Uruguay), Dr. Martín Hall (Halibut Commission, USA), Dr. Mario Lasta (INIDEP, Argentina) y Dr. Eduardo Tarifeño (Pontificia Universidad Católica de Chile), por la revisión crítica del manuscrito y valiosas sugerencias brindadas. Un referé anónimo aportó interesantes observaciones que enriquecieron el trabajo. Por último deseo agradecer especialmente el financiamiento otorgado por UNESCO a través de una beca de perfeccionamiento (carta-contrato 241.669.7) en la Pontificia Universidad Católica de Chile, durante la cual este trabajo fue finalizado. La investigación está enmarcada dentro del Proyecto del Instituto Nacional de Pesca (Uruguay) referido a "Evaluación de los recursos almeja amarilla y berberecho" (Exp. 42/02/027450).

REFERENCIAS

- ANSELL, A.D. 1983. The biology of the genus *Donax*. En: Sandy beaches as ecosystems. 607-636. A. McLachlan & T. Erasmus (ed.). The Hague. W. Junk.
- BEVERTON, R.J.H. & S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *U.K. Ministry of Agriculture and Fisheries, Fishery Investigation Service* 2(19): 533 pp.
- BROUSSEAU, D.V. & J.A. BAGLIVO. 1984. Sensitivity of the population growth rates to changes in single life history parameters: its application to *Mya arenaria* (Mollusca: Pelecypoda). *Fisheries Bulletin*, 82(3): 537-541.
- CADDY, J.F. 1975. Spatial model for an exploited shellfish population, and its application to the Georges Bank scallop fishery. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 32: 1305-1328.
- CADDY, J.F. 1985. Analysing seasonal fishery data for natural mortality rate and recruitment. En *FAO Informe de Pesca, Supl.* 327: 273-285.
- CASTILLA, J.C. & L.R. DURÁN. 1985. Human exclusion from the rocky intertidal zone of Central Chile: the effects on *Concholepas concholepas* (Gastropoda). *Oikos*, 45: 391-399.
- CASTILLA, J.C. & R.T. PAINE. 1987. Predation and community organization on Eastern Pacific, temperate zone, rocky intertidal shores. *Revista Chilena de Historia Natural*, 60: 131-157.
- CLARK, C.W. 1976. Mathematical bioeconomics: the optimal management of renewable resources. John Wiley & Sons, Inc., 352 pp.
- CLARK, C.W. 1980. Towards a predictive model for the economic regulation of commercial fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 1111-1129.
- CLARK, C.W., G. EDWARDS & M. FRIEDLAENDER. 1973. Beverton-Holt model of a commercial fishery: Optimal dynamics. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 30: 1629-1640.
- COE, W.R. 1953. Resurgent populations of littoral marine invertebrates and their dependence on ocean currents and tidal currents. *Ecology*, 34: 225-229.
- COE, W.R. 1956. Fluctuations in populations of littoral marine invertebrates. *Journal Marine Research*, 15(3): 212-232.
- CONAN, G.Y. 1984. Do assumptions commonly used for modelling populations of finfish apply to shellfish species? International Council for the Exploration of the Sea. Shellfish Committee, C.M. 1984/K:49: 20 pp.
- CONAN, G.Y. 1986. Dynamics of harvested populations of crustacean species. The example of the Juan Fernandez spiny lobster. X Congreso Latinoamericano de Zoología. Viña del Mar (Chile), 20-26 octubre 1986. Resumen.
- CONNELL, J.H. 1985. The consequences of variation in initial settlement vs. post-settlement mortality in rocky intertidal communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 93: 11-45.
- CRUTCHFIELD, J.A. 1979. Economic and social implications of the main policy alternatives for controlling fishing effort. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 36: 742-752.
- 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 Departamento de Oceanografía, Montevideo*, 2(3): 50-75.
- DEFEO, O. 1985b. Ibid. II. Dinámica de la población. *Contribuciones Departamento de Oceanografía, Montevideo*, 2(4): 76-98.
- 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. 1988. Consideraciones metodológicas para el estudio del crecimiento en moluscos bivalvos. *Informes de UNESCO en Ciencias del Mar*, 47: 135-148.
- DEFEO, O.; M. REY & J. CASCUDO (en prensa). Estimaciones de stock del recurso *Mesodesma mactroides* en base al análisis de cohortes (Pope, 1972). *Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo*.
- DICKIE, L.M. 1979. Perspectives of fisheries biology and implications for management. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 36: 838-844.
- GORDON, H.S. 1953. An economic approach to the optimum utilization of fishery resources. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 10: 442-447.

- GULLAND, J.A. 1981. An overview of applications of operations research in fishery management. En: Applied operations research in fishing, 125-135. B. Haley (ed.). NATO Conference Series. Serie II: Systems Science.
- GULLAND, J.A. 1983. Fish stock assessment: a manual of basic methods. FAO/Wiley Series on food and agriculture. 1: 223 pp.
- GULLAND, J.A. 1984. Advice on target fishing rates. *Fishbyte* 2(1): 8-11.
- HALL, A.M. 1983. A spatial approach to the population dynamics of the Manila clam (*Tapes philippinarum*). Ph.D. Dissertation, University of Washington, USA. 244 pp.
- HANCOCK, D.A. 1973. The relationship between stock and recruitment in exploited invertebrates, *Rapport et procès-verbaux des réunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 164: 113-131.
- HUGHES, S.E. & N. BOURNE. 1981. Stock assessment and life history of a newly discovered Alaska surf clam (*Spisula polynyma*) resource in the southeastern Bering Sea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38: 1173-1181.
- JOHNSON, J. 1983. A proposed FAO strategy for integrated development in small-scale fishing communities. En: Estudios de casos y documentos de trabajos presentados en la consulta de expertos para el desarrollo pesquero (con especial referencia a la pesca artesanal). Roma, 10-14 de mayo de 1983. *FAO Informe de Pesca* 295 (Supl.): 279-286.
- LASTA, M.L.; A. PARMA, M. PASCUAL & F. ZAMPATTI (en prensa). Consideraciones sobre la explotación del mejillón (*Mytilus edulis platensis*) en la costa bonaerense. Resultados de la campaña de prospección del Banco Faro Querandi (junio, 1981). *Revista de INIDEP N° 5*, Argentina.
- MARCHESSEAU, G.; J. MUELLER; L. VIDAËUS & G. WILLETTE. 1981. Bioeconomic simulation of the Atlantic sea scallop fishery: a preliminary report. En: Applied operations research in fishing, 375-392. B. Haley (ed.). NATO Conference Series. Serie II: System Science.
- MASELLO, A. 1987. Consideraciones sobre crecimiento y biología reproductiva de la almeja amarilla *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854). Tesis para optar a la Licenciatura en Oceanografía Biológica. Facultad de Humanidades y Ciencias, Uruguay: 121 pp.
- MASELLO, A. & O. DEFEO. 1984. Ciclo reproductivo de *Mesodesma mactroides*. Primer Simposio Científico de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo. Resumen.
- MASELLO, A. & O. DEFEO. 1986. Determinación de la longitud de primera madurez sexual en *Mesodesma mactroides* (Deshayes, 1854). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay*, 6(51): 387-392.
- MITCHELL, C.L. 1979. Bioeconomics of commercial fisheries management. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 36: 699-704.
- MUNRO, J.L. 1983. A cost-effective data acquisition system for assessment and management of tropical multispecies, multi-gear fisheries. *Fishbyte*, 1(1): 7-12.
- MUNRO, J.L. 1984. Economic data for fisheries assessment. (Reply to B.S. Saxena). *Fishbyte* 2(1):3.
- NEEDLER, A.W.H. 1979. Evolution of Canadian fisheries management towards economic rationalization. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 36: 716-724.
- NICHOLLS, B. 1985. Management of the Atlantic surf clam fishery under the Magnuson Act., 1977 to 1982. En: *FAO Fisheries Report* (289) (Supl.) 3: 431-447.
- 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 de Desarrollo Pesquero FAO, Servicio de 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 de Desarrollo Pesquero FAO, Servicio de 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 de Desarrollo Pesquero FAO, Servicio de Información Técnica*, 27: 90 pp.
- PANAYOTOU, T. 1983. Conceptos de ordenación para las pesquerías en pequeña escala: aspectos económicos y sociales. *FAO, Documento Técnico de Pesca*, (228): 60 pp.
- PAULY, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO, Documento Técnico de Pesca* (234): 49 pp.
- PENCHASZADEH, P.E. 1974. Ecología del mejillón *Mytilus platensis* d'Orb. de bancos circalitorales. Tesis doctoral, Universidad Nacional Buenos Aires: 188 pp.
- PENCHASZADEH, P.E. 1979. Estructura de la comunidad y procesos que la determinan en bancos circalitorales de mejillón *Mytilus platensis*. Seminario UNESCO 1978: 131-147.
- POLLNAC, R.B. & J.G. SUTINEN. 1980. Economic, social, and cultural aspects of stock assessment for tropical small-scale fisheries. En: Assessment of tropical small-scale fisheries. S. Saila & P. Roedel (ed.). International Center of Marine Research Development. University of Rhode Island.
- REGIER, H.A. 1982. Training course on the management of small-scale fisheries in the inland waters of Africa: conceptual framework and approaches for the acquisition of key resource information. *FAO Fisheries Circular* (752): 25 pp.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 382 pp.
- ROBINS, C.R. 1980. Small-scale fisheries-politics and unfulfilled promise. En: Assessment of tropical small-scale fisheries. 74-77. S. Saila & P. Roedel (ed.). International Center Marine Research Development. University of Rhode Island.
- ROUGHGARDEN, J.; Y. IWASA & C. BAXTER. 1985. Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. *Ecologic*, 66: 54-67.
- SAILA, S.B. 1980. Some environmental considerations for stock assessment of small-scale fisheries. En: Assessment of tropical small-scale fisheries. 60-69. S. Saila & P. Roedel (ed.). International Center Marine Research Development. University of Rhode Island.
- SAINSBURY, K.J. 1982. Population dynamics and fishery management of the paua, *Haliotis iris*. II. Dynamics and management as examined using a size class population model. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 16: 163-173.

- SALAYA, J.J.; L. OSORIO & T. GUEDEZ. 1985. Diagnóstico de la pesca artesanal en San Juan de los Cayos para el periodo 1981-1984. INTECMAR, Universidad Simón Bolívar, Venezuela, 96 pp.
- SAXENA, B.S. 1984. Economic data for fisheries assessment. *Fishbyte* 2(1): 2-3.
- SCOTT, A. 1979. Development of economic theory on fisheries regulation. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 36: 725-741.
- TROADEC, J.P. 1983. Introducción a la ordenación pesquera: su importancia, dificultades y métodos principales. *FAO, Documento Técnico de Pesca*, 224: 60 pp.
- WOODIN, S.A. 1976. Adult-larval interaction in dense faunal assemblages: patterns of abundance. *Journal Marine Research* 34(1): 25-41.

DISTRIBUTION OF MYCTOPHID FISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN OFF NORTHERN CHILE (18°30' TO 30°30'S)*

DISTRIBUCION DE PECES MICTOFIDOS EN EL PACIFICO ORIENTAL NORTE DE CHILE (18°30'-30°30'S)

Enzo S. Acuña**

ABSTRACT

The juvenile and adult myctophid fishes from two cruises off northern Chile (from 18°30' to 30°30'S) captured with a HPN midwater trawl in oblique tows and a Bongo net in double oblique tows, 0 to 200 m and a CalCOFI net in surface tows, were identified and their distributions plotted. Eleven species were caught during the winter cruise and fourteen during the summer cruise.

Triphoturus mexicanus was the most numerous and widespread species in both cruises. *Diogenichthys atlanticus*, *D. laternatus*, *Hypophum bruuni* and *Myctophum nitidulum* were also common. Almost all specimens of all species were caught during night-time sampling, suggesting different day and night vertical distributions. The length-frequency distribution of most of the species captured is analyzed.

The apparent relationship between northward or southward extensions of the seasonal distributions of several species and the physical parameters recorded during the cruises is discussed.

Key words: Myctophids, Eastern Pacific Ocean, Geographical distribution.

RESUMEN

Se identificaron los juveniles y adultos de peces mictófidios capturados en dos cruceros mar afuera del norte de Chile (desde 18°30' a 30°30'S) con redes de media agua en arrastres oblicuos, con redes Bongos en arrastres oblicuos dobles, de 0 a 200 m, y con una red CalCOFI con arrastres superficiales. Once especies fueron capturadas en el crucero de invierno y catorce durante el crucero de verano. La distribución de las especies identificadas es graficada.

Triphoturus mexicanus fue la especie más abundante y de distribución más amplia en ambos cruceros. *Diogenichthys atlanticus*, *D. laternatus*, *Hypophum bruuni* y *Myctophum nitidulum* fueron también comunes. Casi todos los ejemplares y todas las especies fueron capturadas durante los muestreos nocturnos, sugiriendo distribuciones verticales diferentes en el día y la noche. Se analiza la distribución frecuencia-longitud de muchas de las especies capturadas.

Se discute la relación aparente entre las extensiones hacia el norte y sur de las distribuciones de varias especies y los parámetros físicos registrados.

Palabras claves: Peces mictófidios, Pacífico Oriental, distribución geográfica.

INTRODUCTION

The Myctophidae is a very widespread family of midwater fishes present in all the oceans of the world. A total of 365 species of recent fishes of it are listed under 35 generic and subgeneric categories, and some 225 species are considered valid by Paxton (1979).

Several authors have provided information about the distribution and systematics of myctophid fishes from the southeastern Pacific Ocean off the Chilean coast (Andriashev, 1962; Bussing, 1965; Craddock & Mead, 1970; McGinnis, 1982; Parin, 1971; Parin *et al.*, 1973; Wisner, 1976), but in general their sampling was limited. No systematic sampling of myctophids had been

*Instituto de Oceanología Universidad de Valparaíso. Casilla 13-D Viña del Mar, Chile.

**Present Adress: Departamento de Biología Marina. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad del Norte, Sede Coquimbo. Casilla 117. Coquimbo, Chile.

completed along the entire Chilean coast until IFOP (Instituto de Fomento Pesquero-Chile) started a series of bio-oceanographic cruises in 1980. This sampling was oriented to capture eggs, larvae, juveniles and prerecruits of species of commercial interest, such as sardine *Sardinops sagax*, anchovy *Engraulis ringens*, jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*, mackerel *Scomber japonicus* and hake *Merluccius gayi* (Rojas *et al.*, 1983). Sáez (1982) found thirteen myctopid species in samples from the first cruise off northern Chile. Further cruises were completed during 1981 and 1982. The fishes from two of these cruises (winter 1981 and summer 1982) off northern Chile from 18°30' to 30°30' S are analyzed in this paper, with special emphasis on the distribution of myctophids.

MATERIAL AND METHODS

The collections were made during cruise IFOP-247 from the R/V Carlos Porter and the F/V Cachagua between August 18 and August 21 and between September 18 to October 4, 1981 respectively; and during cruise IFOP-251 from the R/V ITZUMI between January 31 and March 1, 1982.

Both cruises covered the area between Arica (18°28'S) and Punta Lengua de Vaca (30°30'S) and from the coast to approximately 125 nm (231 km) offshore to the west. The sampling grid had 13 transects, one degree of latitude apart. Each transect had up to seven stations. Samples for micronekton were collected at stations 1, 2, 3 and 5, 30 to 185 km offshore (Fig. 1). The station number, position, maximum sampling depth, date of sampling and sampling time (day or night) of the midwater trawl collections that contained myctophids are presented in Tables (1) and (2).

The samples were collected with and HPN (Hamburger Planktonnetz - Hydro Bios) midwater trawl 11.55 m long, 9.0 m² mouth area, with a 0.5 mm mesh net and a 35 kg depressor. Oblique tows were made during day and night (i.e. after sunset) periods from 200 m to the surface. The net was lowered to maximum depth, maintained at it for 60 seconds, and then towed at speed of 3-4 knots, with a wire angle of 60-70° for 10 minutes, while the cable was retrieved. Double oblique tows were also taken with a 60 cm

Bongo net, 2.49 m long with 0.3 or 0.5 mm mesh nets. Surface tows were made with a 1-m diameter CalCOFI net, 4.10 m long with 0.3 mm mesh at stations 1 to 7.

The micronektonic fish were preserved in 5% buffered formalin in sea water as soon as they were brought on board. The samples were then sorted into families at the IFOP lab. These samples are kept under cruise and station number at IFOP lab. in Santiago, Chile.

Temperature, salinity, oxygen and chlorophyll content from the surface to a depth of 1,200 to 1,300 m was completed at transects 1, 3, 5, 7, 9, 11 and 13 (Silva & Ramírez, 1982).

To confirm some identifications, specimens were compared with fishes from the cruise MV72 II, Southtow Exped. of the R/V Thomas Washington off Chile that were identified by R.L. Wisner and kept at the National Museum of Natural History (Santiago, Chile).

RESULTS

During IFOP cruise 247, 43.1% of the micronektonic HPN trawl stations yielded samples (90% of them from night time tows). The families Myctophidae and Gonostomatidae accounted for 60.7 and 29.5%, of the specimens caught, respectively. Only two other families comprised more than 1% (Sternoptychidae 3.8 and Carangidae 2.3%). The list of all families and their percentages of the total number of fish is shown in Table (3).

The Myctophidae was present in 77.3% of the samples and was represented by eleven species. The most numerous species were *Triphoturus mexicanus* (34.5%), *Hygophum bruuni* (32.2%) and *Diogenichthys atlanticus* (22.3%). The list of all the species and their percentages is shown in Table (4) which also includes the specimens caught with the Bongo and CalCOFI nets.

During IFOP cruise 251, the percentage of positive micronektonic tows was 69.2%. Myctophidae and Gonostomatidae accounted for 36.4% and 55.6% of the specimens caught, respectively. None of the other eighteen families represented more than 2% of the catch. The list of all the families and their percentages is shown in Table (3).

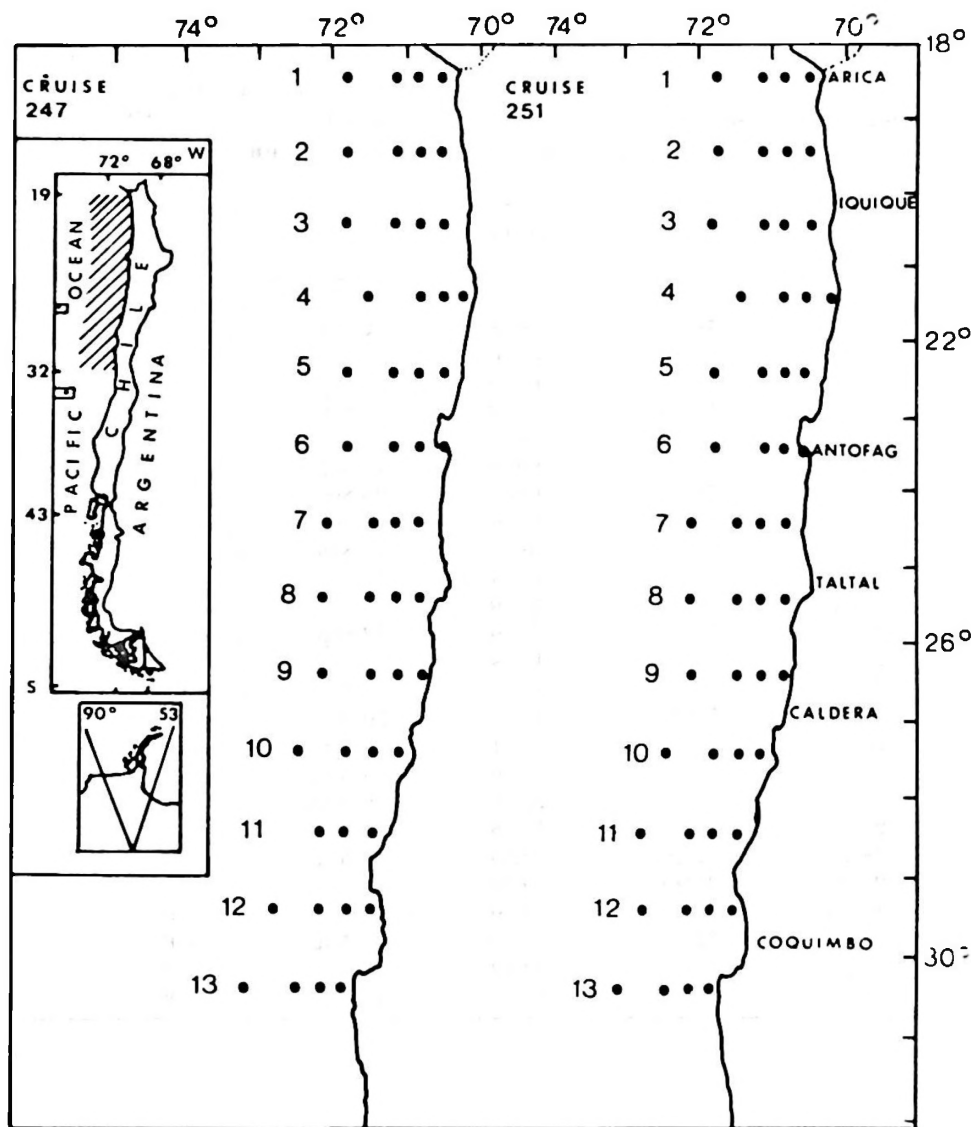


Figure 1. Micronektonic sampling stations occupied during IFOP-247 and 251 cruises off northern Chile. (Modified from Rojas *et al.*, 1983).

The family Myctophidae was present in 72.2% of the samples and was represented by twelve species in the oblique tows. *Triphoturus mexicanus* (50.7%) and *Diogenichthys laternatus* (13.6%) were the most numerous species. *D. atlanticus* (8.3%), *Lampanyctus parvicauda* (8.1%) and *Diaphus hudsoni* (7.9%) were also numerous species. Seven species were captured with the CalCOFI superficial tows, among them *Gonichthys tenuiculus*, *Myctophum aurolaternatum* and *Symbolophorus boops?*, species that were not captured neither by the HPN nor the Bongo. The list of all species, their numbers and percentages per net or trawl are shown in Table (4).

LATITUDINAL DISTRIBUTIONS

Genera and species are presented alphabetically for easier reference.

Diaphus hudsoni Zurbrigg and Scott, 1976 (Fig. 2A).

Bussing (1965), and later Parin (1971) and Saez (1982) identified specimens of *Diaphus* captured off Chile as *Diaphus theta*. The *Diaphus* collected by Craddock and Mead (1970) off Chile were placed in a *Diaphus* "theta complex". Wisner (1976) suggested that this *D.* "theta complex" extends across the Southern Atlantic. Zurbrigg and Scott

Table 1
Station numbers, positions, depths, date and tow time of positive
midwater trawl collections taken August-October 1981
on cruise 247 of the R/V Carlos Porter (CP) and F/V Cachagua (C).
N=night, D=Day. Station 7= ap. 120-125 nm

Station	Position		Depth (m)	Date	Vessel	Tow Time
	Lat.(S)	Long.(W)				
1-5	18°30'	71°50'	201.5	4 Oct.	C	N
2-1	19°30'	70°30'	186.8	2 Oct.	C	N
2-2	19°30'	70°50'	176.6	2 Oct.	C	N
3-1	20°29'	70°30'	195.0	30 Sep.	C	N
3-5	20°28'	71°50'	197.2	30 Sep.	C	N
4-7*	21°30'	72°10'	212.1	27 Sep.	C	N
5-1	22°30'	70°30'	170.9	25 Sep.	C	N
5-2	22°30'	70°50'	139.6	26 Sep.	C	N
6-2	23°30'	70°50'	174.0	24 Sep.	C	N
6-3	23°30'	71°10'	165.3	24 Sep.	C	N
6-4*	23°32'	71°30'	158.4	23 Sep.	C	N
7-1	24°30'	70°50'	177.9	22 Sep.	C	N
7-4*	24°27'	71°50'	202.0	22 Sep.	C	N
7-5	24°25'	72°10'	192.9	23 Sep.	C	N
8-1	25°30'	70°50'	173.5	21 Sep.	C	N
8-2	25°30'	70°10'	176.0	20 Sep.	C	N
9-2	26°30'	71°10'	141.1	18 Sep.	C	N
10-3	27°29'	71°52'	216.6	29 Aug.	CP	N
10-4*	27°30'	72°10'	211.7	29 Aug.	CP	N
10-5*	27°28'	72°31'	195.8	30 Aug.	CP	N
11-3	28°27'	72°10'	222.0	21 Aug.	CP	N
12-2	29°30'	71°49'	190.0	20 Aug.	CP	N
13-1*	30°29'	71°51'	202.0	18 Aug.	CP	D
13-3	30°30'	72°30'	196.5	18 Aug.	CP	N
13-4*	30°29'	72°50'	240.2	19 Aug.	CP	N
13-7*	30°30'	73°49'	224.2	19 Aug.	CP	N

*Bongo tows.

(1976) described a new *Diaphus* from the South Atlantic, *Diaphus hudsoni* and compared it with *D. subtilis*, *D. theta* and *D. holti*. Nafpaktitis (1978) described the distribution of *D. hudsoni* as restricted to the southern hemisphere approximately between 30° and 52°S. He also described several differences between *D. hudsoni* and *D. theta* (p. 61-62, fig. 61) and dismissed the possibility of a single species distribution over the known ranges of both species. Hulley (1981) described differences in the PLO-luminous scale morphology and structure between *D. hudsoni*, *D. theta* and three other *Diaphus* species. He also found differences between *D. hudsoni* and *D. theta* with respect to their anterior profile, eye diameter and length of the upper jaw behind the vertical through the posterior margin of the orbit. Considering all these distinctive characters the *Diaphus* collected

during the two IFOP cruises are *Diaphus hudsoni*.

Few specimens of this species were captured during the winter cruise in the area between 23°30' and 30°30'S. More specimens were taken during the summer cruise, when they extended north to 22°30'S. All the specimens were caught during night-time sampling.

One specimen was captured in a Bongo tow during the summer cruise and none with the CalCOFI net.

Diogenichthys atlanticus (Taning, 1932) (Fig. 2B).

The distribution of this species is almost the same during the winter and summer cruises, extending from 23°30' to 30°30'S. Some specimens were caught north of this latitude during the summer cruise, with the

Table 2
Station numbers, positions, depths, date and tow time
of positive midwater trawl collections taken February 1982
on cruise 251 of the R/V ITZUMI. N=night, D=Day.
Station 7= ap. 120-125 nm

Station	Position		Depth (m)	Date	Tow Time
	Lat.(S)	Long.(W)			
1-2	18°30'	70°51'	204.7	21 Feb.	N
1-3	18°30'	71°10'	197.0	21 Feb.	N
1-4*	18°30'	71°30'	203.3	22 Feb.	N
2-1	19°30'	70°30'	203.0	21 Feb.	N
2-2	19°30'	70°50'	197.0	21 Feb.	N
2-3	19°30'	71°10'	200.6	20 Feb.	N
3-1	20°30'	70°30'	208.1	18 Feb.	N
3-2	20°30'	70°51'	201.5	19 Feb.	N
3-6*	20°30'	72°10'	205.9	19 Feb.	N
3-7*	20°30'	72°30'	191.8	20 Feb.	N
4-3	21°30'	70°49'	202.9	18 Feb.	N
4-4*	21°30'	71°10'	194.8	18 Feb.	N
4-5	21°30'	71°30'	206.4	17 Feb.	N
5-1	22°28'	70°31'	168.4	16 Feb.	N
5-5	22°30'	71°50'	204.8	16 Feb.	N
5-6*	22°31'	72°09'	184.9	17 Feb.	N
6-5	23°30'	71°50'	200.0	14 Feb.	N
7-3	24°30'	71°30'	205.1	12 Feb.	N
7-5	24°29'	72°10'	182.4	13 Feb.	N
8-1	25°30'	70°50'	183.9	12 Feb.	N
8-2	25°30'	71°10'	204.0	11 Feb.	N
8-3	25°30'	71°30'	209.0	11 Feb.	N
9-2	26°30'	71°10'	190.2	9 Feb.	N
9-3	26°30'	71°31'	190.0	10 Feb.	N
9-7*	26°30'	72°50'	211.3	10 Feb.	N
10-3	27°30'	71°50'	207.4	9 Feb.	N
11-1	28°30'	71°31'	194.0	7 Feb.	N
11-2	28°30'	71°50'	201.5	7 Feb.	D
11-3	28°30'	72°10'	208.0	7 Feb.	D
12-3	29°30'	72°10'	205.5	6 Feb.	D
12-5	29°30'	72°50'	197.0	5 Feb.	N

*Bongo tows.

highest catches in the area between 24°30' and 27°30'S. Most specimens were caught during the night-time, and only two specimens were captured during the daytime during the summer cruise.

Five specimens were caught with a Bongo net during the winter cruise and six during the summer cruise, while one specimen was captured with the CalCOFI net in the southern part of the sampling area.

Diogenichthys laternatus
(Garman, 1899) (Fig. 3A).

Three specimens were captured during the winter cruise, all north of 25°S. More

individuals were collected during the summer when they were found south to 28°30'S only five specimens were caught south of 24°S. *D. laternatus* was found only in night-time samples.

One specimen was captured with the Bongo net in the northernmost transect of the summer cruise (Table 4). None was captured with the CalCOFI net.

Gonichthys tenuiculus
(Garman, 1899) (Fig. 3B)

Three specimens of this species were captured with the CalCOFI net at station 5-5

Table 3
Number of specimens/family
caught during IFOP cruises
247 and 251 with the HPN
midwater trawl off northern Chile

Family	Cruise 247		Cruise 250	
	N	%	N	%
Bathylagidae	6	1.0	23	1.2
Blennidae	—	—	1	0.1
Carangidae	14	2.3	10	0.5
Ceratiidae	—	—	3	0.2
Cheilodactylidae	—	—	1	0.1
Clupeidae	—	—	6	0.3
Engraulidae	—	—	5	0.3
Exocoetidae	—	—	3	0.2
Gigantactinidae	—	—	2	0.1
Gonostomatidae	177	29.5	1,029	55.6
Ildiacanthidae	2	0.3	3	0.2
Melamphaidae	3	0.5	4	0.2
Merluccidae	1	0.2	—	—
Myctophidae	364	60.7	674	36.4
Nomeidae	—	—	8	0.4
Paralepididae	1	0.2	1	0.1
Pomacentridae	—	—	2	0.1
Scomberesocidae	—	—	4	0.2
Scopelarchidae	1	0.2	—	—
Scopelosauridae	—	—	1	0.1
Sternoptychidae	23	3.8	31	1.7
Stomiidae	4	0.7	6	0.3
unidentified	4	0.7	32	1.7
Total	600	100.0	1,849	100.0

(22°30'S, 71°50'W) during the summer cruise.

Hygophum bruuni
(Wisner, 1971) (Fig. 4A)

The most numerous samples of *H. bruuni* were taken during the winter cruise when only 4.6% of the specimens were caught north of 27°S. Three specimens were captured during the summer north of 25°30'S. Only one specimen was captured in upper waters during the daytime.

Eight specimens were caught with the Bongo net during the winter cruise, extending north its distribution. None was captured with the CalCOFI net.

Hygophum reinhardtii
(Lütken, 1892) (Fig. 4B)

Two specimens of this species were captured with the HPN trawl and five with the CalCOFI net in the northern part of the sampling area during the summer cruise, down to 24°30'S.

Lampanyctus achirus
Andriashev, 1962 (Fig. 5A)

Andriashev (1962) described *Lampanyctus achirus* in an area of the southeastern Pacific and southwestern Atlantic Ocean from 58°

Table 4
List of myctophid species, number of specimens
and percentage of the total for the HPN and Bongo
oblique tows and CalCOFI superficial tows of IFOP
cruises 247 and 251 off northern Chile

Trawl/Net	HPN				Bongo				CalCOFI			
	247		251		247		251		247		251	
Cruise	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Species												
<i>Diaphus hudsoni</i>	8	2.2	53	7.9	—	—	1	3.3	—	—	—	—
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	81	22.3	56	8.3	5	21.7	6	20.0	—	—	1	1.5
<i>D. laternatus</i>	3	0.8	91	13.6	—	—	1	3.3	—	—	—	—
<i>Gonichthys tenuiculus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	4.6
<i>Hygophum bruuni</i>	117	32.2	3	0.4	8	34.8	—	—	—	—	—	—
<i>H. reinhardtii</i>	—	—	2	0.3	—	—	—	—	—	—	5	7.6
<i>Lampanyctus achirus</i>	3	0.8	4	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>L. idostigma</i>	6	1.7	26	3.9	2	8.7	1	3.3	—	—	—	—
<i>L. iselinoides</i>	19	5.2	4	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>L. parvicauda</i>	—	—	54	8.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Myctophum aurolateratum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1.5
<i>M. nitidulum</i>	—	—	37	5.5	—	—	1	3.3	—	—	53	80.3
<i>Notolychnus valdiviae</i>	1	0.3	1	0.1	—	—	1	3.3	—	—	—	—
<i>Protomyctophum chilensis</i>	—	—	—	—	2	8.7	—	—	—	—	—	—
<i>Symbolophorus boops?</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	100	2	3.0
<i>Triphoturus mexicanus</i>	25	34.5	340	50.7	6	26.1	19	63.5	—	—	1	1.5

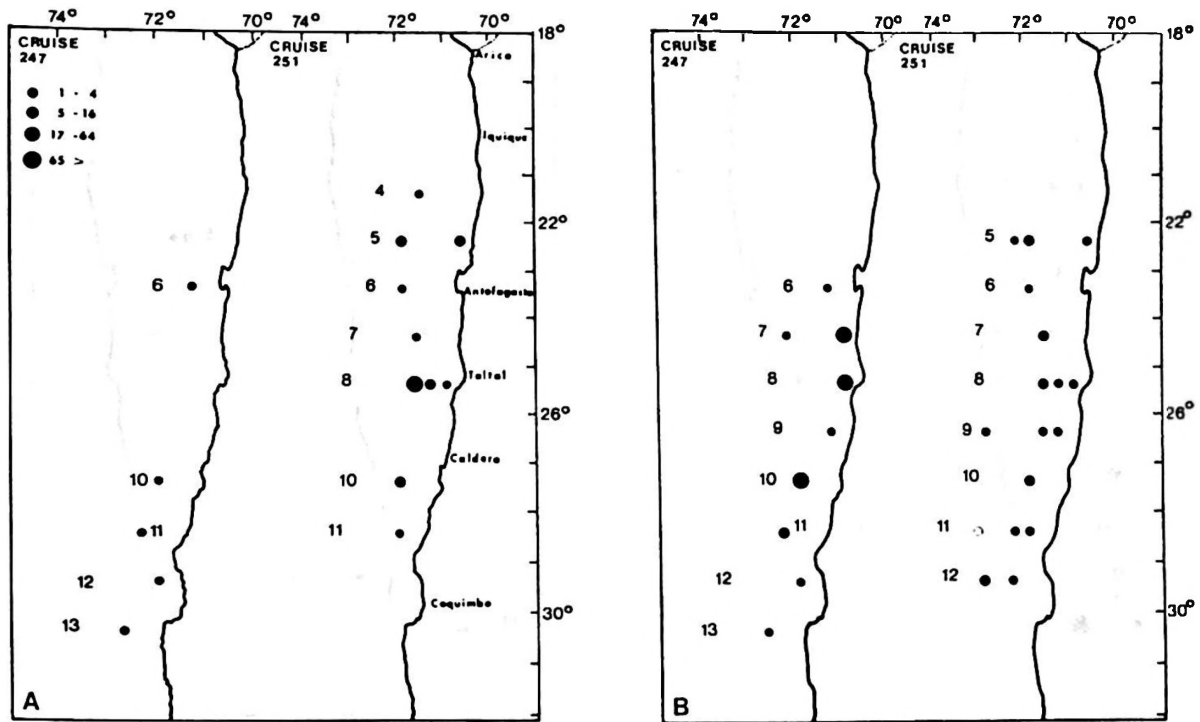


Figure 2. Distribution of A) *Diaphus hudsoni* and B) *Diogenichthys atlanticus* at stations occupied during IFOP cruises off northern Chile. CalCOFI net tows (open circle).

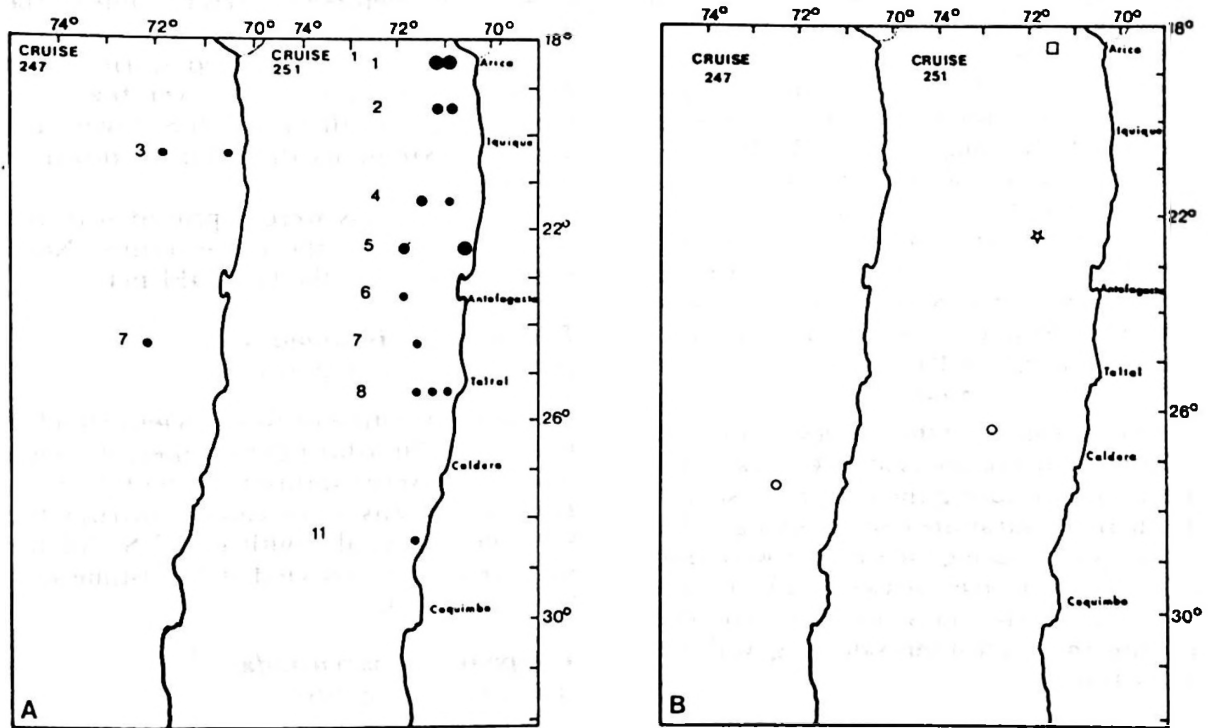


Figure 3. Distribution of A) *Diogenichthys laternatus* and B) *Gonichthys tenuiculus* (☆), *Myctophum aulateranatum* (□) and *Symbolophorus boops?* (○), at stations occupied during IFOP cruises off northern Chile. Symbol sizes as in Fig. 2.

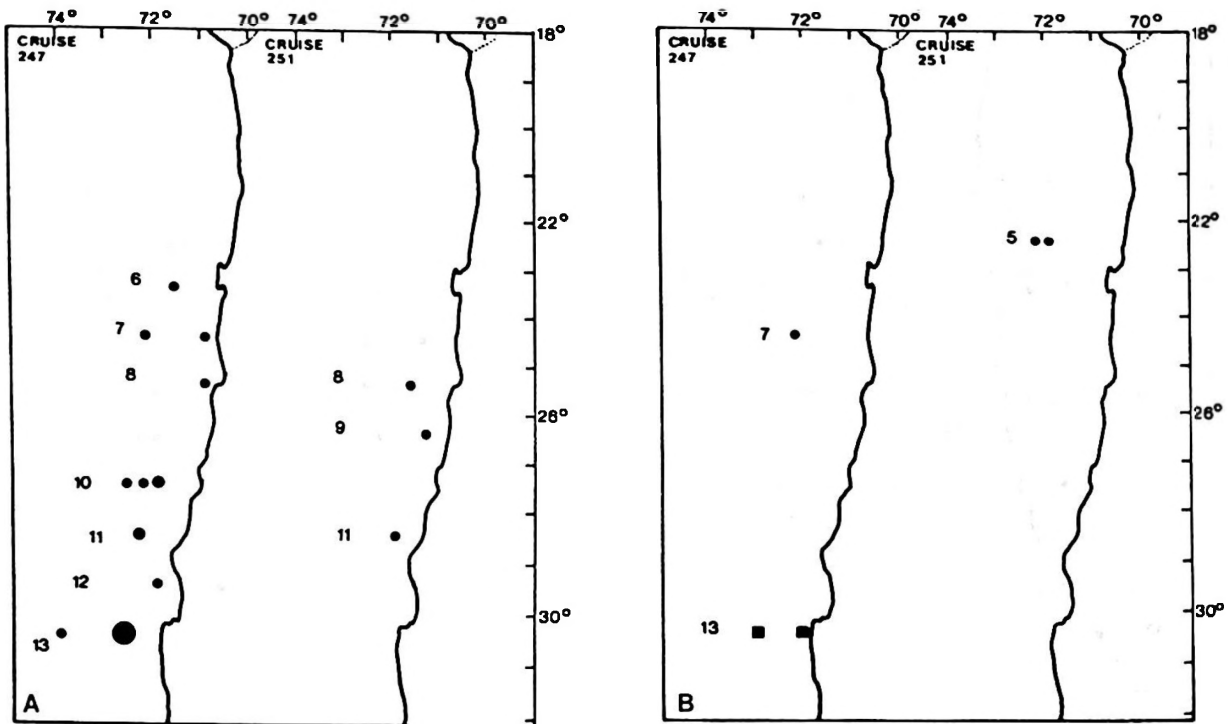


Figure 4. Distribution of A) *Hygophum bruuni* and B) *Hygophum reinhardtii* at stations occupied during IFOP cruises off northern Chile. Symbol sizes as in Fig. 2.

to 64°S, and 61° to 135°W. Wisner (1976) reported that specimens conforming to the diagnosis of *L. achirus* had been taken off Chile and Peru and in the northeastern Pacific between 19° and 27°N, and 118° and 133°W and in the Central Pacific between 19° and 27°N, along about 155°W. However, the specimens captured off northern Chile and assigned to *L. achirus* by Bussing (1965) and Craddock and Mead (1970), both cited by Wisner (1976), are under revision by Zahuranec (1980). But, since his thesis work has not been published, the specimens caught during IFOP cruises will be referred as *Lampanyctus achirus*.

Few specimens of this species were caught during both cruises (Table 4). The specimens caught during the winter cruise were from the central area of sampling, while those caught during the summer were from the northern area between 21°30' and 24°30'S. All the specimens were collected during the night-time sampling with the HPN trawl.

Lampanyctus idostigma
(Parr, 1931) (Fig. 5B)

The generic status of this species is under

revision by Zahuranec (1980), but for the reason stated before the current name will be used in this paper.

The species was captured during both cruises in a similar area. However, few specimens caught south of 25°30'S during the summer extend its distribution down to 26°30'S.

Two specimens were captured with the Bongo net during the winter cruise. None was captured with the CalCOFI net.

Lampanyctus iselinoides
(Bussing, 1965) (Fig. 6A)

The distribution of this species extended north to 24°30'S during the winter, although only 10.5% were captured north of 27°30'S. Four specimens were caught during the summer cruise, all south of 27°S. All the specimens were collected at night-time with the HPN trawl.

Lampanyctus parvicauda
(Parr, 1931) (Fig. 6B).

This species was only captured during the summer cruise in the northern part of the sampling area, north of 26°S, with the HPN trawl.

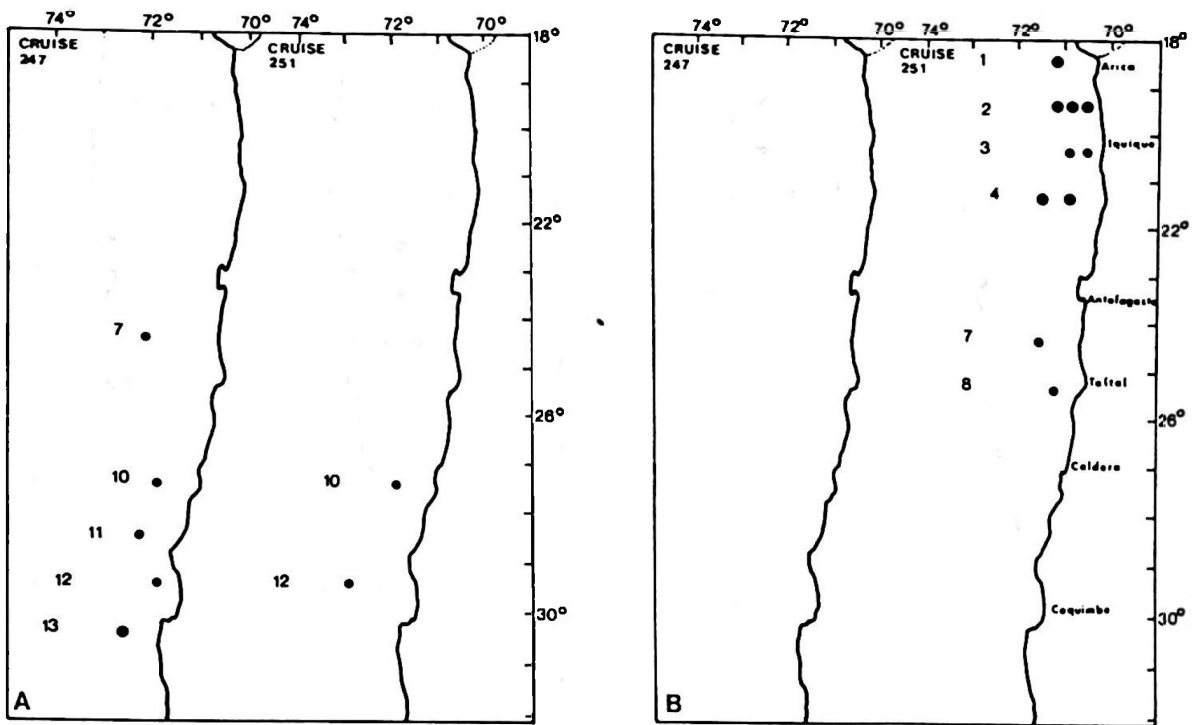


Figure 5. Distribution of A) *Lampanyctus achirus* and B) *Lampanyctus idostigma* at stations occupied during IFOP cruises off northern Chile. Symbol sizes as in Fig. 2.

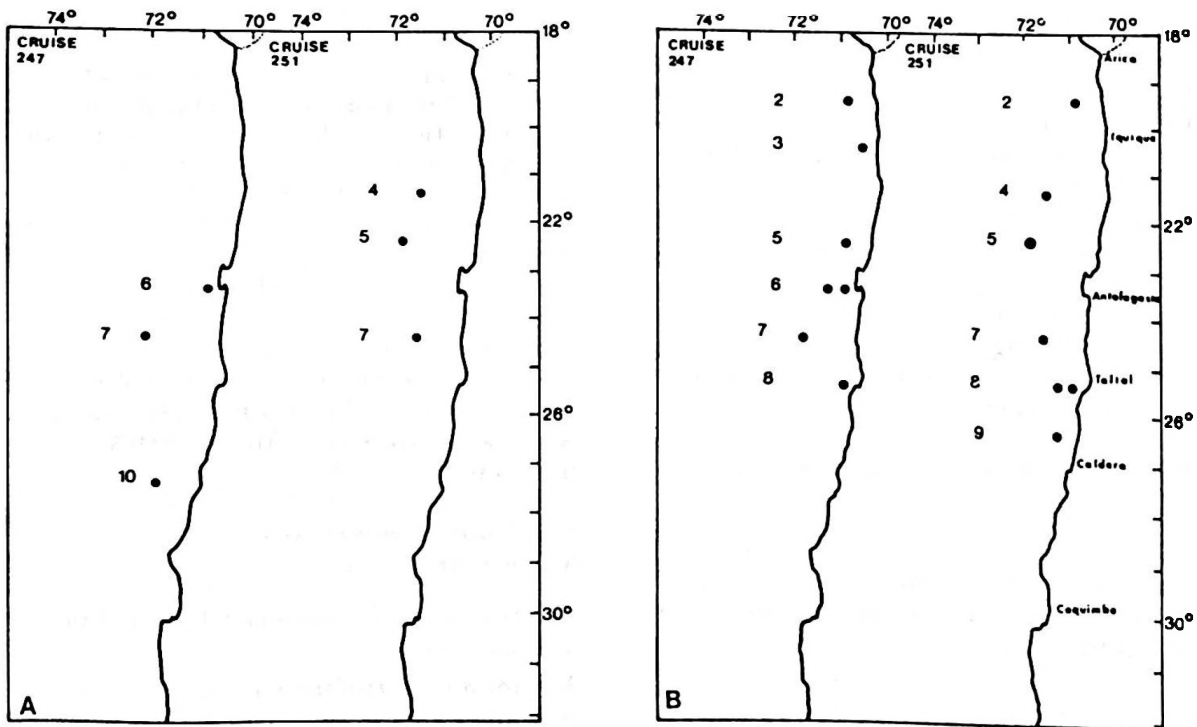


Figure 6. Distribution of A) *Lampanyctus iselinoides* and B) *Lampanyctus parvicauda* at stations occupied during IFOP cruises off northern Chile. Symbol sizes as in Fig. 2.

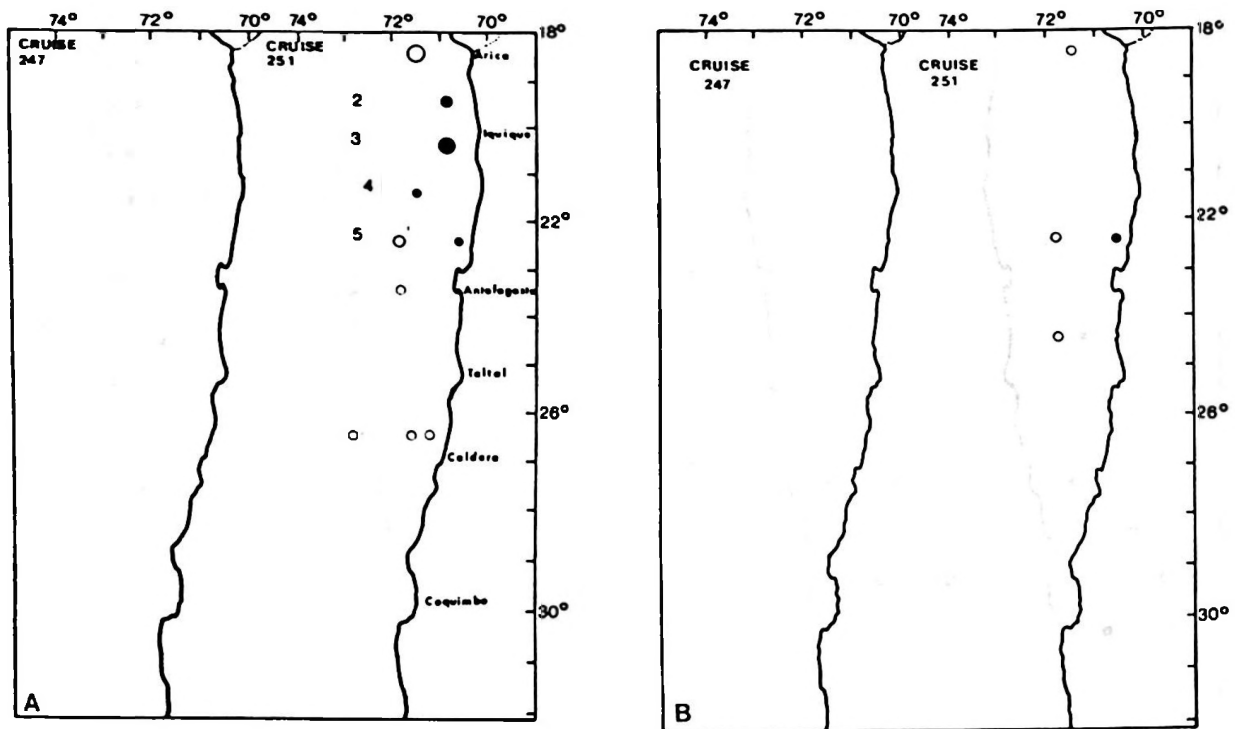


Figure 7. Distribution of A) *Myctophum nitidulum* and B) *Notolychnus valdiviae* (solid circles) and *Protomyctophum chilensis* (solid squares) at stations occupied during IFOP cruises off northern Chile. Symbol sizes as in Fig. 2.

Notolychnus valdiviae
(Brauer, 1904) (Fig. 7B)

As Wisner (1976) indicated, *N. valdiviae* is a very fragile species. The specimens captured had only a few photophores, and one of them had no skin. However, the characteristic supracaudal gland and the median transparent dome in the frontal region allowed the identification of this species.

Two specimens were caught in the sampling area during the summer cruise, one with the HPN and one with the Bongo net, and one during the winter cruise between 22°30' and 24°30'S. None was captured with the CalCOFI net.

Protomyctophum (Hierops) chilensis
(Wisner, 1971) (Fig. 7B)

Two specimens of this species were caught in the sampling area with a Bongo net during the winter cruise in the southernmost transect of the area.

Symbolophorus boops?
(Richardson, 1844) (Fig. 3B)

According to Wisner (1976) there are at

least three forms in the *S. boops* "southern" species group, and their relationships are not clear. The principal differences are the structure and arrangement of the caudal luminous glands. The specimens collected during IFOP cruises correspond to the form which has two small, closely spaced, but distinctly separate scales, both in the supra and infra-caudal glands of the males. Wisner (1976) suggests that it could tentatively be considered a new species known from off southern Peru and northern Chile.

One specimen was captured during the winter cruise (St. 10-5) and two were caught during the summer cruise (St. 9-7), all of them with the CalCOFI superficial tow. None was captured with the HPN or the Bongo net.

Triphoturus mexicanus
(Gilbert, 1890) (Fig. 8)

Moser and Ahlstrom (1970) based on the

Myctophum aurolaternatum
(Garman, 1899) (Fig. 3B)

One specimen of this species was captured in a superficial CalCOFI net tow in the

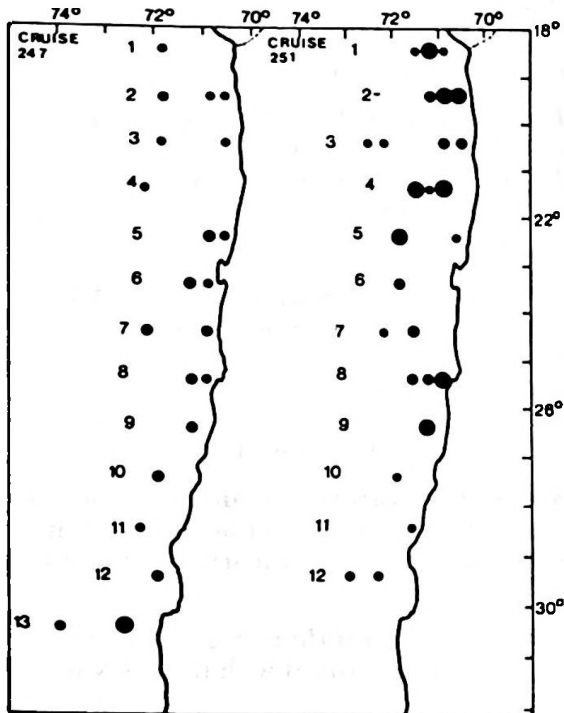


Figure 8. Distribution of *Triphoturus mexicanus* at stations occupied during IFOP cruises off northern Chile. Symbol sizes as in Fig. 2.

northernmost transect of the sampling area during the summer cruise.

Myctophum nitidulum
(Garman, 1899) (Fig. 7A)

This species was also captured only during the summer cruise in the northern part of the sampling area, north of 23°S with the HPN trawl. However, specimens were captured with the CalCOFI net down to 26°30'S. Only one specimen was captured with the Bongo net at station 2-2.

distinctiveness of the larvae suggested that the southern hemisphere form of this species was referable to *Triphoturus oculus* (Garman, 1899). However, Hulley (1986), in a recent taxonomic review of the genus, determined that *Triphoturus* comprise only two species, *T. nigrescens* and *T. mexicanus*, the latter with a "northern" and a "southern" population. Furthermore, as Hulley (1986) and others suggest for several myctophid larvae, a high degree of variation has been observed in *T. mexicanus* larvae captured in Chilean waters. Therefore, considering Hulley's results the species present in Chilean waters is *T. mexicanus*.

This species is the most numerous and widespread myctophid along the coast off northern Chile. It shows similar latitudinal pattern of distribution during the winter and summer. It is found in the entire sampling area during both seasons. The largest numbers were collected during the summer cruise. All the specimens were caught during the night-time sampling.

Six specimens were captured with the Bongo net during the winter cruise and nineteen during the summer cruise, and one was caught with the CalCOFI net during the summer.

LENGTH-FREQUENCY DISTRIBUTIONS

The length-frequency distributions of the species captured were analyzed to indirectly determine the effectiveness of the HPN mid-water trawl in capturing the different sizes of fishes.

Diaphus hudsoni (Fig. 9). Nafpaktitis (1978) reports a maximum size of 75 mm for this species. The specimens captured range in size from 11 to 47 mm Standard Length (SL). However, 89.7% of them were between 11 and 24 mm SL.

Diogenichthys atlanticus and ***D. laternatus*** (Fig. 9). Wisner (1976) reported a maximum size for both species of 25 mm SL. Considering this, the full known size range was captured by the HPN. Five *D. laternatus* of more than 25 mm SL were also captured, extending the maximum size for this species to 29 mm SL.

Hygophum bruuni (Fig. 9) and ***H. reinhardtii***. Wisner (1976) reported sizes of 53 and 55

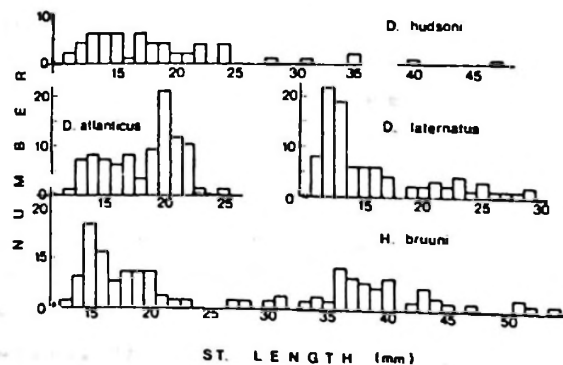


Figure 9. Length-frequency distribution of four species of myctophids captured with the HPN trawl during IFO-247 and 251 cruises of northern Chile.

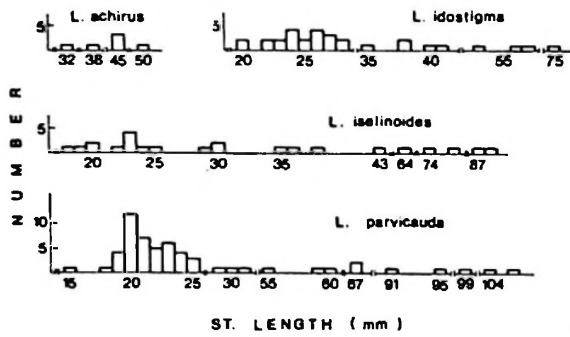


Figure 10. Length-frequency distributions of four species of the genus *Lampanyctus* captured with the HPN trawl during IFOP 247 and 251 cruises off northern Chile.

mm SL, respectively. The samples taken with the HPN cover the whole size range of both species. Two *H. reinhardtii* of 63 and 65 mm SL were also captured with the CalCOFI net, extending the largest size caught to 65 mm SL for this species.

Lampanyctus achirus (Fig. 10). The largest specimen captured was 50 mm SL. The largest ones recorded in the literature have up to 155 mm (Wisner, 1976). Hulley (1981) reported that 69.5% of the *L. achirus* caught in the South Atlantic were taken in net fished to below 1,000 m and 24.4% in nets fished between 500 and 1,000 m. Therefore, this could be a case of accessibility more than vulnerability and of ontogenetic migration, being only the youngest specimens in near surface waters and the adults at deeper regions.

Lampanyctus idostigma (Fig. 10). Wisner (1976) reported a size up to 90 mm SL for

this species. The largest specimen caught during IFOP cruises, 75 mm SL, is the only larger than 57 mm.

Lampanyctus iselinoides (Fig. 10). A 21.7% of the specimens captured were larger than 43 mm SL. The largest was 88 mm SL. The largest known size recorded is about 115 mm SL (Bussing, 1965).

Lampanyctus parvicauda (Fig. 10). A 12.5% of the specimens captured were larger than 60 mm SL, and 17.8% larger than 31 mm SL. However, two specimens of 104 and 106 mm SL are very near the largest size recorded in the literature (110 mm SL) (Wisner, 1976).

Myctophum aurolaternatum. The specimen caught with the CalCOFI net has 81 mm SL, while the largest known size is 105 mm SL (Wisner, 1976).

Muctophum nitidulum (Fig. 11). The largest specimen captured with the HPN has 75 mm SL, also a 85 mm SL one was captured with the CalCOFI net. The largest size recorded for the species is 75 mm SL (Wisner, 1976), therefore the specimen captured with the CalCOFI net is the new largest size recorded.

Notolychnus valdiviae. The specimens caught fall within the known range of size of the species.

Protomyctophum chilensis. The two specimens caught with the Bongo net fall within the known size range of the species.

Symbolophorus boops? The three specimens caught with the CalCOFI net fall with-

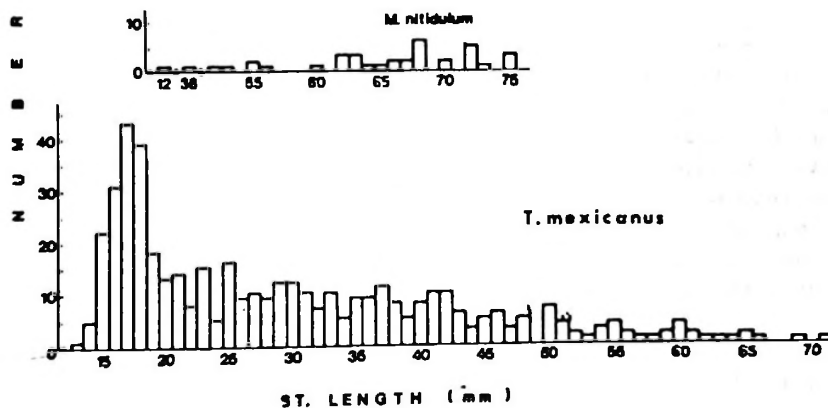


Figure 11. Length-frequency distributions of *M. nitidulum* and *T. mexicanus* captured with the HPN trawl during IFOP-247 and 251 cruises off northern Chile.

in the known size range for the *Symbolophorus* spp.

Triphoturus mexicanus (Fig. 11), Wisner (1976) reports a maximum size of about 70 mm SL for this species. The whole known size range was captured, the largest one being 71 mm SL. The captures of *T. mexicanus* made with an IKMT with an 8 mm mesh in its anterior part and 0.5 mm mesh in the posterior part and analyzed by Saez (1982) were compared with the captures from the summer cruise (IFOP-251) during the same months and in the same area, and taken with the HPN midwater trawl (Table 5). Both

trawls collected the whole known size range of the species, but the number captured per size range is different. While the size range 10-20 mm is the most numerous in the HPN samples, the size range 41-50 mm is the most numerous for the IKMT samples. Although part of the difference at smaller sizes could be explained by extrusion of smaller fish through the 8 mm mesh of the anterior part of the IKMT, the cumulative percentage shows that the smaller sizes were captured relatively better by the HPN trawl while the medium and larger sizes were captured better by the IKMT.

Table 5
Size composition of *Triphoturus mexicanus*
captures made with IKMT and HPN trawls
off northern Chile during the summer
of 1980 and 1982 respectively

Size Range	IKMT (Saez, 1982)			HPN IFO - 251		
	N	%	cum. %	N	%	cum. %
10-20	1	0.7	0.7	163	48.4	48.4
20-30	22	15.7	16.4	43	12.8	61.2
30-40	30	21.4	37.8	55	16.3	77.5
40-50	46	32.9	70.7	49	14.5	92.0
50-60	31	22.2	92.7	18	5.3	97.3
60-70	10	7.1	100	9	2.7	100
Total	140	100	100	337	100	100

DISCUSSION

The new data generated by the analysis of the two IFOP cruises off northern Chile modifies the distributional range of several myctophid species off the Chilean coast.

Nafpaktitis (1978) cites the occurrence of *Diaphus hudsoni* off Chile between 30° and 52°S. The specimens reported in this study extend the northern limit of distribution of *D. hudsoni* to 22°30'S.

Wisner (1976) reported that *Diogenichthys atlanticus* has a disjunct distribution in the eastern Pacific Ocean and was not taken close to shore off Chile, citing the findings of Craddock and Mead (1970) who captured 87 specimens from 18 stations between 33° to 34°S and 73° to 90°W. All specimens of this species from IFOP cruises were captured east of 73°W along the northern Chilean coast from approximately 22°30' to 30°30'S, extending the distribution reported by Wis-

ner to coastal waters off Chile. Although Wisner (1976) reported the distribution of *Diogenichthys laternatus* down to about 33°S, few specimens were caught south of 24°S, being 28°30'S the southernmost limit. According to this, the distributions of both *Diogenichthys* species have a small area of overlap, apparently forming a replacement series, as the one described for them by Hartmann and Clarke (1975) in the Central Equatorial Pacific. These authors found that closely related species seem to be frequently separated geographically.

Wisner (1976) reports the distribution of *Gonichthys tenuiculus* to be principally in tropical waters but also near the Americas to about 32°N and 22°S. The three specimens of this species reported in this study were collected near the southern limit of distribution at 22°30' during the summer.

The distribution of *Hygophum bruuni* was

described by Wisner (1971) as rather restricted to the southeastern Pacific Ocean off Central Chile between 30° to 33°S and 72° to 92°W, and as restricted to the waters off Chile between 30° and 50°S by McGinnis (1982). The captures of this species during IFOP cruises extend its distribution northward to 22°30'S during the winter, although very few specimens were caught north of 27°S, and eastward to about 70°30'W. *Hygophum reinhardtii* is found in warmer waters of the eastern Pacific Ocean between about 30°N and 30°S except for a hiatus of about 20° of latitude north of the Eastern Equatorial region (Wisner, 1976). The specimens collected during IFOP cruises were present in the area only during the summer and all north of 25°S. The distributions of these two *Hygophum* spp. are very similar to the distributions stated before for the two *Diogenichthys*, and also suggest a replacement series.

The distribution of *Lampanyctus idostigma* was described by Wisner (1976) as apparently confined to the east of about 135°W, from San Diego, California to Antofagasta, Chile. This species was captured off northern Chile during the summer and winter down to 26°30'S, extending the southern limit of its distribution to this latitude. *Lampanyctus parvicauda* has a distribution very similar to *L. idostigma* although it is present in the area only during the summer. The new southern limit of its distribution considering the captures reported in this study is 25°30'S, although Saez (1982) reported one specimen from 27°30'S, also caught during the summer.

Myctophum aurolaternatum is widely distributed, commonly taken from about 25°N to 17°S in the Eastern Pacific and to about 170°W (Wisner, 1976). The specimen caught in the northernmost transect of the sampling area extends its distribution to 18°30'S, at least during the summer. The distribution of *Myctophum nitidulum* was discussed by Wisner (1976, Fig. 58) indicating localities between 20° and 25°S and citing the report of two adults from 30°59'S by Craddock and Mead (1970). Specimens of *M. nitidulum* were captured in the area between 18°30' and 26°30'S during IFOP summer cruise, confirming the presence of the species, at least during this season, in the coastal area off northern Chile between 70°30' and 73°W. This finding confirms Hulley's (1981)

classification of this species as having a thermophilic eurytropical pattern of distribution.

Moser and Ahlstrom (1970, p. 114) stated that *Triphoturus oculus* (= *T. mexicanus* (Hulley, 1986)) ranged from Panama to Peru. However, Wisner (1976) considered that this species ranges somewhat farther north and much farther south, citing the findings of Bussing (1965) near Valparaiso, Chile and Craddock and Mead (1970) from there and westward to about 76°W, between 31° and 33°S. *T. mexicanus* was the most numerous and widespread species caught off northern Chile between 18°30' and 30°30' during both the winter and summer IFOP cruises, confirming Wisner's suggestion. Furthermore, Acuña (1986) reported the presence of this species down to 39°S.

The distributional patterns of myctophid fishes off northern Chile (18°30' to 30°30'S) fall into three different categories according to the season of the year:

1. Species present in the area during both winter and summer: *Diogenichthys laternatus* and *Lampanyctus idostigma* are present in the northern part of the area. *Lampanyctus achirus* and *Notolychnus valdiviae* are present in the central part of the area. *Diaphus hudsoni*, *Diogenichthys atlanticus*, *Hygophum bruuni*, *Lampanyctus iselinoides* and *Symbolophorus boops?* are present in the southern part of the area. Finally, *Triphoturus mexicanus* is found in the whole area during both winter and summer.

2. Species present in the northern part of the sampling area (from about 24° to 27°S) only during the summer: *Gonichthys tenuiculus*, *Hygophum reinhardtii*, *Lampanyctus parvicauda*, *Myctophum aurolaternatum* and *M. nitidulum*.

3. Species present in the southern part of the sampling area during the winter and up to about 30°S: *Protomyctophum chilensis*. Although Wisner (1976) cites the distribution of this species up to 21°S, it was not captured north of 30°S during IFOP cruises.

These patterns suggest the presence of a zoogeographical boundary around 24°S. It is more clearly delimited during the winter between 23° and 24°S, and tends to shift south during the summer to around 26° to 27°S. This boundary has been previously reported by Antezana (1981) for euphausiids and Fagetti (1968) for two species of chaetognaths. Bussing (1965) noted that the

mesopelagic fishes *Chaulodius barbatus* and *C. sloani* and *Idiacanthus austronomus* and *I. niger* formed replacement series at that latitude. Antezana (1981) proposed the division of the "Peru-Chilean" Province into four districts: "Peru-Nordchilensis" (3° to 24°S), "Atacamensis" (24° to 30°S), "Centro-Chilensis" (30° to 38°S) and "Valdiviensis" (38° to 42°S). The distributional patterns described above for the myctophid fishes of northern Chile seem to fit quite well to the proposed regions. Therefore, *Diogenichthys laternatus*, *Gonichthys tenuiculus*, *Hygophum reinhardtii*, *Lampanyctus idostigma*, *L. parvicauda*, *Myctophum aurolaternatum* and *M. nitidulum* can be considered as species of the "Peru-Nordchilensis" zoogeographical district. *Lampanyctus achirus* and *Notolychnus valdiviae* can be assigned to the "Atacamensis" district. Although *Diaphus hudsoni*, *Diogenichthys atlanticus*, *Hygophum bruuni*, *Lampanyctus iselinoides* and *Symbolophorus boops?* are also present in the "Atacamensis" district during both winter and summer, some of their distributions extend farther south into the "Centro-Chilensis" district or even the "Valdiviensis" in the case of *H. bruuni* and *L. iselinoides* (Acuña, 1986). Therefore, the real existence of the "Atacamensis" district for myctophids is not yet clearly established, since its only true representatives at this time, *L. achirus* and *N. valdiviae*, with very few specimens captured, could be present further south, considering that *N. valdiviae* has a widespread pattern of distribution (Hulley, 1981). Finally, *P. chilensis* is found near the northern limit of the "Centro-Chilensis" district during the winter.

Ebeling (1962), Backus *et al.* (1969) and Hartmann and Clarke (1975) have reported the existence of subpatterns of abundance and distribution of mesopelagic fishes within water masses. While Backus *et al.* (1969) related these to shallow thermal fronts, Ebeling (1962) and Hartmann and Clarke (1975) related them to variation in primary productivity in the surface layers. Wisner (1976) suggested that the area of low oxygen (1 ml/l and less) that dominates the subsurface of the Eastern Pacific or a tongue of submerged warm water present along the coast at a depth of about 300 m to as far as 40°S could explain the distributions of some myctophid fishes off the Chilean coast. Paxton (1967) in his study of the San Pedro Basin myctophids considered temperature to be the most important factor influencing distribution.

The only oceanographic factor that seems to remain more or less constant during the winter and summer cruises is the oxygen minimum layer (OML). The thermal and salinity structure and therefore the water masses present in the area, varies with season (Silva and Ramirez, 1982). This change in water masses could explain the southward and northward movements of the boundaries of distribution of several species. *Hygophum bruuni*, *Lampanyctus iselinoides* and *Protomyctophum chilensis* extend their distributions farther north during the winter, *Diogenichthys laternatus*, *Hygophum reinhardtii*, *Lampanyctus idostigma*, *L. parvicauda*, *Gonichthys tenuiculus*, *Myctophum aurolaternatum* and *M. nitidulum* extend their distributions farther south during the summer. These movements may be associated with the presence farther north of the subantarctic water mass during the winter and the penetration farther south of the subtropical water mass during the summer. These penetrations have been described by Silva and Ramirez (1982) for the cruises analyzed and also by Bernal *et al.* (1982). Silva and Fonseca (1983) analyzing information from several cruises done in the area between the coast and approximately 73°W off northern Chile, within the sampling area of IFOP cruises, determined that the geostrophic velocity at 0, 100, 200 and 600 m had a predominantly northward flow during the winter and a southward flow during the summer. These flows could provide a good transport mechanism for myctophids as it has been suggested for some currents in the Atlantic by Krefft (1974) and Hulley (1981). These results reinforce the idea that there are seasonal displacements of the distributions of several myctophids related to the seasonal changes in the oceanographic regime in the area off northern Chile.

ACKNOWLEDGMENTS

The author is deeply indebted to my colleagues at IFOP, especially Dr. O. Rojas and Mr. A. Mujica for their help providing the material for this study. My thanks also to the Undersecretariat of Fisheries- Chile and to Mr. N. Silva for authorizing the use and providing the oceanographic data of the two cruises. This research was financially supported by the Direction of Scientific and Technological Research of the University of

Valparaiso under Research Project U.V. 32/84. Finally, I wish to express my thanks to Dr.

W.G. Percy of Oregon State University who kindly reviewed the manuscript.

REFERENCES

- ACUÑA, E. 1986. El recurso mictófidós (Pisces, Myctophidae): antecedentes en aguas chilenas y marco de referencia para su investigación, p. 315-339. *In*: Arana, P. (Ed.) La pesca en Chile. Escuela de ciencias del Mar, UCV. Editorial Universitaria, Santiago-Chile.
- ANDRIASHEV, A.P. 1962. Bathypelagic fishes of the Antarctic. I. Family Myctophidae. *In*: Biological results of the Soviet Antarctic Expedition (1955-1958). Vol. 1. Israel Program for Scientific Translation N° 1500 (1966): 216-300.
- ANTEZANA, T. 1981. Zoogeography of euphausiids of the South Eastern Pacific Ocean. *In*: Memorias del Seminario sobre indicadores biológicos del plancton, p. 5-23. Callao, Perú 8-11 septiembre 1980. UNESCO-ROSTLAC, Montevideo.
- BACKUS, R.H.; J.E. CRADDOCK; R.L. HAEDRICH and D.L. SHORES. 1969. Mesopelagic fishes and thermal fronts in the western Sargasso Sea. *Mar. Biol.* 3: 87-106.
- BERNAL, P.; F. ROBLES and O. ROJAS. 1982. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes Chile-Perú. *Monografías Biológicas* 2: 75-102.
- BUSSING, W. 1965. Studies of the Midwater fishes of the Peru-Chile Trench. *In*: Llanos, G.A. (Ed.) Biology of the Antarctic Seas. II. Antarctic Res. Serv. 5: 185-227.
- CRADDOCK, J.E. and G.W. MEAD. 1970. Midwater fishes from the Eastern South Pacific Ocean. *Sci. Res. SE Pacific Exped. Anton Bruun Rep.*, 3: 3-46.
- EBELING, A.W. 1962. Melamphaidae. I. Systematics and zoogeography of the species in the bathypelagic fish genus *Melamphaes* Günther. *Dana Rep.*, 58: 1-164.
- FAGETTI, E. 1968. Quetognatos de la Expedición "Mar Chile I" con observaciones acerca del posible valor de algunas especies como indicadoras de las masas de agua frente a Chile. *Rev. Biol. Mar. (Valparaíso)* 13(2): 85-171.
- HARTMANN, A.R. and T.A. CLARKE. 1975. The distribution of myctophid fishes across the Central Equatorial Pacific. *Fish. Bull.* 73(3): 633-641.
- HULLEY, P.A. 1981. Results of the research cruises of FRV "Walther Herwig" to South America. LVIII. Family Myctophidae (Osteichthyes, Myctophiformes). *Arch. Fisch. Wiss.* 31(1): 1-300.
- HULLEY, P.A. 1986. A taxonomic review of the lanternfish genus *Triphoturus* Fraser-Brunner, 1949 (Myctophidae, Osteichthyes). *Ann. S. Afr. Mus.* 97(4): 71-95.
- KREFFT, G. 1974. Investigations on midwater fish in the Atlantic Ocean. *Ber. dt. wiss. Komn. Meeresforsch.* 23: 226-254.
- MCGINNIS, R.F. 1982. Biogeography of lanternfishes (Myctophidae) South of 30°S. *In*: Pawson, D.L. (Ed.) *Biology of the Antarctic Seas XII*. Antarctic Res. Ser. 35: 1-110.
- MOSER, H.G. and E.H. AHLSTROM. 1970. Development of lanternfishes (Family Myctophidae) in the California Current. Part. I. Species with narrow-eyed larvae. *Bull. Los Angeles County Mus. Nat. Hist., Sci.* 7: 1-145.
- NAFFAKTITIS, B. 1978. Systematics and distribution of lanternfishes of the genera *Lobianchia* and *Diaphus* (Myctophidae) in the Indian Ocean. *Bull. Los Angeles County Mus. Nat. Hist., Sci.* 30: 1-92.
- PARIN, N.V. 1971. On distributional pattern of midwater fishes of the Peru Current Zone. *Tr. Inst. Okeanol.* 89: 81-95 (In Russian).
- PARIN, N.V.; V.E. BECKER; O.D. BORODULINA and V.M. TCHUVASSOY. 1973. Deep-sea pelagic fishes of the South-eastern Pacific Ocean. *Tr. Inst. Okeanol.* 94: 71-172 (In Russian).
- PAXTON, J.R. 1967. A distributional analysis for the lanternfishes (Family Myctophidae) of the San Pedro Basin, California. *Copeia* 1967 (2): 422-440.
- PAXTON, J.R. 1979. Nominal Genera and species of lanternfishes (Family Myctophidae). *Contrib. Sci. Mus. Nat. Hist. Los Angeles County* 322: 1-28.
- ROJAS, O.; A. MUJICA; M. LABRA; G. LEDERMANN and H. MILES. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. IFOP Informe AP-83-31, Santiago, Chile, 156 p.
- SAEZ, L.E. 1982. Myctophidae (Pisces, Osteichthyes, Myctophiformes) recolectados por la Expedición "Itzumi Pelágico I" enero-febrero, 1980. Tesis Biólogo Marino. Universidad de Concepción, Chile, 100 p.
- SILVA, N. and B. RAMÍREZ. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981. Zonas Atica-Coquimbo y Los Vilos-Chiloé. *Estud. Doc. Univ. Católica, Valparaíso* 28-1/82, 212 p.
- SILVA, N. and T. FONSECA. 1983. Geostrophic component of the Oceanic Flow off northern Chile, p. 59-70. *In*: Arana, P. (ed.) Proc. of the International Conference on Marine Resources of the Pacific. UCV-OSU, Sea Grant, Ed. Universitaria, Chile.
- WISNER, R.L. 1976. The taxonomy and distribution of lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. *US NORDA Rep.* 3: 1-229.
- ZAHURANEC, B.J. 1980. Zoogeography and Systematics of the Lanternfishes of the genus *Nannobranchium* (Lampyctini: Myctophidae). Unpublished Ph.D. Tesis, George Washington University, 310 p.
- ZURBRIGG, R.E. and W.B. SCOTT. 1976. *Diaphus hudsoni* (Pisces, Myctophidae) a new lanternfish from the South Atlantic Ocean. *Can. J. Zool.* 54(9): 1358-1541.

THE SHELLFISHERY IN CHILE: AN ANALYSIS OF 26 YEARS OF LANDINGS (1960-1985)

LA PESQUERIA DE MARISCOS EN CHILE: UN ANALISIS DE 26 AÑOS DE DESEMBARQUES (1960-1985)

Rodrigo H. Bustamante¹ and Juan C. Castilla

ABSTRACT

This work compiles information on the development of the Chilean shellfish fishery. The landings and exportations values are analysed between 1960 and 1985. Correlations between work-force (number of artisanal shellfishermen), landing and economical values of shellfish exportation are presented. A panoramic view of landings and their exportation for the main shellfish species is given. Moreover, an analysis of the present shellfish legal regulation in the country is compiled. Finally, we discuss the present state of the art regarding the basic knowledge on these resources accumulated in the country and identify gaps and the future lines of research that should be developed.

Key words: shellfish-artisanal-work force-exportation-regulations-management.

RESUMEN

Este trabajo recopila información acerca del desarrollo histórico del desembarque de mariscos chilenos y el valor de sus exportaciones en los últimos 26 años (1960-1985). Se correlacionan la fuerza de trabajo (número de pescadores artesanales), volumen de desembarque y valorización de sus exportaciones. Además, se entrega una visión panorámica de las tendencias de los desembarques para las principales especies de mariscos y se analizan las actuales medidas de regulación pesquera. Finalmente, se discuten algunos de los avances en la investigación de los mariscos en Chile, los principales vacíos de conocimiento y las necesidades de desarrollar líneas de investigación futuras en el país.

Palabras claves: mariscos-pesquería artesanal-fuerza de trabajo-exportación-regulación-manejo.

INTRODUCTION

The Chilean littoral extends over about 4,600 km and the country has been divided from North to South into 12 regions and a Metropolitan area (Figure 1). Its three main types of shores are: 1) exposed rocky compact shore, (18°20' S-33°00' S); 2) exposed sandy shores (33°00' S-43°00' S); and 3) insular littoral, mostly near the southern islands, fiords and channels (43°00' S-60°00' S). Chile is a maritime nation with old and rich traditions. Upwelling along most of its coast makes this one of the most productive marine regions of the world. Chile is particu-

lary well known by the diversity and quality of its shellfish and algae resources. Mainly exploited by artisanal fishermen, these resources are extremely important in the economy of the country and they have played key roles as local protein sources in the last decade. They also have made important contributions to world shellfish and algae landings and are marketed worldwide.

Chilean shellfish landings consisting mostly in mollusks have averaged from 1978 to 1984 about 1.5% of the world production, the most important species being *Concholepas concholepas* (Bruguère) know in Chile as "loco". This species accounted for the largest

Estación Costera de Investigaciones Marinas (ECIM) Las Cruces, Chile. Facultad de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

¹Present Address: Department of Zoology, University of Cape Town, Rondebosch 7700, Cape Town, South Africa.

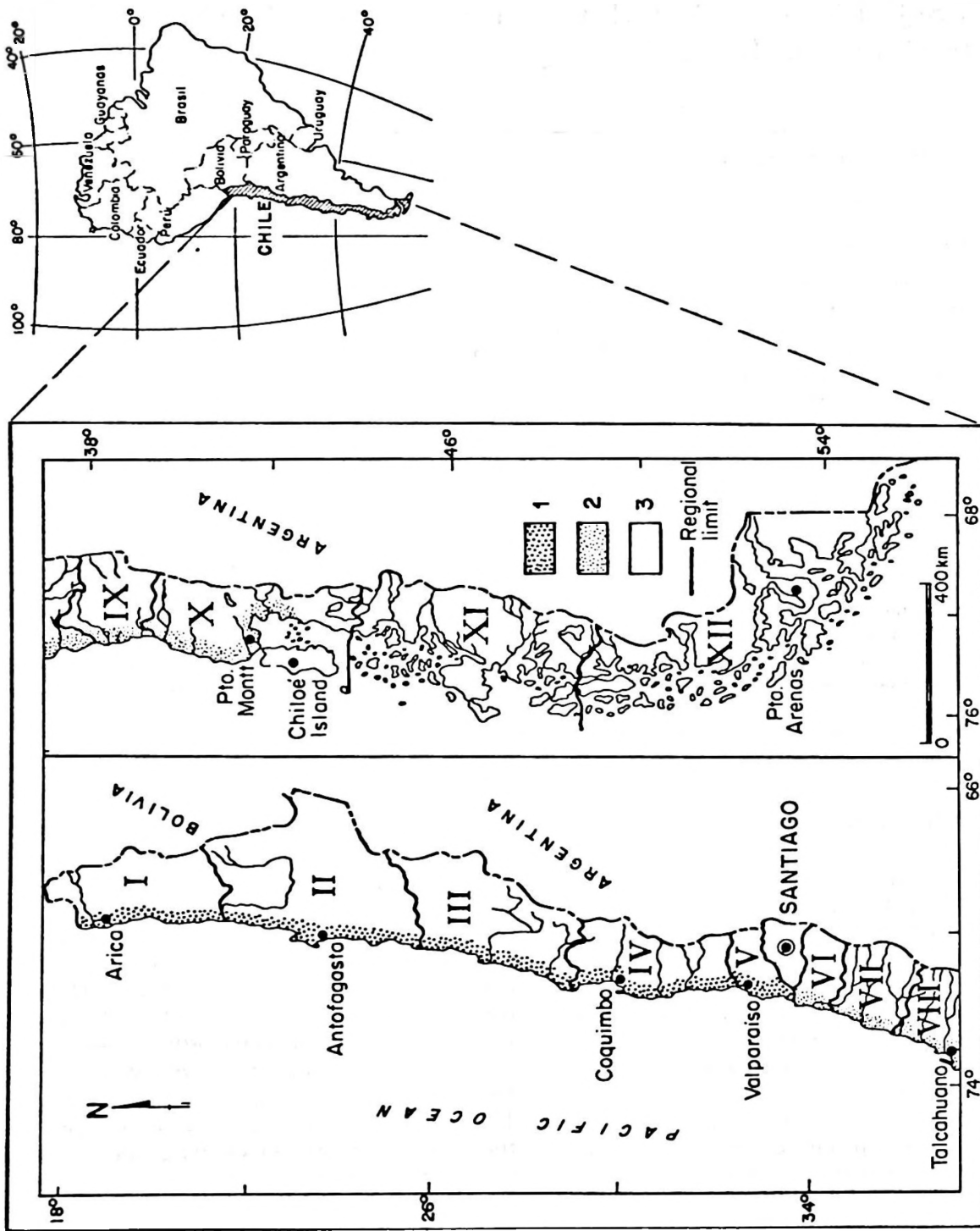


Figure 1. Geographical and regional division of Chile, and the main types of littoral coastline: 1. = Dominated by exposed compact rocky shore; 2. = Dominated by exposed sandy shore; 3. = Mostly insular littoral.

world commercial gastropod fishery in 1984. On that year, Chilean landings of "locos" reached 18,359 t, but the maximum catch was near 25,000 t in 1979 (F.A.O., 1986).

During the last decade there is a strong trend toward diversification in the exportation of many shellfish resources. Loco, the red sea urchin, clams and king crab are exported to Asian, Northamerican and European markets. In 1985, exports to Japan amounted to 46,425 t, to U.S.A. 35,553 t, and to Spain 24,884 t (CONAPACH, 1986). On the other hand, consumption of shellfish products has always been important in the country. Both factors have encouraged the increase in shellfish catches.

This work presents data on the development of shellfish landings, and its exportations in Chile. Artisanal work force and fishing arts are described and quantified. A panoramic overview is given on the trends of landings and on the present regulations. Suggestions for the development of future research lines are also given.

MAIN SHELLFISH SPECIES

Chilean marine invertebrate fisheries include a great number of species commonly designated as "mariscos" (shellfish). This group comprises about 60 species (Castilla and Becerra, 1975). Of these, only 36 are registered in fishery statistics (SERNAP, National Fisheries Service). Table 1 lists the main species included in the classes Mollusca, Crustacea, Echinodermata, and Urochordata. The remaining species, not included in this analysis, are fished sporadically and in a volume under one t per year (SERNAP, 1985); their demand corresponding mostly to local markets (i.e. crabs, *Taliepus* spp, or clams, *Mulinia* spp). The geographical distribution of most of the species is restricted to the Southern cone of South America [i.e. loco snail, *Concholepas concholepas*; prawn, *Heterocarpus reedi* (Bahamonde); red sea urchin, *Loxechinus albus* (Molina); clam, *Venus antiqua* (King and Broderip); and the giant barnacle, *Austromegabalanus psittacus* (Molina)].

Natural history data for most species in Table 1 is scant. For some species [i.e. scallops, *Chlamys* sp; black mussel, *Mytilus edulis chilensis* (Hupe); oyster, *Tiostrea chilensis* (Phillipi)] data on reproduction and growth are known (Becerra *et al.*, 1986). The natural history is practically unknown for species like

the snails, *Thais chocolata* (Duclos) and *Rapana* (*Chorus*) *giganteus*; the razor clam, *Tagelus dombeii* (Lamarck); or the purple crab, *Homalaspis plana* (Milne Edward). In contrast, there has been a great number of studies for the basic biology and fishery of a few species like *C. concholepas* due to their economic importance. In particular *C. concholepas* is widely documented as to fishery aspects, growth rates, rates of natural and fishing mortality, determination of fishing stock, estimates and assessment of the fishery effort and a further knowledge on population parameters (Castilla, 1982; IFOP, 1985b; Castilla and Jerez, 1986; Geaghan and Castilla, 1985; Ortiz *et al.*, 1986; Rivas and Castilla, 1986; Bustos *et al.*, 1986).

FISHING ACTIVITIES AND WORK-FORCE

Chilean shellfisheries are both artisanal (boats \leq 15 t) and industrial (trawled boats \geq 15-280 t or more). In the last case the fleet is devoted to the extraction of the prawn, *H. reedi*; the red and yellow squat-lobsters, *Pleuroncodes monodon* (Milne Edwards) and *Cervimunida johni* (Porter) Hancock (1969). About 150,000 t of shellfishes were landed in 1985, 92% by the artisanal sector and 8% industrial. Artisanal fisheries take almost all the species in Table 1, using manual collection during low tides, drags, traps or bag nets, free diving or apnea and semi-autonomous or hooka diving (Duran *et al.*, 1987). Diving is widely used, particularly hooka diving. For example 77% of landings of species such as loco, clams, crabs, red sea urchin and sea squirt, are fished with hooka diving (SERNAP, 1983). Hooka gear or "material", as it is known in Chile, includes: a wooden boat or "chalana" (6-9 m long), outboard motor (10-45 hp), air compressor (hooka), and a crew of 3-4 (boatman, an assistant, and one or two divers). Such artisanal fishing is the most popular in I to IX regions. In the southernmost zone (X to XII regions), larger boats (10-20 m) are used, preferably with inboard motor, due to harsher climatic conditions.

Figure 2 shows the increase of the workforce in artisanal fishery over the different regions of the country, according to estimates from censuses performed from 1961 to 1983. In 1961 there were only 4,564 artisanal fishermen in the country, whereas the 1983 census indicated 43,631 people directly involved in artisanal fishery. Historically, the

Table 1
 Scientific name, common name and geographical range of the 27 principal Chilean shellfish species

Scientific name	Common name Chilean (English)	Geographical distribution
A) Mollusks		
Gastropods:		
1. <i>Concholeptus concholeptus</i>	Loco (Loco)	Mollendo (Perú)-Magallanes (Chile)
2. <i>Fissurella</i> spp. (5)	Lapas (Key-hole limpet)	Ecuador-Perú-Chile
3. <i>Thais chocolata</i>	Caracol locote (Snail)	Ecuador-Valparaíso (Chile)
4. <i>Rapana (Chorus) giganteus</i>	Caracol Trumulco (Snail)	Pascamayo (Perú)-Magallanes (Chile)
5. <i>Tegula atra</i>	Caracol negro (Black snail)	Pascamayo (Perú)-Magallanes (Chile)
Bivalves:		
6. <i>Venus antiqua antiqua</i>	Almeja (Clam)	Callao (Perú)-Chile-Argentina-Uruguay
7. <i>Protothaca thaca</i>	Almeja (Clam)	Ancón (Perú)- Arch. Chonos (Chile)
8. <i>Mesodesma donacium</i>	Macha (Surf clam)	Ba. Secura (Perú)-Chiloé (Chile)
9. <i>Tagelus dombeii</i>	Berberecho (Razor clam)	Tumbes (Perú)-Gfo. Corcovado (Chile)
10. <i>Aulacomya ater</i>	Cholgua (Giant mussel)	Callao (Perú)-Chile-Southern Brazil
11. <i>Mytilus edulis chilensis</i>	Chorito (Black mussel)	Iquique (Chile)-Northern Brazil
12. <i>Chlamys purpurata</i>	Ostión (Scallop)	Paita (Perú)-Coquimbo (Chile)
13. <i>Tiostrea (Ostrea) chilensis</i>	Ostra (Oyster)	Ecuador-Chiloé (Chile)
Cephalopods:		
14. <i>Octopus vulgaris</i>	Pulpo (Octopus)	Cosmopolitan
B) Crustacean:		
15. <i>Heterocarpus reedi</i>	Camarón nailón (Prawn)	Taltal (Chile)-Puerto Saavedra (Chile)
16. <i>Rhyacionetes typus</i>	Camarón de roca (Prawn)	Isl. Lobos Afuera (Perú)-San Antonio (Chile)
17. <i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado (Red squat lobster)	Isl. Lobos Afuera (Perú)-Ancud (Chile)
18. <i>Ceriumunida johni</i>	Langostino amarillo (Yellow squat lobster)	Taltal (Chile)-Isla Mocha (Chile)
19. <i>Jasus frontalis</i>	Langosta (Crayfish)	Isl. J. Fernández (Chile)-Isl. Desventuradas (Chile)
20. <i>Lithodes antarcticus</i>	Centolla (King crab)	Pto. Montt (Chile)-Ba. Camarones (Argentina)
21. <i>Homalaspis plana</i>	Jaiba mora (Purple crab)	Guayaquil (Ecuador)-Magallanes (Chile)
22. <i>Cancer edwardsi</i>	Jaiba mola (Crab)	Guayaquil (Ecuador)-Magallanes (Chile)
23. <i>Cancer plebejus</i>	Jaiba reina (Crab)	Pascamayo (Perú)-Magallanes (Chile)
24. <i>Austromegabalanus psittacus</i>	Picoroco (Giant barnacle)	Pascamayo (Perú)-Magallanes (Chile)
C) Echinoderm:		
25. <i>Loxechinus albus</i>		
D) Urochordates:		
26. <i>Pyura chilensis</i>	Piure (Sea squirt)	Mollendo (Perú)-Chiloé (Chile)
27. <i>Pyura preaputialis</i>	Piure (Sea squirt)	Antofagasta (Chile)

1. In landings statistics, shown as "Lapas" (at least 5 species).

2. In landings statistics, shown as "Caracoles".

3. In landings statistics, shown as "Almejas" (at least 5 genera).

4. In landings statistics, shown as "Camarones".

5. In landings statistics, shown as "Langostinos".

6. In landings statistics, shown as "Jaibas" (at least 5 species).

7. In landings statistics, shown as "Piures". *P. preaputialis* is fished only in Antofagasta.

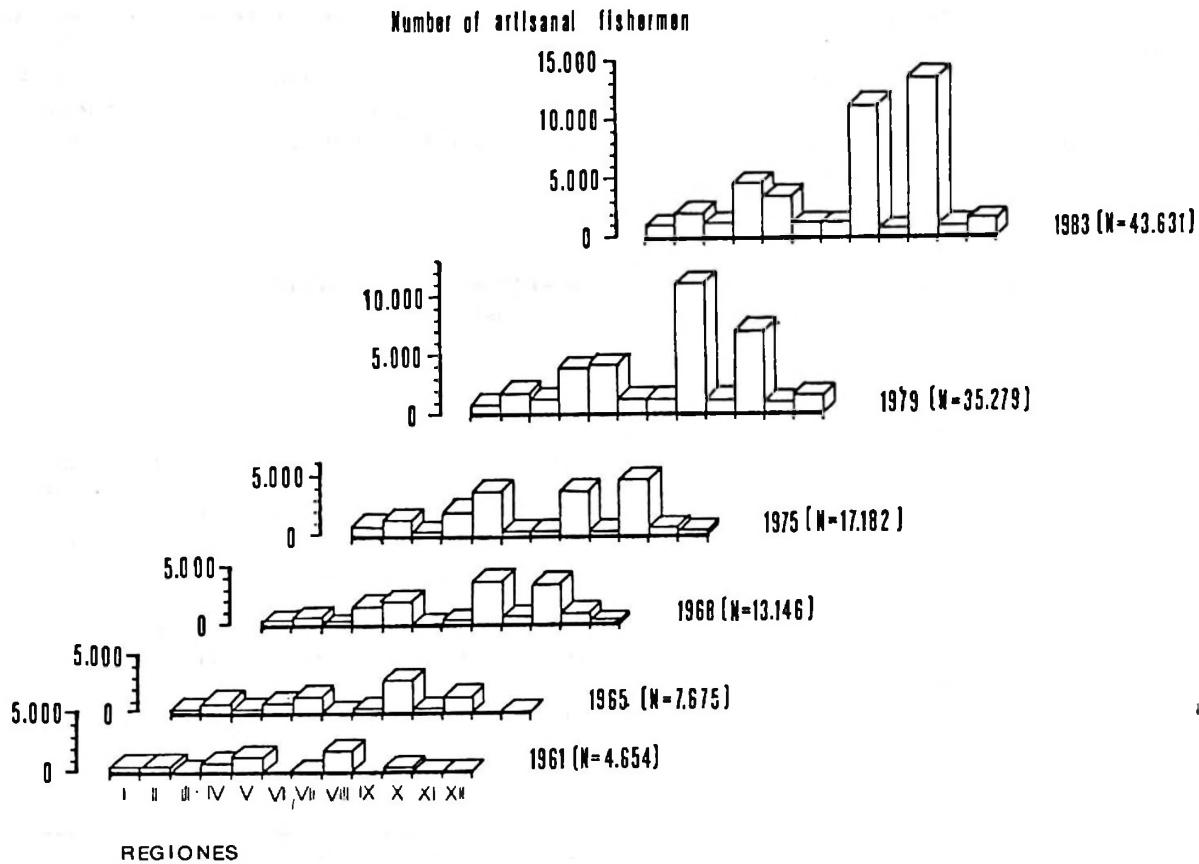


Figure 2. Regional distribution of the artisanal fishery work-force in the country between 1961-83.

regions IV, V, VIII, and X have shown the greater concentration of artisanal fishermen. These regions are located around the ports of Coquimbo, Valparaíso, Talcahuano and Puerto Montt respectively, and these areas are well known upwelling zones. In the 1983 census those 4 regions had 33,564 artisanal fishermen, accounting for 76% of the total artisanal work-force in the country. Only 26.7% of the artisanal fishermen harvested shellfish exclusively. Activities of artisanal fishermen are not always the same: the crew and "material", in one boat are often employed in fish and/or shellfish extraction. Figure 2 shows a gradual increase in the number of artisanal fishermen as well as the appearance of new important fishing areas since 1965 (regions VI, IX, and XII). Table 2a summarizes the distribution of the artisanal work-force by regions and type of activities in 1983 (SERNAP, 1983). Tables 3a and 3b show fleet composition in artisanal fishery by region and propulsion method (SERNAP, 1982). An increase of 282% in the number of

boats can be observed. Region X has shown the larger increase in its fleet, while region VIII has a somewhat constant fleet. The use of motors is the propulsion form showing a larger increment.

LANDINGS AND EXPORTATIONS

Exports statistics of Chilean shellfish register the volumes and values (U.S. dollars) of the exported products. In this case volumes refer only to flesh (dry, curated and/or frozen). On the other hand, landings statistics register the "live" weight of shellfish. Therefore we cannot directly compare such volumes, and in this analysis only landed volumes are related with their export values and work-force. Figure 3 shows the historical series of shellfish landings in the country, their exportation value and the work-force registered from 1961 to 1983. In 1985, the volume of shellfish landings represented 3.2% of the total Chilean fisheries landings (fishes and shellfish). Between 1960 and

1985, artisanal landings increased 440%, from 30,000 t to 150,000 t. The mean annual growth rate in landings between 1960 and 1973 was of 7,300 t, while between 1974 and 1985 it was 18,300 t. At the same time the

values of shellfish exports increased from US\$ 1.2 millions in 1960 to US\$ 14.8 millions in 1975. Since 1976, the values of shellfish exports increased, reaching approximately US\$ 100 millions in 1983. In 1985, ex-

Table 2
Distribution of work-force in the artisanal fishery by region and tipe of activity (1983 census)

Region	Fishermen	Shell Fishermen	Algae Gatherers	Beach Helpers	Boat Builders	Mechanics	Total Region	Incidence %
I	679	335	35	68	9	5	1,131	2.6
II	926	531	367	75	20	4	1,923	4.4
III	379	655	152	65	23	18	1,292	3.0
IV	1,410	2,158	566	345	35	5	4,519	10.4
V	2,706	493	—	645	34	8	3,886	8.9
VI	179	337	757	24	17	—	1,314	3.0
VII	415	513	293	6	22	—	1,249	2.9
VIII	5,012	2,159	3,600	285	112	26	11,194	25.7
IX	709	72	77	12	19	1	890	2.0
X	4,209	4,040	5,432	215	52	17	13,965	32.0
XI	778	211	20	—	21	2	1,032	2.4
XII	1,053	151	—	5	20	7	1,236	2.8
Total	18,455	11,655	11,299	1,745	384	93	43,631	100
Percentage	42.3	26.7	25.9	4.0	0.9	0.2		

Source: Servicio Nacional de Pesca (SERNAP, 1983).

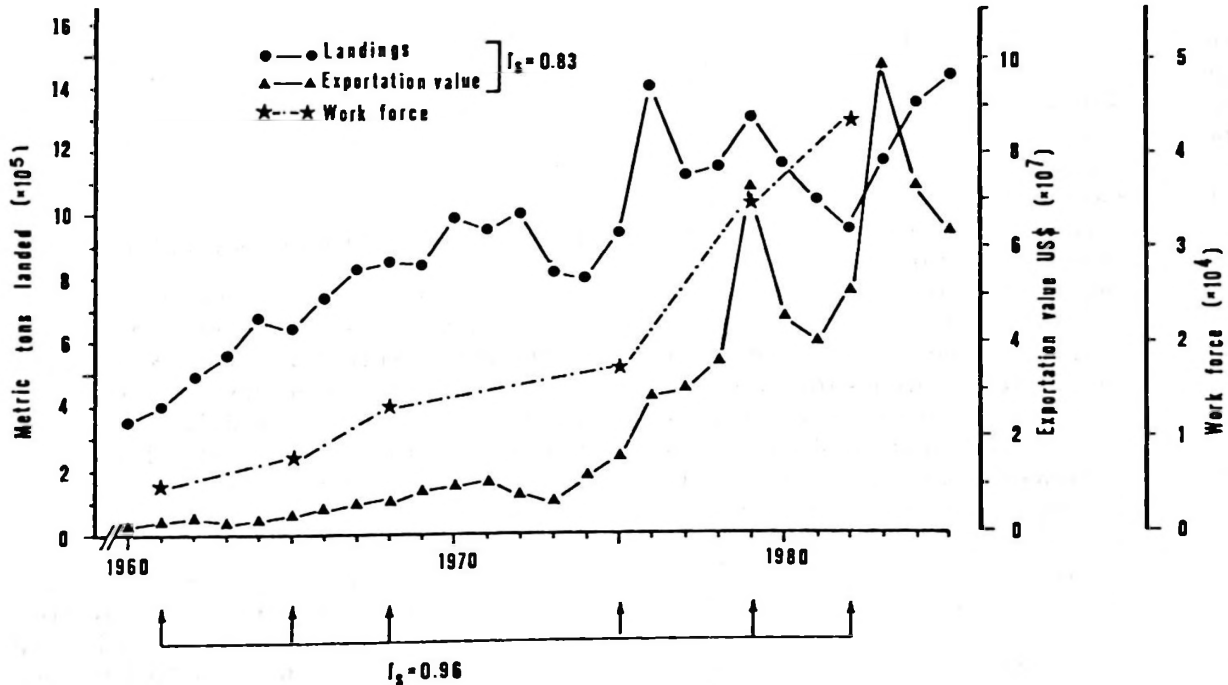


Figure 3. Chilean shellfish landings in metric tons; total value of shellfish exportations in U.S. dollars; and work-force in number of fishermen, between 1960-85.

ports declined to only US\$ 62.5 millions (Depto. de Pesca y Caza, 1960-66, SAG, 1967-77; SERNAP, 1978-85; ODEPA, 1976-85). Shellfish landings and export values are closely related between 1960 and 1985 (Spearman Rank correlation, $r_s = 0.83$, $P < 0.001$). A significant correlation was found between landing, export values and workforce ($r_s = 0.96$, $P < 0.001$).

LANDINGS BY GROUPS OF SPECIES

Figure 4 shows the total landings of mollusks, crustacean, and other shellfish species for 1960-85 (Depto. de Pesca y Caza, 1960-66; SAG, 1967-77; SERNAP, 1978-85).

MOLLUSKS

Landings increased steadily from 15,834 t in 1960 to 78,299 t in 1985. This group inclu-

des gastropods like *Concholepas concholepas* (loco), *Fissurella* spp. (key-hole limpets including at least 5 species), *Rapana* (*Chorus*) *giganteus*, *Tegula atra* (Lesson), *Thais chocolata* (snails); bivalves like *Venus antiqua*, *Protothaca thaca* (clams), *Tiostrea chilensis* (oyster), *Mytilus edulis chilensis* (black mussel), *Aulacomya ater* (Molina) (giant mussel); and the cephalopod *Octopus vulgaris* (Linné) (octopus). During 1960-74, the black and giant mussels accounted for up to 60% of the shellfish landings. However, from 1975 to 1985, the most valuable mollusks were loco and clams, representing over 50% of the mollusk landings. Between 1976 and 1978 new species were added to shellfishery, like the key-hole limpets (*Fissurella* spp), the razor clam (*T. dombeii*) and surf clam [*Mesodesma donacium* (Lamarck)] which represented 17% of total mollusks landings in 1985.

CRUSTACEAN

This group includes the decapods *Homalaspis plana* and *Cancer* spp. (crabs, at least 5 species), *Lithodes antarcticus* (Jacquinot) and *Paralomis granulosa* (Jacquinot) (king crabs); galateids *Pleuroncodes monodon* and *Cervimunida johni* (red and yellow squat lobsters); the pandalid *Heterocarpus reedi* (prawn); and *Austromegabalanus psittacus* (giant barnacle). Landings for the most important species grew steadily from 11,850 t in 1960 to 72,194 t in 1976, resulting from greater industrial catch of squat lobsters and prawns which accounted for 96% of the crustacean landing in 1976. After 1976 crustacean landings steadily declined (Fig. 4), and recovered slightly during 1981-85. In 1985, crabs and king crabs accounted for 33% of the crustacean caught in the country. An important fishery exist on the giant barnacle, *Austromegabalanus psittacus*, known in Chile as "picoroco", but this crustacean is mainly consumed locally. Small

Table 3a:
Distribution of the number of boats
in the Chilean artisanal fishery
by region between 1965
and 1983

Regions	Number of Boats			
	1965	1968	1979	1983
I	115	135	278	273
II	134	184	584	625
III	57	176	409	420
IV	193	305	589	867
V	473	807	842	928
VI	25	1	53	82
VII	163	135	109	146
VIII	1,866	1,999	1,837	2,228
IX	77	258	136	275
X	636	752	1,474	3,743
XI	13	443	162	508
XII	40	107	376	611
Total	3,792	5,311	6,849	10,706

Table 3b:
Distribution of number (and percent) of Chilean artisanal
fleet by propulsion method between 1965-1983

Propulsion Method	Number of Boats (Percent)			
	1965	1968	1979	1983
Motor	1,327 (35)	2,124 (40)	3,014 (44)	5,353 (50)
Sail	417 (11)	531 (10)	685 (10)	
Oars	2,048 (54)	2,656 (50)	3,150 (46)	5,353 (50)
Total	3,792 (100)	5,311 (100)	6,849 (100)	10,706 (100)

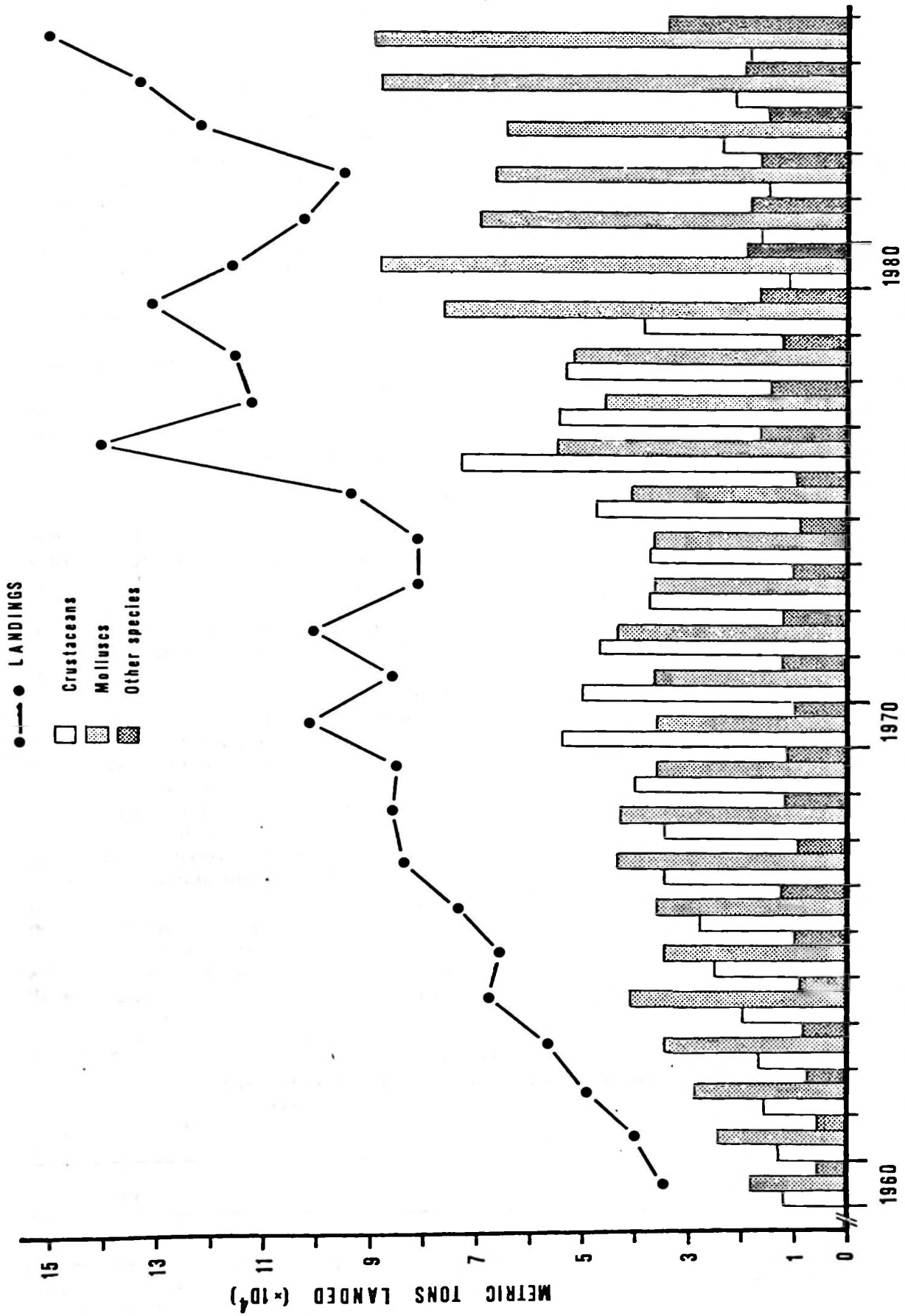


Figure 4. Chilean shellfish landings in metric tons; and sub-division in three main groups: Crustaceans; Molluscs; Other species.

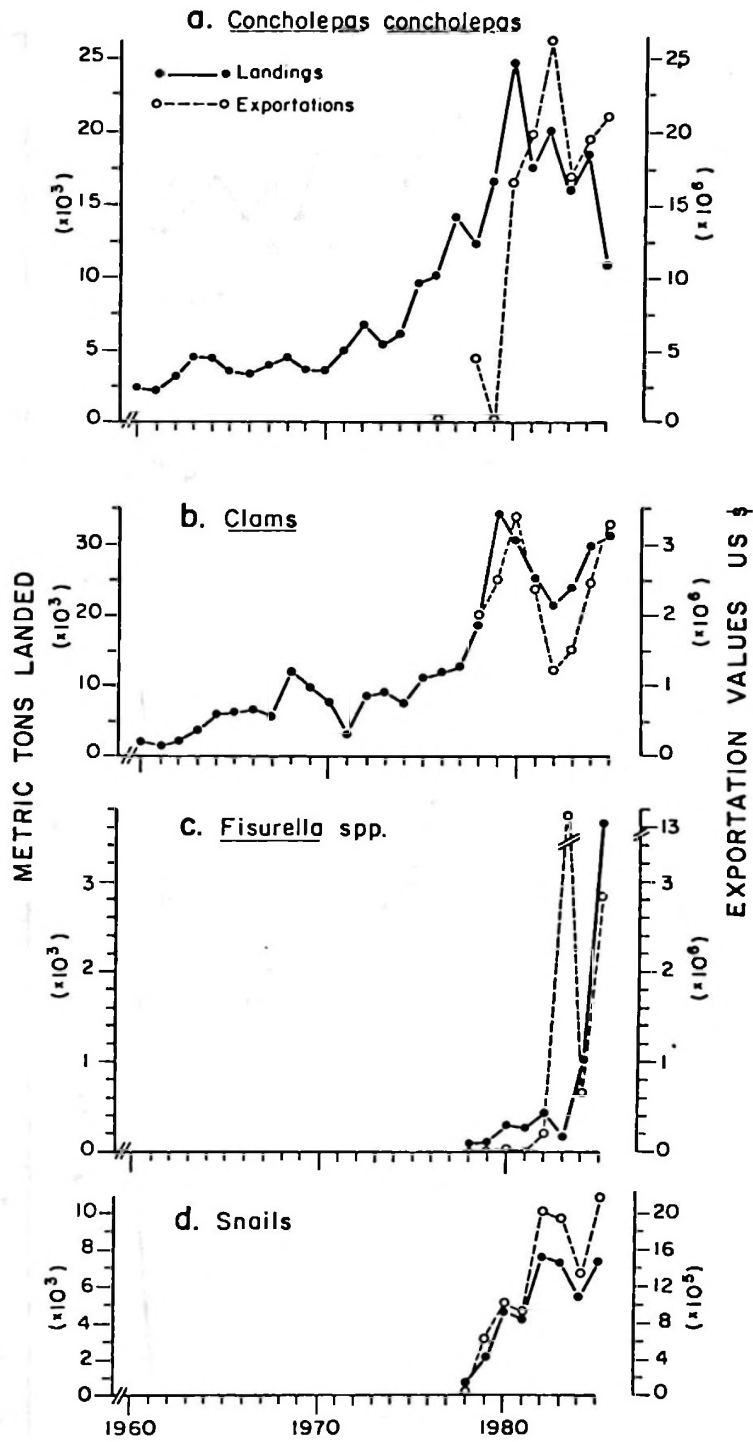


Figure 5. Chilean mollusk landings in metric tons (●—●); and their exportation values in US\$ (○—○), between 1960-85.

- a) Loco, *Concholepas concholepas*.
 b) Almejas (Clams) *Venus antiqua*, *Protothaca thaca*.
 c) Lapas (Key hole limpets) *Fisurella* spp.
 d) Caracoles (Snails) *Rapana (Chorus) giganteus*, *Thais chocolata* and *Tegula atra*.

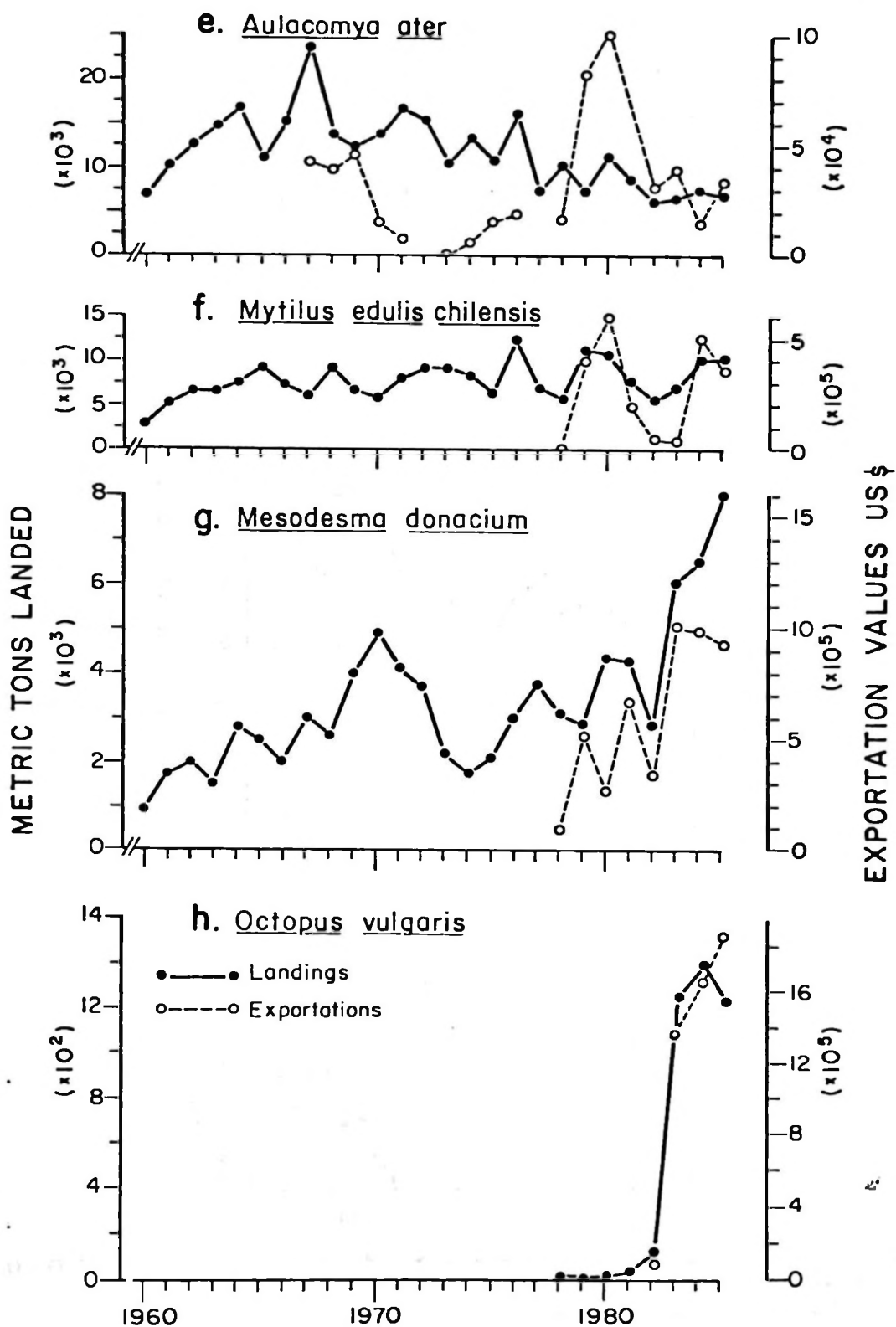


Figure 5. Chilean mollusk landings in metric tons (● — ●); and their exportation values in US\$ (○ - - - ○), between 1960-85.

- e) Cholga (Giant mussel) *Aulacomya ater*.
 f) Chorito (Black mussel) *Mytilus edulis chilensis*.
 g) Macha (Surf clam) *Mesodesma donacium*.
 h) Pulpo común (Octopus) *Octopus vulgaris*.

king crab or "centollón", *Paralomis granulosa*, the "gamba", *Hymenopenaeus diomedea* (Faxon) and the spider crab, *Taliepus spp.*, representing 33% of the nation's crustacean landings in 1985, are relatively recent target-species.

OTHER SPECIES

This group includes sea squirts, *Pyura chilensis* (Molina) and *Pyura preaputialis* (Heller) locally known as "piures"; and an echinoderm, the red sea urchin or edible sea urchin, *Loxechinus albus*. These landings were relatively constant with a mean catch of about 10,000 t per year, from 1960 to 1975. The sea squirt (mainly *P. chilensis*) contribution ranged between 20% and 50% of the group landings. *P. preaputialis* is lightly exploited and only in the area close to the port of Antofagasta (II region). Landings after 1975 markedly increased, reaching 34,459 t

in 1985. Between 1960 and 1975, the landings of piures and sea urchins were similar in volume (50% each). Notwithstanding, *L. albus* had a dramatic increase in its catch: from 9,809 t in 1976, to 30,575 t in 1985. Presently this target species contributes up to 95% in the landings of "other species".

MAIN TRENDS IN LANDINGS AND EXPORTATIONS

The development and increase of Chilean shellfish landing reflects both heavy exploitation of some target species (i.e., loco, sea urchins and clams) and the increased artisanal catch of new species. It also reflects the opening of international markets for Chilean shellfish that started in 1976-78. Figures 5, 6, and 7 show landings and export values of the most relevant shellfish species listed in Table 1 from 1960 to 1985.

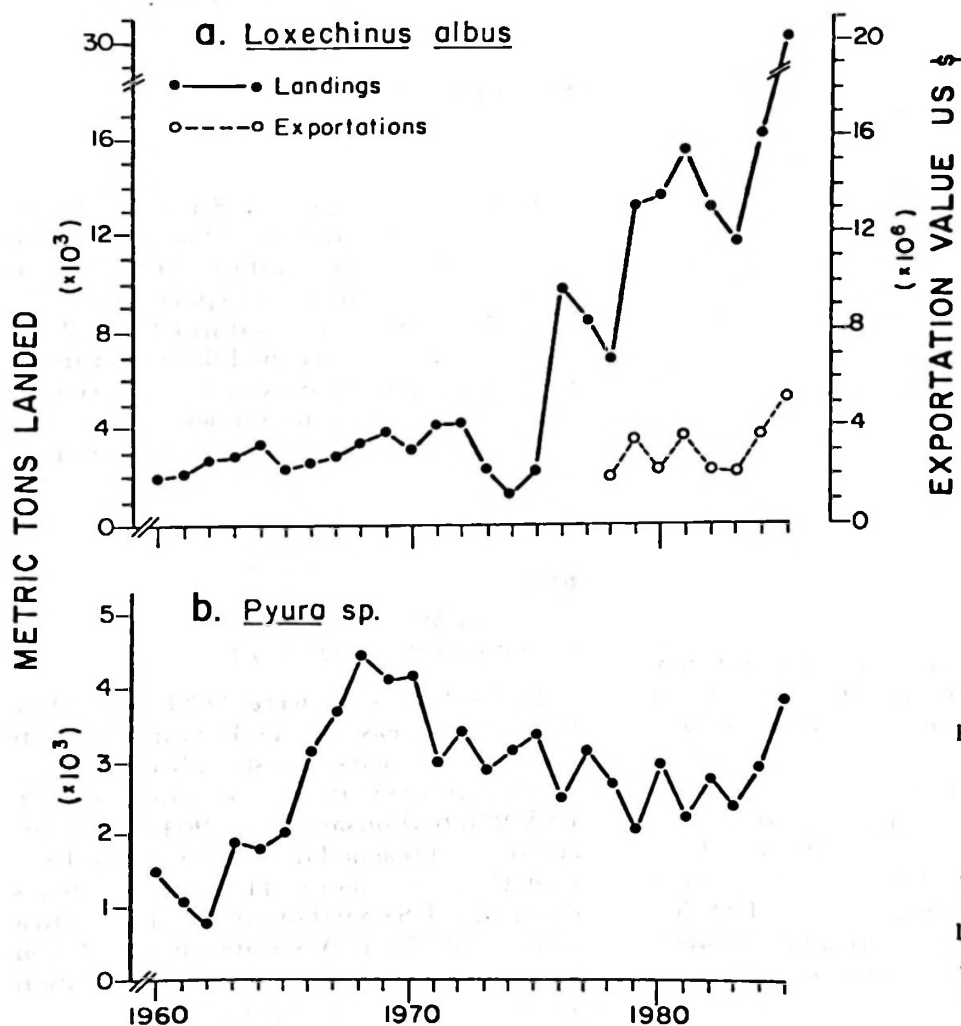


Figure 6a. Chilean red sea urchin *Loxechinus albus* landings in metric tons (●—●); and exportation values in US\$ (○---○). b) Chilean piure (Sea squirt) *Pyura* sp. landings in metric tons (●—●) between 1960-85.

LOCO (*Concholepas concholepas*)

Figure 5a

This muricid gastropod is an important species in national shellfisheries. In 1960, landings were 2,455 t, thereafter they markedly increased up to 24,856 t in 1980. From then on, they have steadily decreased to 11,103 t in 1985. No regulating measures were enforced for the loco before 1982. On that year a three-month closed season was established as well as a new minimum size for its extraction: 10 cm in length of peristoma. The fall in loco catches became alarming and in 1985, a closed season was set for its fishing (March 1st 1985 to May 31 1987). A maximal annual capture of 4,000 t was established for the country. Only region XII (42°S) was excluded from all interdiction.

Export statistics for this species are available since 1976. Exports increased from US\$ 158.1 thousands to US\$ 21.8 millions in 1985. The relation between landed volume and export value is low but significant (Spearman Rank correlation, $r_s = 0.48$; $P < 0.05$).

CLAMS [*Venus antiqua-Protothaca thaca* (Molina)] Figure 5b

Two clams species are registered in landing statistics, but the common name "almejas" for clams includes at least 3 genera and nearly 5 species more: *Mulinia* sp., *Semele* sp. and *Eurhomalea* spp. Clam landings increased from 2,131 t in 1960 to 34,241 t in 1979. In 1985, catches decreased to 32,329 t. Export values in 1969 were US\$ 8.3 thousands, and they increased to US\$ 3.3 millions in 1985. A close correlation was found between landing and exportation values ($r_s = 0.83$; $P < 0.005$).

RED SEA URCHIN (*Loxechinus albus*)

Figure 6a

In 1960 landings were 2,067 t and they increased to 30,580 t in 1985. In 1981, a closed season of two months and a half was established for this species and in 1984, a total 2-year closed season was fixed for Regions I, II, and III. Exports of sea urchin roe are first registered in 1978, with nearly 400 t and a value of US\$ 2.1 millions. In 1985 exports were 607 t with a value of US\$ 5.2 millions. A significant correlation between landings and export values was found ($r_s = 0.51$; $P < 0.005$).

KING CRAB (*Lithodes antarcticus*)

Figure 7a

In 1960, a catch of 110 t was registered; in 1975 it increased to 609 t, and reached 2,616 t in 1985. From 1964 to 1973, exports fluctuated between US\$ 48.8 thousands and US\$ 55.3 thousands. Thereafter exports markedly increased to US\$ 9.5 millions in 1985. Landings are closely related to the export values ($r_s = 0.92$; $P < 0.001$).

CRAYFISH [*Jasus frontalis* (Milne Edwards)]-Figure 7b

In 1960, catches were 122 t and they decreased to 35 t in 1985, reflecting marked overfishing of this resource (Arana, 1985; IFOP, 1985a; Arana, 1987). Exports of crayfish were US\$ 35.5 thousand in 1978 and US\$ 11.9 thousands in 1985. Relation between landing and export value is low and non significant ($r_s = 0.40$; $P > 0.05$).

SQUAT LOBSTERS(*P. monodon-Cervimunida johni*)

Figure 7c

In 1960, landings were 8,122 t and they steadily increased to 62,662 t in 1976. From then on, landings drastically declined to 4,160 t in 1985. In 1964 exports were US\$ 1.5 millions; they increased to US\$ 16.2 millions in 1976, and declined thereafter down to US\$ 906.1 thousands in 1985. A significant correlation was found between landing and exportation values ($r_s = 0.89$; $P < 0.005$).

PRAWNS(*H. reedi-Rhynchocinetes typus* (Milne Edward)]-Figure 7d

In 1960, landings were 2,634 t, and they markedly increased to 11,410 t in 1966. On the following years they steadily declined to 2,949 t in 1985. Prawn exportations were US\$ 918.6 thousands in 1964. They increased and reached their maximum in 1983 with US\$ 7.6 millions. Thereafter, exports declined to US\$ 3.6 thousands in 1985 with a landing of 562 t. A significant correlation was found between landing and exportation values ($r_s = 0.68$; $P < 0.01$).

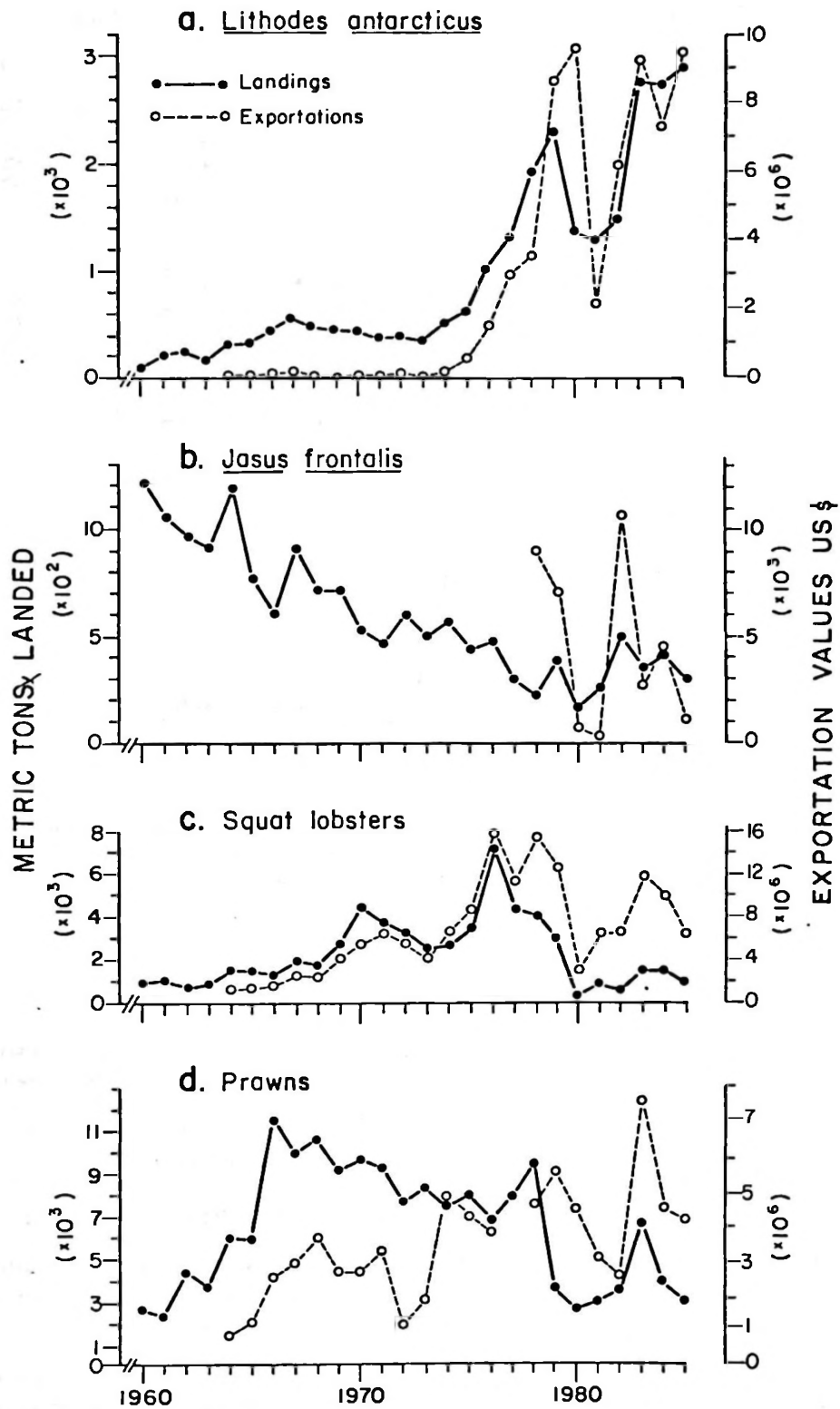


Figure 7. Chilean crustacean landings in metric tons (●—●); and their exportation values in US\$ (O—O), between 1960-85.

- a) Centolla (King crab) *Lithodes antarcticus*.
- b) Langosta (Crayfish) *Jasus frontalis*.
- c) Langostinos (Squat lobsters) *Pleuroncodes monodon*, *Cervimunida johni*.
- d) Camarones (Prawns) *Heterocarpus reedi*, *Rhynchocinetes typus*.

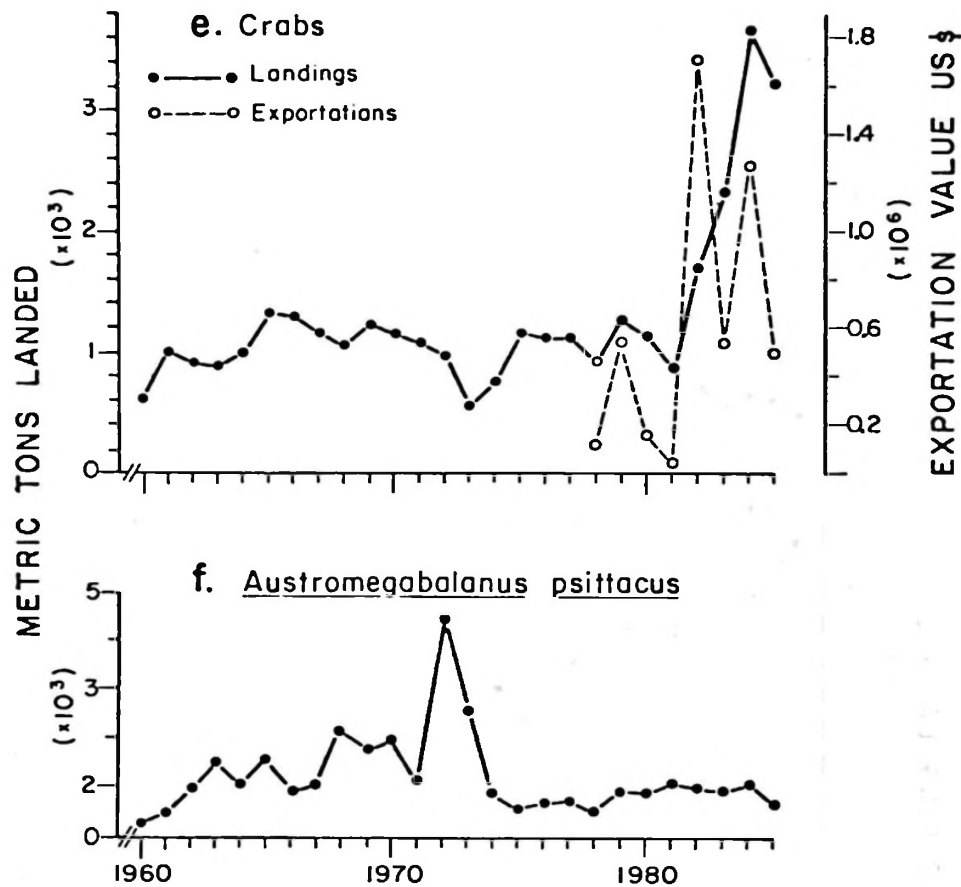


Figure 7. Chilean crustacean landings in metric tons (●—●); and their exportation values in US\$ (○---○), between 1960-85.

e) Jaibas (Crabs) *Cancer spp.*, *Homalaspis plana*.

f) Picoroco (Giant barnacle) *Austromegabalanus psittacus*.

RANKING OF SHELLFISH IMPORTANCE

The price of one kilogram (k) of shellfish exported has been defined in this paper as the *Unit Value* (UV). It is obtained dividing the total export value by the volume exported. Table 4 presents the mean value of one kilogram of shellfish resources exported in U.S. dollars over the last 6 years. At the same time, the quotient between the UV of the different shellfish species and the UV of one kilogram of fish meal was calculated (the fish product of greater national importance). According to these two criterias rankings of the main important species can be established. Table 4 shows that the first in importance are king crab and crayfish, followed by sea urchin and loco. The two latter species, although of relatively low UV are marketed in great volumes abroad. The species-resource of less commercial value is the black mussel.

The mean value of fish meal in that period was US\$ 0.5 per kilogram. When comparing the average UV of shellfish resources with average UV of fish meal, we observe that the price of king crab is 24.3-fold higher than that of fish meal, the loco 9.3-fold higher and black mussel 4.5-fold.

SHELLFISH REGULATIONS

Table 5 shows the main regulatory measures in force for commercial fishery; a) minimum size; b) closed seasons; c) regions exempted from closed seasons; d) fishing arts; and e) interdiction according to type of reproduction, catch quota, or genetic reserves. Chilean shellfishery comprises about 60 species of marine invertebrates (Castilla and Becerra, 1975). Out of 36 species registered in the statistics, 18 are subjected to some control (= 30% of commercial species). The milder regulatory measures correspond to

Table 4
Average unit value (UV) of 1 kg of shellfish product exported (U.S. dollars),
for the 12 most important Chilean shellfish during
the last 6 years

	1985	1984	1983	1982	1981	1980	Value \bar{X}	Ranking	Rel. with Fish Meal	Ranking
Langosta (Crayfish)	12.5	14.0	14.6	12.3	10.0	8.7	12.0	1	24.3	1
Centolla (King crab)	11.8	9.0	9.0	8.7	14.7	14.0	11.2	2	22.7	2
Erizo (Red sea urchin)	5.8	5.3	5.2	6.3	7.1	6.0	6.0	3	12.0	3
Loco (Loco)	9.8	4.1	3.6	4.4	3.4	2.3	4.6	4	9.3	4
Jaiba (Crabs)	2.7	4.4	3.6	8.3	2.2	4.4	4.3	5	8.6	5
Lapa (Key hole limpet)	3.5	2.5	3.2	2.9	3.0	3.2	3.0	6.5	6.2	6
Cholga (Giant mussel)	2.6	4.0	3.4	1.9	2.9	3.0	3.0	6.5	6.0	7
Macha (Surf clam)	2.7	2.9	3.1	2.8	2.9	3.2	2.9	8	5.7	8.5
Almeja (clams)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	9.5	5.7	8.5
Caracol (Snails)	2.6	2.7	2.9	3.0	2.7	2.7	2.8	9.5	5.6	10
Chorito (Black mussel)	2.0	2.3	2.6	3.2	2.5	2.1	2.4	11	4.5	11
H. de Pescado (Fish meal)	0.9	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	12	1.0	12

fishing arts, restricted in some cases (i.e., scallops and snails) which may only be fished by diving; crayfish and king crabs, whose extraction is limited to the use of passive traps or "fykes" (Subsecretaria de Pesca, 1985).

Fishing quota are set in 1985. Maximum catch was fixed at 4,000 t for the loco in 1986, and fishery was restricted to particular geographical areas. Maximum catch permitted for squat lobster was 4,000 t in 1985 (between parallels 34° and 37°S). These quotas were established to counteract the high exploitation levels which showed clear signs of overexploitation (decreases in landings and increases in fishing efforts).

DISCUSSION

Castilla and Becerra (1975) reported that a substantial group of the Chilean commercial species were autochthonous or presented a geographical distribution restricted to the coasts of the South-East Pacific (i.e. loco, red sea urchin, sea squirt, giant barnacle, and squat-lobsters). On the other hand, some species risked overexploitation and their biology or fishery aspects were poorly known as to plan a rational management of these resources.

Ten years after, it is clear that these risks have become a reality. Furthermore, no capacity of regulatory response is observed, and extreme measures of closed seasons (years) have been adopted to protect these resources.

The high increases in shellfish landing volumes in the last decade have mostly derived from heavy extraction of some target-species (loco, clams and sea urchins). This responds to the national policy of non traditional exports and the opening of new markets—specially Asian—for our shellfish products. From 1960 to 1985 twelve "noble" Chilean shellfish species have been included into the international shellfish markets. It is worth noting that from 1982 to 1985 the "noble" species have been intensively fished due to the gradual diminution of the traditionally exploited stocks, or in response to closed seasons.

Castilla and Schmiede (1979) have postulated that the Chilean maintenance in time of great landing volumes for shellfish may be due to the existence of "buffer zones", along the Chilean littoral, which would have been less exploited allowing repopulation of the fishing areas.

The case of the red sea urchin clearly illustrates the dramatic increase of shellfish landings in short periods. This species was first exported in 1978. Since 1976 substantial and sustained increases in landings are observed until reaching approximately 30,000 t in 1985. Exports on that year were over US\$ 5,000,000; in fact, according to Sloan (1984) and F.A.O. (1986) Chile currently occupies the second place among the world exporters of this kind of resource. The risk of overexploitation has led to a total restriction of its fishery for several years in some regions of

Table 5
The 5 most important regulatory measures for the extraction of 17 species
of shellfish along the Chilean coastline during 1985

Common Name in Chile (Scientific name)	Minimum legal size (cm)	Closed-season period Along the country	Region exempted from closed season	Fishing art	Others
Almejas (<i>Veneridae</i>)	5.5	—	—	—	—
Chorito (<i>M. edulis chilensis</i>)	5.0	Nov. 1st - Dec. 31 st	XII region	—	Genetic reserve at stuary of Queule river
Choro (<i>C. choros</i>)	12.0	Sept. 18th - Dec. 31 st	—	—	—
Cholga (<i>A. aler</i>)	7.0	Oct. 1st - Jan. 31 st	I, II and III region	—	—
	5.5	—	—	—	—
Machas (<i>M. donactium</i>)	(I and II Region)	Oct. 1st - Jan. 31 st	—	—	—
	6.0	—	—	—	—
	5.0	—	—	—	—
Ostra (<i>T. chilensis</i>)	(IX and X Region)	—	—	—	—
	5.0	Oct. 1st - Mar. 31 st	—	—	—
Ostión (<i>C. purpurata</i>)	(I to IX Region)	Sept. 1st - Jan. 31 st	—	Diving only	Closed-season for 3 years at Tongoy bay (30°18'2"S-30°17'33"S)
	9.0	—	—	—	—
	8.0	Sept. 1st - Jan. 31 st	—	Diving only	Fishery of females with eggs forbid- den throughout the year
	9.0	Nov. 15 st - Jan. 15 st	—	—	—
Caracol trumulto (<i>R. giganteus</i>)	—	—	—	—	—
Langostinos (<i>C. johnii</i> and <i>P. monodon</i>)	—	a) Total from May 1st to 31 st, 1985 between 34°00'00"S and 37°10'00"S b) From Aug. 16 th, 1985 to Jun. 1st 1986 between 34°00'00"S and 37°10'00"S	—	—	Fishery between 34°00'00"S and 37°10'00"S, from Jun 1st to Aug. 15th, 1985. Max. landing: 4,000 me- tric tons
Pulpo (<i>O. vulgaris</i>)	1.0 kg	From Nov. 15th-March 15th	—	—	—
Loco (<i>C. concholepas</i>)	10.0	a) Total from March 1st, 1985 to May 31 st, 1987 in I, II and III region b) Total from Sept. 25 th, 1985 May 31 st, 1987 between IV re- gion and 40°S	XII region	—	Fishery between 40°S to XI region included, between March 1st and Jul. 31 st, Max. landing of 4,000 metric tons
Langosta (<i>J. frontalis</i>)	11.0	May 15th - Sept. 30 th	A. Selkiri Isl.	Traps only	Fishery of females with eggs forbid- den the year round
Jaibas and Cangrejos (Decapoda, Brachiura)	—	—	—	—	Fishery of females with eggs forbid- den the year round
Centolla (<i>L. antarcticus</i>)	12.0	Total from Oct. 27 th, 1981 to Oct. 27 th, 1985 between 52°53'60"S and 53°28'00"S	—	Traps only	Fishery of females with eggs forbid- den the year round
Centollón (<i>P. granulosa</i>)	8.0	—	—	Traps only	Fishery of females with eggs forbid- den the year round
Erizo (<i>L. albus</i>)	7.0	Nov. 1st - Jan. 15th Total from Jan. 23 rd, 1985 to Jan. 18 th, 1987 in I, II and III region	XII region	—	—

the country (Subsecretaria de Pesca, 1985). Similar situations have occurred with other shellfish like loco and squat-lobsters.

Regulatory measures adopted are mostly paliative and preventive: they are applied when there is evidence or suspicion of over-exploitation. Unfortunately, in the country there are no solid historical data in terms of fishery stocks or variation in fishery efforts.

We conclude that artisanal shellfishery plays a crucial economic and social role in the country, with 11,655 shellfishermen directly devoted to this activity in 1983 (Table 2). Though it is not possible to calculate the number of workers laterally involved in shellfish extraction (helping hands in the coves, intermediaries, sellers, industrial workers or plant workers, carriers, etc.) they may be 10-15 fold this figure. Together with the increase in work-force (either direct or indirect) there has been a substantial development in governmental credits to the artisanal fishery subsector. In the period 1982-85, loans were granted for a total of US\$ 15,300,000, particularly for purchasing motors, hulls and elements for fishing arts (CONAPACH, 1986).

On the other hand, the great contribution of the artisanal sector to the economy of the country is to be noted (about US\$ 100,000,000 only in terms of exportation returns), as well as the added values of the resource shellfish, face to traditional products like fish meal. Chilean shellfish are recognized for their quality and diversity. Local consumption is important both in urban centers and fishermen coves.

The challenges of research issues are varied and multiple, from basic knowledge, to technological and applied aspects, including shellfish aquaculture. At this respect Table 6 shows the species cultured in Chile, national landings, production and incidence on bivalve and mollusks landings. Aquaculture is less than 0.1% of the total mollusks landings, and in average near 5% of the total bivalves landings. It should be noted that only filter-feeder mollusks (bivalves) are currently cultured in Chile while herbivore and carnivore invertebrates (lapas, snails, locos, urchins) are still at a laboratory experimental stage. Thus, artisanal fishery is applying for assistance, financement and transference of technology for its development and the implementation of aquaculture (Morales y Gezan, 1986; Becerra *et al.*, 1986; CONAPACH, 1987).

The primary task to be undertaken is an accurate knowledge of the resource stocks and their variations in time, particularly in shellfish species threatened by overexploitation. Recently, Castilla and Jerez (1986), Geaghan and Castilla (1986) and Ortiz *et al.*, (1986) have assayed methodologies in coves in central Chile, in order to gather data base on artisanal fishery through time in order to develop a minimal predictive capacity. Also, it is necessary to implement statistical forms for catches and effort, that will allow to gather data base at least in a few groups of artisanal coves along the country. Also, studies of basic population parameters (like growth, recruitment and natural mortality) should be conducted. Without historical data base it will not be possible to rationalize shellfishery activities in the country.

ACKNOWLEDGEMENTS

We sincerely acknowledge financial support from following projects: IDRC/PUC 3-P-85-0069; Organization of American States (O.A.S.) 53C363; and FONDECYT N° 86/1100. Mrs. Ignacia Aguirre helped us to translate to English based on an Spanish draft.

LITERATURE CITED

- ARANA, P. (ed.). 1985. Investigaciones marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, Facultad de Recursos Naturales, U. Católica de Valparaíso, 373 p.
- ARANA, P. 1987. Perspectivas históricas y proyecciones de la actividad pesquera realizada en el Archipiélago de Juan Fernández, Chile. En: Islas Oceánicas Chilenas. Conocimiento Científico y necesidades de Investigaciones, pp. 319-35. J.C. Castilla (ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- BECCERRA, R.; A. POBLETE, J. LEDERMANN, M. VÉLIZ & M. SEGUEL. 1986. Cultivos marinos: Antecedentes para una transferencia de tecnología hacia el subsector pesquero artesanal. En: Pesca Artesanal, Tecnología y desarrollo, pp. 55-86. A. Arrizaga (ed.), Pontificia Universidad Católica de Chile Sede Regional Talcahuano, Talcahuano.
- BUSTOS, E.; H. ROBOTHAM, E. LARA & E. PACHECO. 1986. Edad y Crecimiento de *Concholepas concholepas*. Consideraciones a la aplicación de la ecuación de Von Bertalanffy (*Gastropoda, Muricidae*). Investigaciones Pesqueras, 33: 33-45.
- CASTILLA, J.C. & R.M. BECCERRA. 1975. The shellfisheries of Chile: an analysis of the statistics 1960-1973. En: International Symposium Coastal Upwelling Proceeding, pp. 61-90. J.C. Valle (ed.). Universidad del Norte, Coquimbo, Chile.
- CASTILLA, J.C. & P. SCHMIEDE. 1979. Hipótesis de trabajo sobre la existencia de zonas marítimas tampones en relación a recursos marinos bentónicos (mariscos)

Table 6
The 6 species subjected to commercial farming in Chile, their production, national landings (t) of their fishery and their incidence (%) on bivalves and total mollusks landings between 1981 and 1985

Species	1981		1982		1983		1984		1985						
	Landing Farm- ing	%	Landing Farm- ing	%	Landing Farm- ing	%	Landing Farm- ing	%	Landing Farm- ing	%					
1. <i>Mytilus edulis chilensis</i> (Black mussel)	7,752	582	7.5	5,647	1,389	24.6	7,080	309	4.4	10,375	975	9.4	10,189	983	9.6
2. <i>Choromytilus chorus</i> (Shoe mussel)	129	31	24.0	152	240	157.9	279	63	22.6	490	136	27.8	1,136	133	11.7
3. <i>Chilamys purpurata</i> (Northern scallop)	—	—	—	441	1	0.2	429	—	—	4,990	57	1.1	1,410	39	2.8
4. <i>Tiostrrea chilensis</i> (Chilean oyster)	506	119	23.5	586	185	31.6	582	12	2.1	978	120	12.3	892	274	27.3
5. <i>Aulacomya ater</i> (Giant mussel)	8,526	14	0.2	6,134	—	—	6,475	—	—	7,287	—	—	6,941	—	—
6. <i>Crassostrea gigas</i> ¹ (Pacific oyster)	—	—	—	—	—	—	—	4	100	—	28	100	—	25	100
Total	16,913	746	4.4	12,960	1,815	14.0	14,845	388	2.6	24,120	1,316	5.5	20,568	1,454	7.1
Total landing of Mollusks	69,221	746	0.01	66,293	1,815	0.027	71,457	388	0.005	88,513	1,316	0.095	88,955	1,454	0.016
Total landing of Bivalves	47,206	746	1.58	37,825	1,815	4.8	52,913	388	0.73	62,151	1,316	2.07	65,166	1,848	2.33

¹Exotic species (not included in the calculations).

- y algas) en la costa de Chile continental. En: Seminario-Taller sobre desarrollo e investigación de los recursos marinos de la octava región, Chile, pp. 145-167. V.A. Gallardo (ed.). Universidad de Concepción, Concepción.
- CASTILLA, J.C. 1982. Pesquería de moluscos gastrópodos en Chile: *Concholepas concholepas*, un caso de estudio. En: Monografías Biológicas 2: 199-212. Segundo Seminario Taller. Bases Biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: Recursos biológicos marinos. J.C. Castilla (ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- CASTILLA, J.C. & G. JEREZ. 1986. Artisanal fishery and development of a data base for managing the loco (*Concholepas concholepas*) resource in Chile. En: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Canadian Special Publication Fisheries and Aquatic Sciences 92: 133-139. G.S. Jamieson & N. Bourne (eds.).
- CONAPACH. 1986. Congreso Nacional de Pescadores Artesanales, Padre Hurtado, 11-12 y 13 de noviembre de 1986, 12 p.
- CONAPACH. 1987. Resoluciones y programa de actividades para el primer semestre de 1987. Reunión provincial de las organizaciones de pescadores artesanales de Chile. Chonchi, enero de 1987, 36 p.
- DEPARTAMENTO DE PESCA Y CAZA. 1960-66. Anuarios Estadísticos de Pesca. Ministerio de Agricultura, Chile.
- DURAN, L.R.; CASTILLA, J.C. & OLIVA, D. 1987. Intensity of human predation on rocky shores at Las Cruces, central Chile. Environmental Conservation 14: 143-149.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1986. Anuario Estadístico de Pesca, Capturas y Desembarques, 1984, Vol. 58. Roma, F.A.O. 1986.
- GEAGHAN, J.P. & J.C. CASTILLA. 1986. Use of the catch and effort data for parameter estimate for the loco *Concholepas concholepas* fishery of central Chile. En: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Canadian Special Publication Fisheries Aquatic Science 92: 168-174. G.S. Jamieson and N. Bourne (eds.).
- HANCOCK, D.A. 1969. La pesquería de mariscos en Chile. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Publicación N° 45: 1-94.
- IFOP. 1985a. Diagnóstico de la pesquería de langosta en el Archipiélago de Juan Fernández. Instituto de Fomento Pesquero, AP 86/6: 1-121.
- IFOP. 1985b. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas III, IV y X Región. I Estado de situación del recurso, 223 p.
- MORALES, H. & L. GEZAN. 1986. La modernización de las pesquerías chilenas. Impactos sociales y ecológicos. Ambiente y Desarrollo Vol. 2, N° 2: 33-46.
- ODEPA. 1976-85. Boletín de Comercio Exterior del Sector Pesquero. Ministerio de Agricultura, Oficina de Planificación Agrícola.
- ORTIZ, E.; J.C. CASTILLA & JEREZ, G. 1986. Modelaje preliminar del esfuerzo de pesca, aplicado a la pesquería de *C. concholepas*, en una caleta del centro de Chile, p. 62. VII Jornadas de Ciencias del Mar, noviembre de 1986, Osorno, Chile.
- RIVAS, D. & J.C. CASTILLA. 1986. Dinámica de poblaciones intermareales de *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789), en Chile central, p. 331. X Congreso Latinoamericano de Zoología, Viña del Mar, Chile. Octubre de 1986.
- S.A.G. 1967-77. Anuarios Estadísticos de Pesca. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Pesca y Caza.
- SERNAP. 1978-85. Anuarios estadísticos de pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- SERNAP. 1982. Situación de la actividad Pesquera Nacional. Embarcaciones Artesanales. Servicio Nacional de Pesca, Documento Informativo Interno 10: 1-12.
- SERNAP. 1983. Pesca Artesanal, Fuerza de Trabajo y Flota. Servicio Nacional de Pesca, Documento Informativo 16: 1-12.
- SLOAN, N.A. 1984. Echinoderm fisheries of the world: A review. En: Proceedings of the Fifth International Echinoderm Conference: 109-124. Galway, september 1984.
- SUBSECRETARÍA DE PESCA. 1985. Disposiciones legales pesqueras Chilenas. 193 p.

SIZE-FRACTIONED PHOTOAUTOTROPHIC PRODUCTION IN A SHALLOW BAY*

PRODUCCION AUTOTROFICA FRACCIONADA POR TAMAÑOS EN UNA BAHIA SOMERA

Silvio Pantoja** Humberto González** y Patricio A. Bernal**

ABSTRACT

CO₂ assimilation measurements were carried out in Concepción Bay (36°40'S, 73°01'W), to evaluate size fractioned and total primary production in ¹⁴C incubations.

The P-I curve shows an assimilation number of 3.82 mgC (mgChl-a)⁻¹ h⁻¹ and an α value of 0.0076 (mgC(mgChl-a)⁻¹ h⁻¹)/uE m⁻² s⁻¹, both parameters were used to estimate primary production in the water column using the Herman & Platt model (1983). Integrated production was calculated as 0.97 gC m⁻² d⁻¹, four times higher than previous estimations reported off the Chilean coast.

At low irradiance (I = 109 uE m⁻² s⁻¹), picoplankton and nanoplankton were responsible for 9.5% and 12.5% of the non-normalized production, whereas the net phytoplankton accounted for 64.6% of the photosynthetic assimilation. The chlorophyll normalized photosynthetic rate (productivity index) was higher for smaller than larger fractions, size dependant relationship with ecological significance at low light irradiances.

Key words: Primary production, Picoplankton, Chile.

RESUMEN

Experimentos de asimilación de CO₂ se realizaron en la Bahía de Concepción (36°40'S, 73°01'W) con el fin de evaluar la producción primaria total y fraccionada a través de incubaciones con ¹⁴C.

De la curva P-I resulta un número de asimilación de 3.82 mgC (mg Chl- a)⁻¹ h⁻¹ y un valor de α de 0.0076 (mgC(mgChl- a)⁻¹ h⁻¹)/uE m⁻² s⁻¹, los cuales fueron utilizados para estimar producción en la columna de agua usando el modelo de Herman & Platt (1983), cuya producción integrada se calculó en 0.97 gC m⁻² d⁻¹, cuatro veces mayor que las informadas previamente para la costa de Chile.

A baja irradiancia (I = 109 uE m⁻² s⁻¹), el picoplancton y el nanoplancton fueron responsables de un 9.5% y un 12.5% de la producción no normalizada, mientras que el fitoplancton de "red" (net-phytoplankton) contribuye con un 64.6% de la asimilación fotosintética. La tasa fotosintética normalizada por clorofila (índice de productividad) fue mayor en las fracciones pequeñas que en las fracciones de mayor tamaño, relación dependiente del tamaño y de importancia ecológica a bajas intensidades de luz.

Palabras claves: Producción primaria, Picoplancton, Chile.

INTRODUCTION

Primary production estimates in Chilean waters are scarce and restricted to only a few works (Forsbergh & Joseph, 1963; Platt & Subba Rao, 1975). Observations from the Central Coast of Chile show the presence of sub-surface chlorophyll maximum layers (Bernal, 1986; González *et al.*, 1987) that supply suitable food for larval and juvenile fish survival, however this tropho-dynamic role has not been yet studied.

Recent developments in pelagic ecology have assigned a previously unrecognized role to marine prokaryotes by revealing that these organisms are more ubiquitous and abundant than was expected, and they are capable of extremely high rates of production (Hobbie *et al.*, 1977; Fuhrman & Azam, 1982; Azam *et al.*, 1983). The photo-autotrophic fraction of this prokaryote biomass, or picoplankton (< 2 μm), is widely distributed in the oceans (Waterbury *et al.*, 1979; Li & Platt, 1987) with the exception of

*Supported by grants DIUC 198/84 and 166/86, Dirección de Investigación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Departamento de Oceanografía, Area de Biología y Tecnología del Mar (BIOTECMAR), Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano. Casilla 127, Talcahuano - Chile.

Polar waters. Li *et al.*, (1983), demonstrated experimentally that they are responsible for a substantial fraction (30 to 50%) of the total primary production in tropical oceanic and coastal pelagic ecosystems.

A primary production experiment was carried out in Concepción Bay (36°40'S, 73°01'W) in spring to evaluate the biomass and production of the size fractions at the depth of chlorophyll maxima. Fractioned photosynthetic rates and biomass were compared in order to establish the contribution of each size fraction. From the P vs I curve, the parameters α and P_{\max}^B were obtained to model primary production in the water column using the vertical distribution of biomass (Herman & Platt, 1983).

MATERIALS AND METHODS

On October 10, 1986, chlorophyll profiles were measured at a single station located at the mouth of Concepcion Bay (37°35'15"S, 73°01'30"W), with a continuous - flow fluorometer (Turner Designs Mod. 10-000R) in order to determine the depth of the chlorophyll maximum (6 m), and to collect water samples for ^{14}C incubations.

On board, 19 light and 2 dark bottles were incubated with 5 μCi of $\text{H}^{14}\text{CO}_3^-$ per 60 ml during 45 min in a irradiance gradient from 72.4 to 1144.0 $\text{uE m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Samples were homogenized only at the beginning of the experiment. Temperature was controlled by pumping sub-surface water ($11 \pm 1^\circ\text{C}$) through a cooling chamber placed between a 250 Watt halogen light source and the incubation apparatus (modified from Lewis & Smith, 1983). This system, based on a modified overhead projector, allows the simultaneous incubation of 33 flasks (60 ml each) or alternatively of 45 scintillation vials (20 ml each), distributed over a Fresnel lens producing the light gradient (Figure 1). Scalar irradiance was measured using a Biospherical Instruments QSP 200-D underwater sensor fully submerged in an incubating flask filled with filtered seawater (0.45 μm) placed on the bottom plate glass of the cooling bath.

The size fractionation experiment was carried out at an average scalar irradiance of 109 $\text{uE m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Samples (2 light and 2 dark bottles) were gently filtered through Millipore membrane filters of the appropriate nominal pore-size under low-vacuum (15 cm Hg). The particulate fractions isolated directly by filtration were: 0.45-0.8 μm , 0.8-40

μm , 0.8-1.8 μm , 0.8-210 μm , and 0.45-335 μm (i.e. whole range). The size-fractions between 0.45-1.8 μm (picoplankton), 1.8 and 40 μm (nannoplankton) and between 40 and 335 μm (net phytoplankton) were inferred by subtraction. After filtration, the excess radioactive bicarbonate was removed with fuming HCl before addition of dioxane scintillation cocktail. Radioisotope samples of ^{14}C and the corresponding sets of standards for "external standard channel ratio" were counted for two minutes (average error 7.3%) in a Beckmann Scintillation Counter LS 100C. Chlorophyll-*a* extracted with acetone, was determined for each fraction using the fluorometric method (Parsons *et al.*, 1984) with duplicate samples.

The use a log-scale abscissa in the presentation of the results of the size fractionation experiment is based on the formalization of the biomass spectra $b(w)$ of Platt & Denman (1978). In the experiment reported here, the size intervals are not equal, and for each bar the value of biomass (ordinate) represents the integral for that size interval. Accordingly, the total biomass can be obtained by summing the chlorophyll values.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the P-I experiment are shown as the P vs I curve in Figure 2, where the parameters α and P_{\max}^B were estimated as 0.0076 $\text{mg C (mg Chl-a)}^{-1} \text{h}^{-1} / \text{uE m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and 3.89 $\text{mg C (mg Chl-a)}^{-1} \text{h}^{-1}$, respectively. The model of Herman & Platt (1983):

$P^B = P_{\max}^B \tanh(\alpha I / P_{\max}^B)$, was used to calculate production. The light attenuation coefficient (K_z) was estimated as a function of chlorophyll-*a* concentration in the water column, according to the relationship described by Herman (1984) for the Peruvian coast:

$$K_z = 0.05 + 0.05 * \text{chlorophyll-a (mg m}^{-3}\text{)}$$

The profile of primary production is presented in Figure 3, where the production and the biomass profiles are plotted against depth. The resulting integrated production was 0.97 $\text{g C m}^{-2} \text{d}^{-1}$, four times higher than the previous data cited as representative for the Chilean coast (Platt & Subba Rao, 1975). These data, originally reported by Forsbergh & Joseph (1963), correspond to coastal measurements off Antofagasta-Taltal (Expedition STEP-I, 1960) and to oceanic sta-

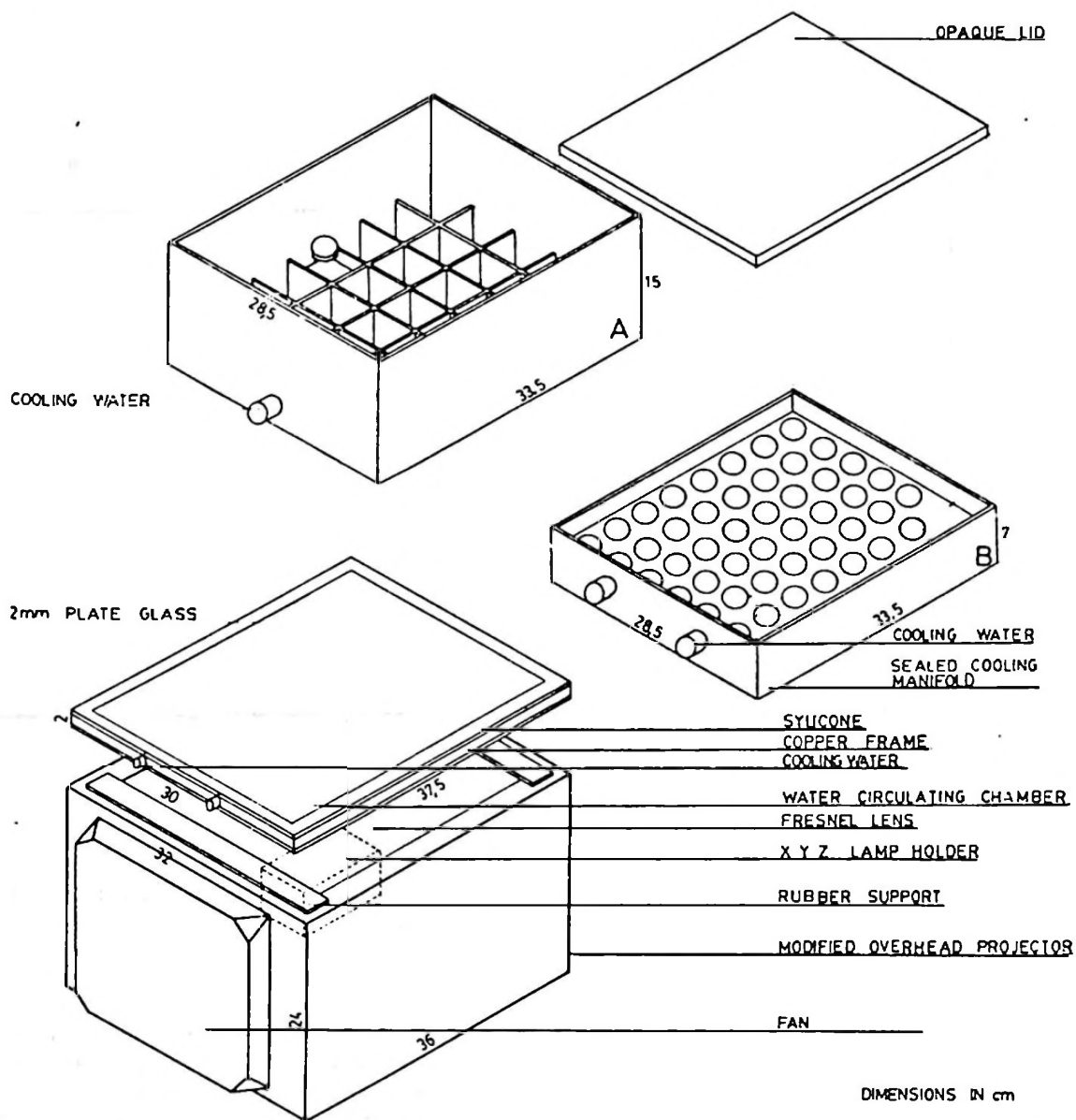


Figure 1. Schematic diagram of incubation system. A: bath for thirty three 60 ml flasks, B: sealed manifold for forty five 20 ml scintillation vials.

tions about 280 km off Los Vilos (B/E Esmeralda Cruise, 1962). This discrepancy can be explained considering the different nature of the sampled environments (bay, shelf, open ocean) however, in interpreting it, allowance should also be made for the different methodologies employed, that according to common practice when published, involved radically different incubation times and counting techniques.

For the size fractionated experiment three types of presentation of the data are used: i) biomass (chlorophyll-*a*) as a function of

particle size (Figure 4-a), ii) non-normalized primary production (Figure 4-b), and iii) the productivity index P^B as a function of particle size, i.e. the normalized PP spectrum (Figure 4-c).

Picoplankton reached $0.2 \text{ mg Chl-}a \text{ m}^{-3}$, compared with $7.21 \text{ mg Chl-}a \text{ m}^{-3}$ for the total biomass, (Figure 4-a) this corresponds to 2.8% to the photosynthetic biomass in the chlorophyll-*a* maximum layer at 6 m depth, while the nanoplankton contribute 16.9%. In an annual time series obtained in Concepcion Bay, the highest biomass of picoplank-

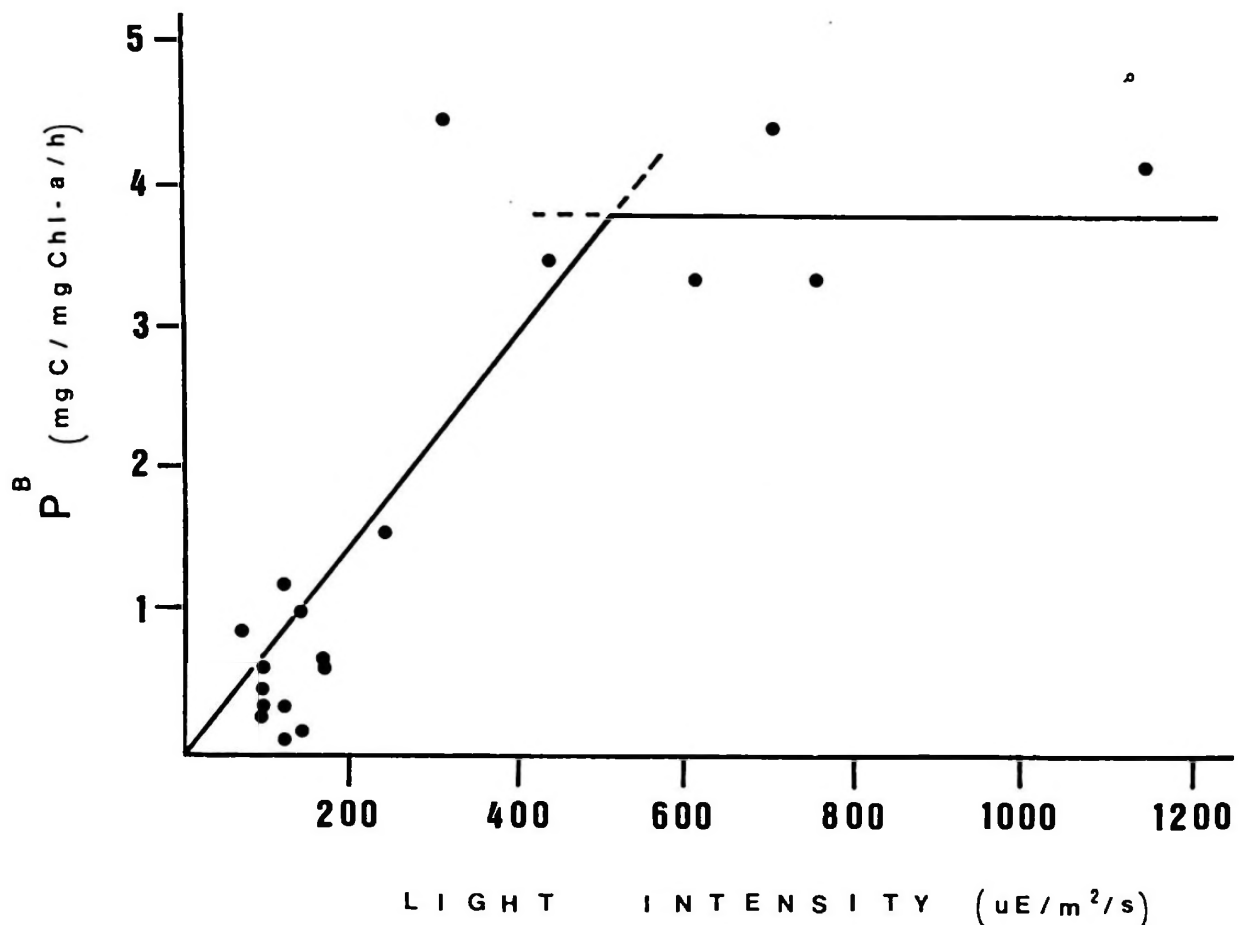


Figure 2. Photosynthesis (P^B) versus incident irradiance ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$) for samples obtained at the chlorophyll maximum depth at station 4BG.

ton has been found near the bottom at depth of 25 m, where it may represent up to 69% of the total biomass in winter (unpublished data). This is consistent with the hypothesis that autotrophic picoplankton might be particularly well adapted to grow at low light irradiances (Joint, 1987) and underlines the importance of studying the ecological role of the picoplankton close to the bottom in Concepcion Bay and other shallow bays. On the other hand, the net phytoplankton was predominant (78%) during the experiment, which is consistent with the report that large filamentous diatom species (i.e. *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, 1879; *Detonula pumila* (Castracane) Schuett, 1896), are numerically predominant in the phytoplankton assemblage during the upwelling season in spring-summer (Gonzalez et al., 1987).

The data for P^B (Figure 4-c) agree with previous observations that the highest photosynthetic rate is related to the smaller size

fractions of the particle-spectrum in the oceans (Li & Platt, 1987). The work by Morris & Glover (1981) with *Synechococcus* and the results of Platt et al. (1983) for P vs I parameters indicate that picoplankton should be better adapted to low light conditions than the larger phytoplankton. The photosynthetic rate of picoplankton at $109 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ was measured at $3.6 \text{ mg C}(\text{mg Chl-a})^{-1}\text{h}^{-1}$, which is about twice that of the rest of the particle spectrum. However, despite its values for P^B , picoplankton primary production accounted for only 9.5% ($0.72 \text{ mgC m}^{-3} \text{h}^{-1}$) of the total primary production (Figure 4-b), while the net phytoplankton contributes 64.6%. Although the pico- and nanoplankton present similar contributions in terms of photosynthetic carbon uptake (11% app), the picoplankton fraction shows the highest photosynthetic efficiency ($3.6 \text{ mg C}(\text{mg Chl-a})^{-1} \text{h}^{-1}$), compared with $0.78 \text{ mg C}(\text{mg Chl-a})^{-1} \text{h}^{-1}$ for

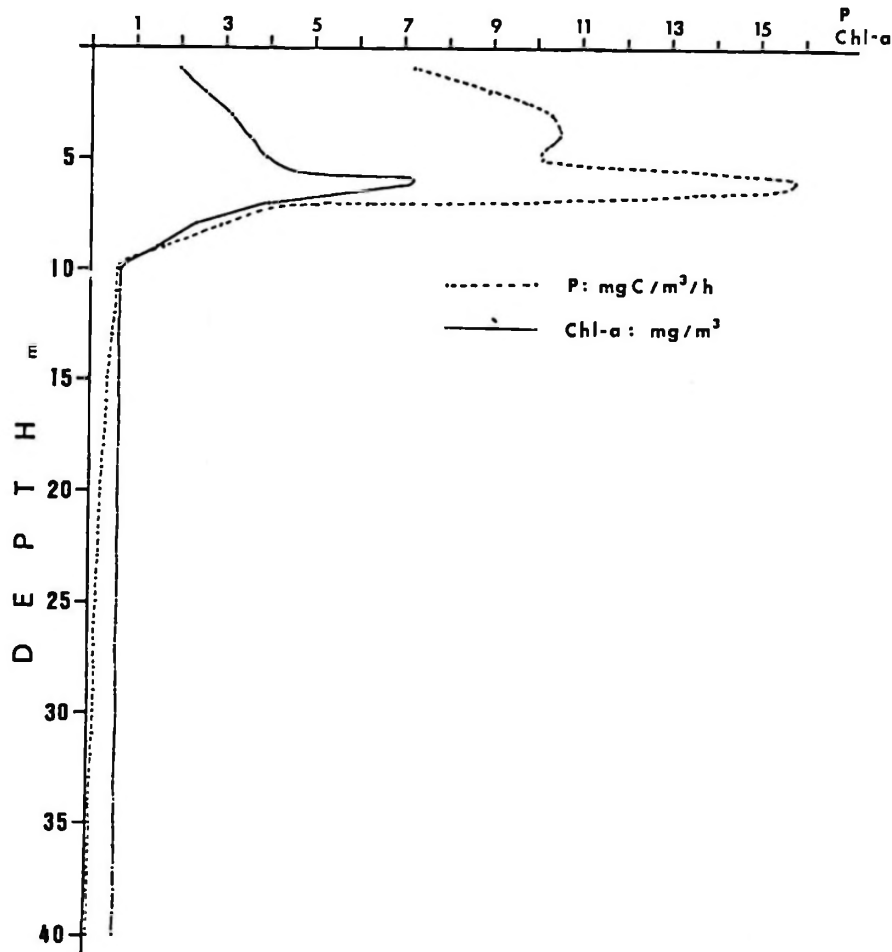


Figure 3. Chlorophyll- *a* (mg m^{-3}) and estimated production ($\text{mg C m}^{-3} \text{h}^{-1}$) profiles.

the nanoplankton. These data indicate that the picoplankton presents a photosynthetic efficiency five times that of the nanoplankton.

Considering the higher metabolic rates of picoplankton and the relatively low biomass of the larger fractions of the spectrum in winter, compared to the smaller particles, as it has been found in an unpublished study, it is reasonable to expect that the picoplankton is responsible for a larger fraction of the photosynthate produced during the winter than in the summer. This means that the still unquantified fluxes of energy involving this autotrophic fraction could be quite important during part of the annual cycle of production in the Bay, such as the role as prey for microzooplankton, proposed by Goldman & Caron (1985) for the autotrophic picoplankton in the bacterial loop model. According to Rassoulzadegan *et al.* (1988), the

ration of bacteria ingested by ciliates varied from 0.1 to 1.9 $\mu\text{gC l}^{-1} \text{d}^{-1}$ in a Mediterranean neritic area. The picoplankton production at Concepcion Bay was calculated as 8.6 $\mu\text{gC l}^{-1} \text{d}^{-1}$, therefore, assuming similar ciliate bacterial ration, the ciliate populations could ingest between 1.2 to 22.1% of the picoplankton production in the bay. The evidence suggests that ciliates have also a considerable impact on nanoplanktonic production, consuming between 18% and 99% of the total nanoplankton production (Rassoulzadegan *et al.*, 1988). These authors report that ciliates smaller than 30 μm take 72% picoplankton and 28% nanoplankton, those between 30-50 μm take 30% pico- and 70% nanoplankton, while the larger ciliates (> 50 μm) take 95% nanoplankton and 5% picoplankton. In turn, changes in ciliate availability could also have an impact at higher trophic levels such as micro-zooplankton. It has

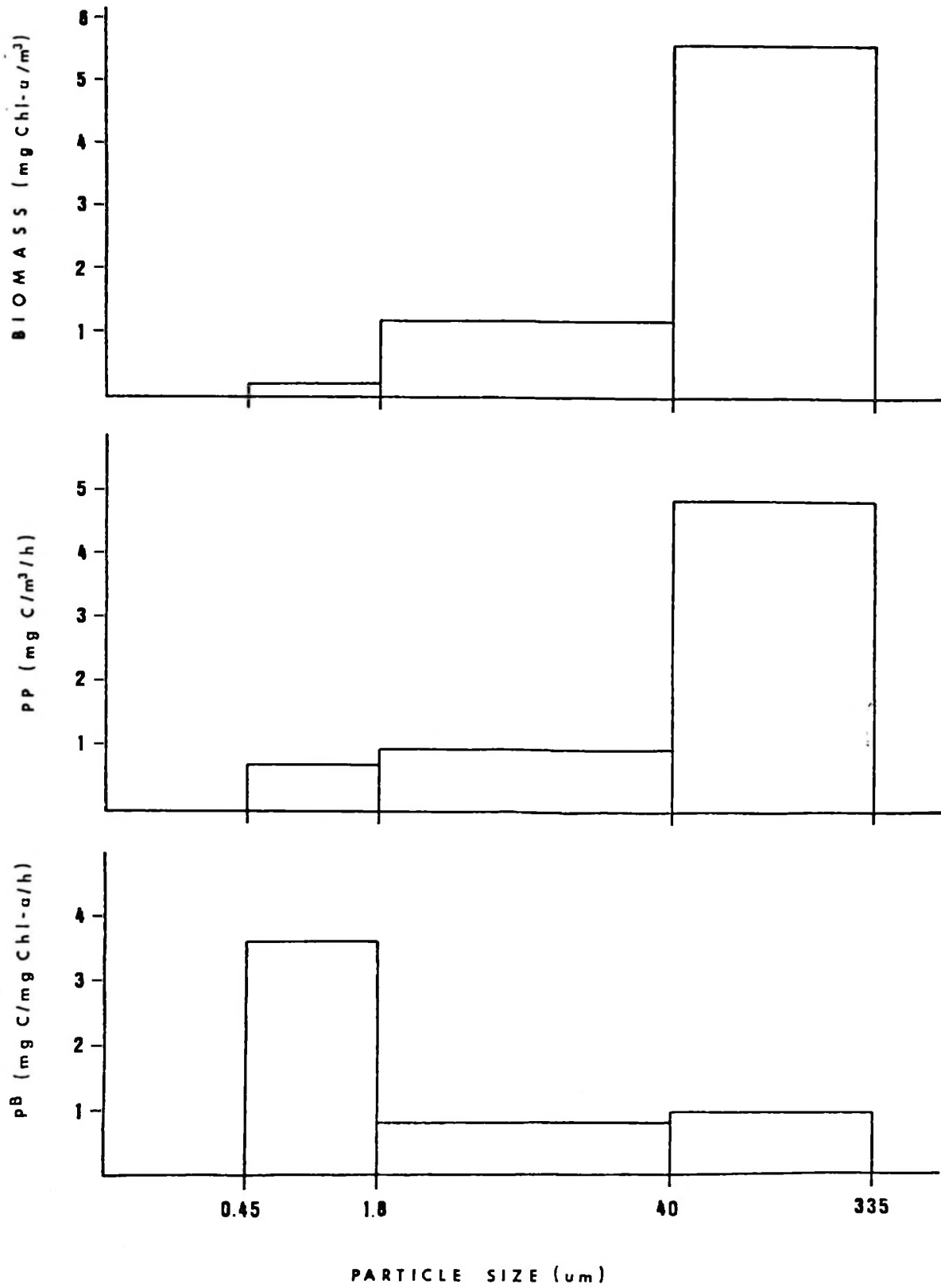


Figure 4. Size-fractionated Photo-autotrophic Biomass and Production: 4-a) Biomass (mg Chl-a m^{-3}); 4-b) Primary Production ($\text{mg C m}^{-3} \text{h}^{-1}$); 4-c) Normalized Primary Production ($\text{mg C (mg Chl-a}^{-1}) \text{h}^{-1}$), particle size in μm .

been shown that small sized copepods such as *Acartia* prefer ciliates to phytoplankton in laboratory experiments (Stoecker and Sanders, 1985). This points to the lack of knowledge existing for Chilean waters with respect to micro-heterotrophs abundances and production and their role in coastal ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by Grants DIUC 198/84 to Mr. R. Ahumada and 166/86 to Dr. P. Bernal.

We are indebted to Dr. Trevor Platt and Mr. Brian Irwin for giving us "hands-on" experience with the size fractionation techniques, during an International Course held in our Department in 1985, sponsored by UNESCO/ROSTLAC.

We thank the Departamento de Bioquímica (Pontificia Universidad Católica de Chile), specially Mr. Enrique Valdebenito, for using their LSC facility. We also wish to thank Mr. Hernán Cortés for his valuable help in the development and construction of the incubator system and Mr. Guillermo Villafañe (Arq.) who drafted Figure 2. Ms. Vivian Montecino and Mr. Mario George-Nascimento made valuable suggestions for improvements of the MS. Finally, we express our recognition to Mr. Jaime Martínez and Mr. José Cruz for their highly professional help on board M/V Tobago.

REFERENCES

- AZAM, F.; T. FENCHEL, J. G. FIELD, J.S. GRAY, L.A. MEYER-REIL & F. THINGSTAD. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series*, 10: 257-263.
- BERNAL, P.A. 1986. Flux and rate measurement of physical, chemical and biological variables in a highly productive environment. Informe Final Proyecto Fondecyt 1190/84. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- FORSBERGH, E.D. & J. JOSEPH. 1963. Phytoplankton production in the South-eastern Pacific. *Nature*, 200 (4901): 87-88.
- FUHRMAN, J.A. & F. AZAM. 1982. Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface waters: evaluation and field results. *Marine Biology*, 66: 109-120.
- GOLDMAN, J.C. & D.A. CARON. 1985. Experimental studies on an omnivorous microflagellate: implications for grazing and nutrient regeneration in the marine microbial food chain. *Deep - Sea Research*, 32: 899-915.
- GONZÁLEZ, H.; P. BERNAL & R. AHUMADA. 1987. Desarrollo de dominancia local en la taxocenosis de fitoplancton de Bahía Concepción, Chile, durante un evento de surgencia. *Revista Chilena de Historia Natural*, 60 (1): 19-35.
- HERMAN, A.W. & T. PLATT. 1983. Numerical modelling of diel carbon production and zooplankton grazing on the Scotian shelf based on observational data. *Ecological Modelling*, 18: 55-72.
- HERMAN, A. 1984. Vertical copepod aggregations and interactions with chlorophyll and production on the Peru shelf. *Continental Shelf Research*, 3 (2): 131-146.
- HOBBIÉ, J.E.; R.J. DALEY & S. JASPER. 1977. Use of nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, 33 (5): 1225-1228.
- JOINT, I.R. 1987. Physiological ecology of picoplankton in various oceanographic provinces. In: *Photosynthetic Picoplankton*. Platt, T. & LI, W.K.W. (eds.), Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, 214: 287-309, Ottawa, Canada.
- LEWIS, M.R. & J.C. SMITH. 1983. A small volume, short-incubation-time method for measurement of photosynthesis as a function of incident irradiance. *Marine Ecology Progress Series*, 13: 99-102.
- LI, W.K.W.; D.V. SUBBA RAO, W.G. HARRISON, J.C. SMITH, J.J. CULLEN, B. IRWIN & T. PLATT. 1983. Autotrophic picoplankton in the tropical ocean. *Science*, 219: 292-295.
- LI, W.K.W. & T. PLATT. 1987. Photosynthetic picoplankton in the ocean. *Science Progress, Oxford*, 71: 117-132.
- MORRIS, I. & H.E. GLOVER. 1981. Physiology of photosynthesis by marine coccoid cyanobacteria-some ecological implications. *Limnology and Oceanography*, 30: 957-961.
- PARSONS, T.R.; Y. MAITA & C.M. LALLI. 1984. *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*, Pergamon Press, Oxford, 173 p.
- PLATT, T. & D.V. SUBBA RAO. 1975. Primary production of marine microphytes. In: *Photosynthesis and Productivity in Different Environments*, International Biological Programme, Vol. 3., Cambridge University Press, Great Britain, pp. 249-280.
- PLATT, T. & K. DENMAN. 1978. The structure of pelagic marine ecosystems. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 173: 60-65.
- PLATT, T.; D.V. SUBBA RAO & B. IRWIN. 1983. Photosynthesis of picoplankton in the oligotrophic ocean. *Nature*, 300: 702-704.
- RASSOULZADEGAN, F.; M. LAVAL-PEUTO & R.W. SHELDON. 1988. Partitioning of the food ratio of marine ciliates between pico- and nanoplankton. *Hydrobiologia*, 159: 75-88.
- STOECKER, D.K. & N.K. SANDERS. 1985. Differential grazing by *Acartia tonsa* on a dinoflagellate and a tintinid. *Journal of Plankton Research*, 7: 85-100.
- WATERBURY, J.B.; S.W. WATSON, R.R.L. GUILLARD & L.E. BRAND. 1979. Widespread occurrence of a unicellular, marine, planktonic, cyanobacterium. *Nature*, 277: 293-294.

**DESCRIPCION DE HUEVOS Y PRIMERAS FASES
LARVALES DE LA SARDINA COMUN
(*STRANGOMERA BENTINCKI*) Y DEL MACHUELO
(*ETHMIDIUM MACULATUM*)***

**DESCRIPTION OF EGGS AND EARLY LARVAL STAGES
OF COMMON SARDINE (*STRANGOMERA BENTINCKI*)
AND MENHADEN (*ETHMIDIUM MACULATUM*)***

Guillermo Herrera¹, Eduardo Tarifeño¹ y María Cristina Orellana²

RESUMEN

Se describen los huevos y las larvas en estado de saco vitelino de la sardina común (*Strangomera bentincki*) y del machuelo (*Ethmidium maculatum*). Los huevos fueron recolectados en el mar y las larvas obtenidas en el laboratorio.

Los huevos en ambas especies son típicamente planctónicos y morfológicamente muy similares, con vitelo segmentado, sin gota oleosa, y con espacio perivitelino reducido. El carácter principal que permite separar los huevos de ambas especies es el tamaño. En *S. bentincki* el diámetro varía entre 0,89 y 1,03 mm (n = 96; 0,96 mm promedio) y en *E. maculatum* entre 1,25 y 1,40 mm (n = 47; 1,30 mm promedio). No se detectó sobreposición en los rangos de tamaños de los huevos.

En el momento de la eclosión las larvas de *S. bentincki* miden de 2,5 a 3,2 mm LN (longitud notocordal) y las de *E. maculatum* de 3,7 a 3,9 mm LN, completándose la reabsorción del vitelo entre los 5,1 y los 5,3 mm LN y entre los 6,4 y los 6,5 mm LN, respectivamente. El tamaño del saco vitelino y el número de miómeros preanales son caracteres importantes para la separación de las larvas en estado de saco vitelino de ambas especies.

Se entregan los principales caracteres que permiten la identificación de los huevos y larvas en fases de saco vitelino de las cuatro especies del orden Clupeiformes de la costa de Chile central. La presencia de huevos pelágicos y de pequeño tamaño en *Strangomera bentincki*, originalmente conocida como *Clupea bentincki*, proporciona una evidencia que apoya el cambio de posición taxonómica, ya que las verdaderas especies del género *Clupea* del hemisferio norte poseen huevos grandes y bentónicos.

Palabras claves: Huevos, Peces, Clupeiformes, Chile.

ABSTRACT

Eggs and yolk sac larvae of the Chilean common sardine, *Strangomera bentincki*, and menhaden, *Ethmidium maculatum*, from laboratory cultured series, are described.

Eggs of both species are typically planktonic and similar in morphology, with segmented yolk, with no oil globules, and reduced perivitelline space. The main distinctive character between them is size. Egg diameter ranges from 1.25 to 1.40 mm in *E. maculatum* (n = 47; average 1.30 mm), and from 0.89 to 1.03 mm in *S. bentincki* (n = 96; average 0.96 mm). In *S. bentincki*, length at hatching may reach from 2.5 to 3.2 mm NL (notochord length), and yolk is exhausted when 5.1 to 5.3 mm NL. At hatching, lengths of *E. maculatum* yolk sac larvae range from 3.7 to 3.9 mm NL. Yolk absorption is completed at 6.4 to 6.5 mm NL. Size of yolk sac and number of preanal myomeres showed to be useful characters in separating early larval stages of both species.

Some other characters, regarding criteria for separation from other clupeiform larvae inhabiting the same geographic range, are given. Support for the new taxonomic position of *S. bentincki*, early known as *Clupea bentincki* is provided here, because of the presence of small and pelagic eggs, instead of relatively big and demersal ones, as observed in *Clupea* species from the northern hemisphere.

Key words: Eggs, Larvae, Clupeiforms, Chile.

¹Area de Biología y Tecnología del Mar, Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, Casilla 127, Talcahuano, Chile.

²Departamento de Biología Ambiental y Poblaciones, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.

*Financiado por proyecto DIUC 166-83.

INTRODUCCION

El conocimiento y correcta identificación de los estadios tempranos de desarrollo de los peces marinos pelágicos son indispensables para investigaciones de ictioplancton a mayor escala.

Entre los clupeiformes que se encuentran en la costa de Chile central, *Strangomera bentincki* (Norman) habita entre Coquimbo (30°S) e isla Mocha (40°S), según Serra et al. (1979) y *Ethmidium maculatum* (Valenciennes) entre Arica (18°S) y Talcahuano (36°S), de acuerdo a Orellana (1981). Para estas especies, sus estados de desarrollo se conocen sólo parcialmente. Orellana y Balbontín (1983) describen el desarrollo postembrional de *E. maculatum* y de *S. bentincki*, sin que se conozcan etapas más tempranas. Pérez (1978), señala algunas descripciones de embriones y larvas en estado de saco vitelino que fueron identificados tentativamente como clupeiformes.

Existen descripciones completas desde huevos a juveniles, de las otras dos especies del orden, *Sardinops sagax* y *Engraulis ringens*, las que son entregadas por Fischer (1958); Einarsson y Rojas (1963); Balbontín y Garretón (1977); Pérez (1979); Orellana (1981); Orellana y Balbontín (1983).

El objetivo de este trabajo es describir los huevos y las larvas en estado de saco vitelino, de *S. bentincki* y de *E. maculatum*, señalando las diferencias entre ambas y con otras especies afines que viven en la misma zona geográfica, para permitir una rápida separación e identificación de ellas.

MATERIALES Y METODOS

Los huevos de *Strangomera bentincki* y de *Ethmidium maculatum* fueron recolectados mediante pescas planctónicas en la zona de Talcahuano (36°36'S, 73°15'W), los que fueron separados e incubados en laboratorio. Se realizaron observaciones sobre huevos vivos, los que fueron medidos con una precisión de $\pm 0,0125$ mm.

Después de la eclosión de las larvas y a medida que progresaba el desarrollo, se obtuvieron muestras que fueron preservadas en formalina al 4%, completándose series larvales para el período de saco vitelino en ambas especies. Las mediciones fueron hechas con una precisión de $\pm 0,025$ mm.

Para elaborar las figuras, se descartaron aquellos ejemplares con excesiva curvatura corporal o con evidente deterioro.

Para las descripciones de los huevos se consideró la escala de desarrollo utilizada por Moser & Ahlstrom (1985) para definir el estado alcanzado. En la descripción de estados posteriores a la eclosión se hace énfasis en las diferencias observadas entre ambas especies y con otras del orden Clupeiformes.

RESULTADOS

A. *Strangomera bentincki* (Norman)

Descripción de huevos (Figuras 1 a, b, c)

El corion es delgado y frágil, sin ornamentaciones. El espacio perivitelino es muy reducido en los huevos vivos, sin embargo, en aquellos preservados en formalina se evidencia una contracción de la masa vitelina, resultando un espacio entre el corion y la superficie del vitelo. El vitelo es segmentado e inicialmente carece de pigmentación, no observándose gota oleosa.

El rango de tamaños observado en 96 huevos varió entre 0,89 y 1,03 mm de diámetro (promedio 0,96 mm). La fase de desarrollo más temprana encontrada, corresponde a huevos en fase III (Fig. 1a). Al término de la fase VI aparecen melanóforos dentrícos aislados en la porción dorsal del saco vitelino, al mismo tiempo aparecen numerosos melanóforos puntiformes sobre el embrión, encima de la parte posterior de la cabeza y a lo largo del cuerpo (Fig. 1c). Estos últimos tienden a ordenarse a ambos lados de la base de la aleta embrional primordial. Una vez que el extremo caudal se desprende de la masa de vitelo el patrón de pigmentación se hace más notorio debido a un aumento en el tamaño de los melanóforos.

Descripción de larvas

Larvas recién eclosionadas (Figura 2)

Miden entre 2,5 y 3,2 mm de longitud notocordal (LN). La longitud preanal alcanza desde un 85 a un 87% LN, y el saco vitelino que mide en sentido anteroposterior entre 0,95 y 1,16, abarca desde un 39 a un 41% LN.

El patrón de pigmentación resulta similar al detectado en el período intracapsular, es decir, una serie de pequeños melanóforos puntiformes dorsales sobre todo el cuerpo, los que están ausentes sólo en el extremo caudal. Otros melanóforos pueden reconocerse sobre el vitelo, principalmente en su porción dorsal. A veces es posible distinguir 1 ó 2 melanóforos en posición ventral al tron-

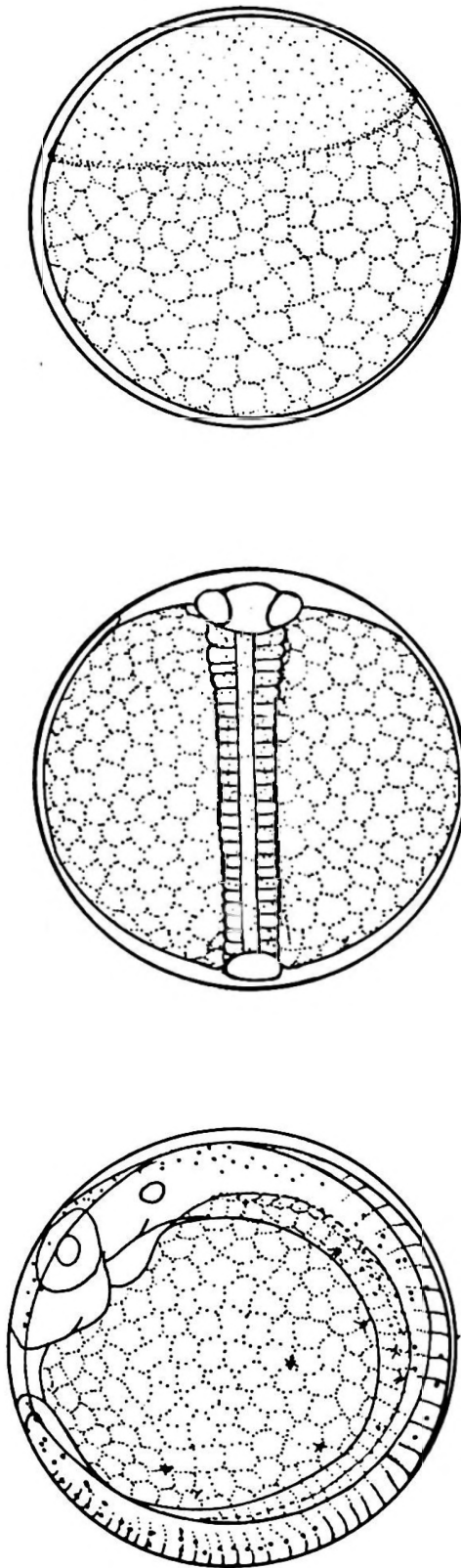


Figura 1. Huevos de *Strangomera bentincki*

- a) Fase III
- b) Fase VII
- c) Fase X

co, dorsalmente al intestino. No hay pigmentación anal ni postanal.

Larva de 4,5 mm LN (Figura 3)

La longitud preanal alcanza a un 81% LN y la del saco vitelino (0,85 mm) a un 19% LN. En este estadio se aprecia el desarrollo de las aletas pectorales, y se ha completado la migración de los melanóforos que en la fase anterior se hallaban en posición dorsal hacia su posición en el margen ventral del cuerpo. El número de melanóforos cefálicos disminuye manteniéndose, sin embargo, su posición dorsal.

El pigmento intestinal está representado por melanóforos dentrícticos. En larvas de similar tamaño se pueden hallar de 16 a 23 melanóforos en posición dorsal al intestino, los cuales suelen ser muy ramificados. Ventralmente son muy escasos, hallándose de 1 a 3 en el intestino posterior. No hay pigmento anal, y el postanal está representado por 1 a 2 melanóforos ramificados. El pigmento caudal muestra el patrón característico de melanóforos muy juntos y dispuestos en línea, lo que da el aspecto de bandas dorsales y ventrales a la notocorda.

El número de miómeros preanales abarca desde 34 a 36. La reabsorción completa del vitelo se verifica entre 5,1 y 5,3 mm LN.

B. *Ethmidium maculatum* (Valenciennes)

Descripción de huevos (Figuras 4 a, b, c)

Las características morfológicas son muy semejantes a las presentadas por *S. bentincki*, corion delgado, liso, espacio perivitelino muy reducido, ausencia de gota oleosa, vitelo segmentado y sin pigmentación en las etapas anteriores al cierre del blastoporo.

Se analizaron 47 huevos que median entre 1,25 y 1,40 mm de diámetro (promedio 1,30 mm). El estadio más temprano encontrado corresponde a huevos en fase I (Fig. 4a). La pigmentación se desarrolla después de la fase VI (Fig. 4b) como melanóforos dentrícticos aislados sobre el vitelo y como melanóforos puntiformes sobre la cabeza y el tronco, los que se hacen más notorios después del desprendimiento de la cola desde la masa de vitelo (Fig. 4c).

Descripción de larvas

Larvas recién eclosionadas (Figura 5)

Son morfológicamente semejantes a las de

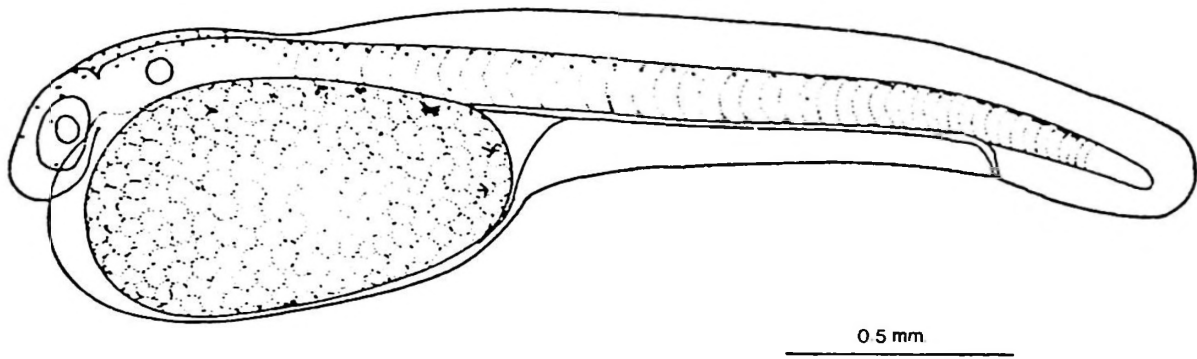


Figura 2. Larva recién eclosionada de *Strangomera bentincki* (3,0 mm LN)

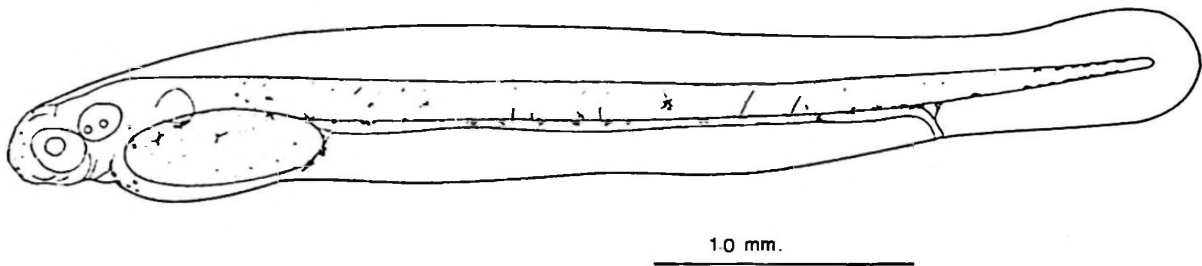


Figura 3. Larva en estado de saco vitelino de *Strangomera bentincki* (4,5 mm LN)

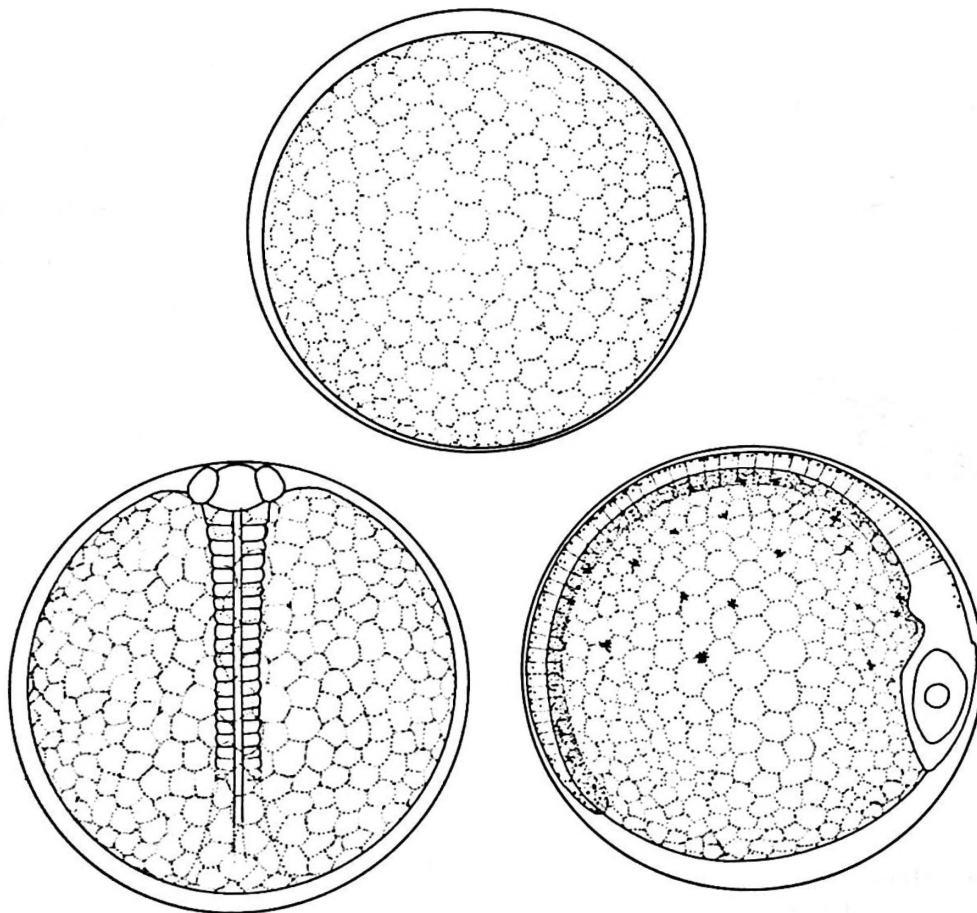


Figura 4. Huevos de *Ethmidium maculatum*
a) Fase I b) Fase VI c) Fase VII

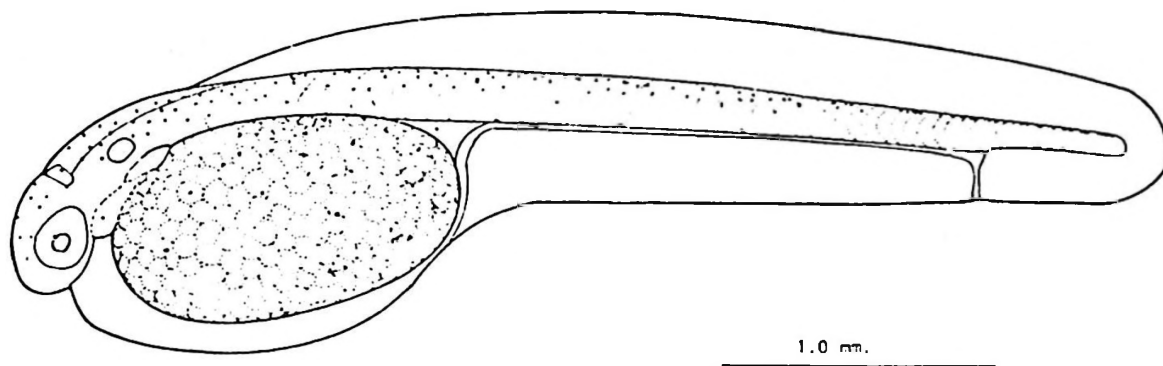


Figura 5. Larva recién eclosionada de *Ethmidium maculatum* (3,8 mm LN)

otros clupeiformes, miden entre 3,7 y 3,9 mm de longitud notocordal. El saco vitelino es elipsoide y mide entre 1,35 y 1,40 mm de longitud anteroposterior, lo cual representa un 36 a un 40% de la longitud notocordal. La longitud preanal alcanza desde un 86 a un 88% LN.

Estas larvas mantienen, dorsalmente desde la cabeza hasta la región precaudal, los numerosos melanóforos puntiformes formados en el período de huevo. En posición ventral generalmente no se observan melanóforos, pero si están presentes son escasos, 1 a 3 en la región intestinal, 1 a 2 en la región caudal. En el saco vitelino el pigmento está situado dorsalmente.

Pueden contarse 40 a 41 miómeros preanales; los caudales no están claramente definidos. No hay aletas diferenciadas.

Larva de 6,1 mm LN (Figura 6)

La longitud preanal alcanza a un 83% de la longitud notocordal. El saco vitelino mide 1,20 mm de longitud (19% LN). Hay un esbozo de aleta pectoral. Los ojos ya han iniciado el proceso de pigmentación.

La migración de los melanóforos dorsales del tronco hacia una posición ventral ya se ha completado. Sólo se observan algunos melano-

nóforos dorsales cefálicos, los que desaparecen en etapas posteriores. Los melanóforos situados bajo el cuerpo son alargados antero-posteriormente y están dispuestos en hilera, habitualmente muy ramificados, y se distribuyen regularmente en la línea media dorsalmente al intestino, contándose 12 a 22 en larvas de tallas similares. Ventralmente al tubo digestivo se aprecian algunos melanóforos dispuestos irregularmente. La región postanal puede presentar un pequeño melanóforo apegado al margen ventral del tronco. La zona precaudal carece de pigmentación, y en la región caudal se define claramente la distribución típica de las larvas en preflexión de esta especie, melanóforos ramificados muy juntos que forman bandas dorsales y ventrales a la notocorda.

En etapas subsecuentes, la reabsorción del vitelo termina entre los 6,4 y 6,5 mm LN.

DISCUSION

En la literatura se ha señalado que tanto la sardina común *Strangomera bentincki* (Serra *et al.*, 1979) y el machuelo *Ethmidium maculatum* (Whitehead, 1985) ponen huevos demersales. Las observaciones hechas aquí descartan completamente tal alternativa y podrían constituirse en aportes para una posterior

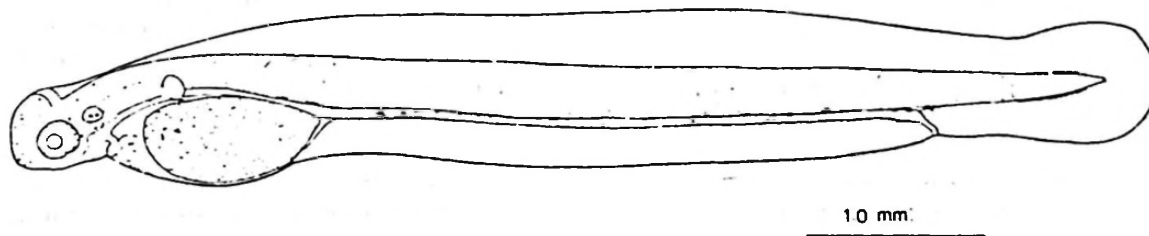


Figura 6. Larva en estado de saco vitelino de *Ethmidium maculatum* (6,1 mm LN)

Tabla 1
Resumen de características diagnósticas que permiten la separación de los huevos y larvas, en etapas hasta la reabsorción del vitelo, de las especies de Clupeiformes de Chile central (*Strangomera bentincki*, *Ethmidium maculatum*, *Sardinops sagax* y *Engraulis ringens*)

Especie	Huevos				Larvas saco vitelino				
	Diámetro de huevos (mm)	Espacio Perivit.	Gota Oleosa	Long. Eclosión (mm)	Long. Saco vit. (mm)	Miómeros PA/TOT (1)	Long. Reabs. vit. (mm)	Pigm. Caudal (2)	Refs.
<i>S. bentincki</i>	0,89-1,03	Pequeño	-	2,45-3,20	0,65-1,10	34-36/44-48	5,1-5,3	D,V	a,b,c
<i>E. maculatum</i>	1,25-1,40	Pequeño	-	3,65-3,90	1,20-1,60	40-42/50-52	6,4-6,5	D,V	a,b,c
<i>S. sagax</i>	1,52-2,23	Grande	+	3,75-3,81	1,00-1,60	40-42/50-52	5,0-5,1	V	c,d,e
<i>E. ringens</i>	(3)	Pequeño	-	2,08-3,10	1,29-1,38	28-31/44-49	3,8-4,0	V	c,f,g

(1) PA/TOT: Miómeros preanales / Miómeros totales.

(2) Indica presencia de melanóforos dorsales (D) y/o ventrales (V) al completarse la reabsorción del vitelo.

(3) Huevos ovalados.

Referencias

(a) Presente estudio.

(b) Pérez (1978)

(c) Orellana y Balbontín (1983).

(d) Balbontín y Garretón (1977).

(e) Garretón y Balbontín (1982).

(f) Fischer (1958).

(g) Einarsson y Rojas (1963).

revisión de la posición sistemática de ambas especies.

Los rangos de los diámetros de los huevos de *S. bentincki* y de *E. maculatum* no presentan sobreposición (Tabla 1), por lo que su separación e identificación es relativamente fácil. No hay otras diferencias morfológicas tan evidentes como ésta. La condición de ser esféricos, sin gota oleosa y con reducido espacio perivitelino, permiten separarlos de los de las otras especies de clupeiformes, *Sardinops sagax* y *Engraulis ringens*, que habitan en la misma área geográfica (Tabla 1).

La longitud al eclosionar, dependiente del tamaño del huevo (Ware, 1975), consecuentemente es mayor en *E. maculatum* (3,7 a 3,9 mm LN) que en *S. bentincki* (2,5 a 3,2 mm LN). Morfológicamente, sin embargo, los estados que suceden a la eclosión de ambas especies son muy similares. Las diferencias más evidentes dicen relación con la longitud del saco vitelino. En *E. maculatum* mide normalmente más de 1,20 mm de longitud anteroposterior y en *S. bentincki* rara vez llega a 1,10 mm, lo habitual es que no sobrepase 1,00 mm. Cuando es posible contarlos, el número de miómeros preanales es la prueba más clara de la identidad de la especie, 40 a

41 en *E. maculatum* y 34 a 35 en *S. bentincki* (Tabla 1).

Por otra parte se detecta una notoria diferencia en la longitud de reabsorción completa de vitelo. En *E. maculatum* ocurre a una longitud mayor (6,4 a 6,5 mm LN) que en *S. bentincki* (5,1 a 5,3 mm LN).

Se debe hacer notar que las longitudes larvales fueron medidas en individuos criados en el laboratorio, a partir de huevos recolectados en el mar, y preservados en formalina. El acortamiento provocado por la preservación no fue considerado. Si se quiere usar la presente descripción para identificación de larvas recolectadas en el terreno es necesario tener en cuenta el acortamiento debido al estrés causado por la red en la recolección. Para especies similares, como *Engraulis mordax*, en las larvas en primera alimentación, éste llega aproximadamente a un 20%. Cuando se pone a las larvas directamente en formalina el acortamiento es menor, siendo cercano a un 10% (Theilacker & Dorsey, 1980), por lo que tales aproximaciones podrían ser usadas como referencia.

Finalmente, vale la pena destacar que la especie *S. bentincki* fue incluida dentro del género *Clupea* por Whitehead (1965), por lo

que siempre se le ha conocido como *Clupea bentincki*, al menos en la literatura chilena. Entre otras características, las especies del género *Clupea*, todas del hemisferio norte (*C. pallasi* y *C. harengus*), presentan huevos demersales y grandes (Blaxter & Hunter, 1982). Si bien dentro de los clupeiformes a nivel subfamiliar puede existir poca consistencia aparente en la morfología de los huevos entre las especies que la componen (McGowan & Berry, 1984), para el nivel específico es difícil aceptar una diferencia tan grande. Por tal motivo, Whitehead (1985) planteó posteriormente que debido a diferencias anatómicas y a la probabilidad, no la certeza, de que esta especie no tenga huevos adhesivos demersales como las especies del género *Clupea* del hemisferio norte, debía considerarse a la especie en el nuevo género *Strangomera* (Whitehead, 1985). La información que se entrega en este trabajo permite sustentar el cambio propuesto.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por proyecto DIUC 166-83. Se agradece la colaboración de la tripulación del M/V Tobago en la recolección del material de zooplancton.

REFERENCIAS

- BALBONTÍN, F. y M. GARRETÓN. 1977. Desove y primeras fases de desarrollo de la sardina española, *Sardinops sagax musica*, en Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 16(2): 171-181.
- BLAXTER, J.H.S. & J. HUNTER. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Advances in Marine Biology, 20: 1-223.
- EINARSSON, H. y B. ROJAS. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Boletín del Instituto del Mar del Perú, Callao, 1(1): 1-23.
- FISCHER, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la anchoveta (*Engraulis ringens*), Jenyns. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 8(1, 2 y 3): 111-124.
- MCGOWAN, M.F. & F.H. BERRY. 1984. Clupeiformes: Development and Relationships. In H.G. Moser (ed.) Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication Number 1: 128-125.
- MOSER, H.G. & E.H. AHLSTROM. 1985. Staging anchovy eggs. In R. Lasker (ed.) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy (*Engraulis mordax*). NOAA, Technical Report NMFS, 36: 37-41.
- ORELLANA, M.C. 1981. Estudio comparativo de larvas de Clupeiformes de la costa de Chile. Memoria para optar al título de Biólogo Marino, Universidad de Concepción, Chile, 123 p.
- ORELLANA, M.C. y F. BALBONTÍN. 1983. Estudio comparativo de las larvas de Clupeiformes de la costa de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 19(1): 1-46.
- PÉREZ, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces en la Bahía de Valparaíso. Informe de práctica profesional para optar al título de Técnico Marino, Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano, Chile, 238 p.
- SERRA, R.; M. AGUAYO, O. ROJAS, F. INOSTROZA y J. CAÑÓN. 1979. *Clupea (Strangomera) bentincki*. Sardina común. En Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Instituto de Fomento Pesquero, Chile.
- THELLACKER, G.H. & K. DORSEY. 1980. Larval fish diversity, a summary of laboratory and field research. IOC Workshop Report, 32: 105-142.
- WARE, D.M. 1975. Relation between egg size, growth, and natural mortality of larval fish. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 32: 2503-2512.
- WHITEHEAD, P.J.P. 1965. A new genus and subgenus of clupeid fishes and notes of the genera *Clupea*, *Spratrus* and *Clupeonella*. Annals Mag. Nat. Hist. Ser. 13, 7(78): 321-330.
- WHITEHEAD, P.J.P. 1985. FAO Species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherrings. Part 1- Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fish. Synop. (125) Vol. 7, Pt. 1: 303 p.

DESARROLLO COSTERO INTEGRADO (DCI): UNA ALTERNATIVA DE ORGANIZACION Y DESARROLLO PARA EL SUBSECTOR PESQUERO ARTESANAL

INTEGRATED COASTAL DEVELOPMENT (ICD): AN ALTERNATIVE FOR THE ORGANIZATION AND DEVELOPMENT OF THE ARTISANAL FISHERIES SUBSECTOR

*Ramón Buzeta**

RESUMEN

La pesquería artesanal ha sido desde hace décadas materia de interés para los investigadores sociales e instituciones nacionales de planificación debido a que representa uno de los últimos ejemplos de actividad humana de subsistencia basada en la caza y recolección de recursos naturales.

Recientemente, este interés ha aumentado por la importancia de la pesca artesanal en la producción de alimentos frescos para consumo humano y frente a la sobreexplotación de los recursos costeros, lo que ha resultado en un estancamiento y aun disminución en el consumo de pescados en las comunidades menos desarrolladas.

La posibilidad de utilizar la mano de obra de los pescadores, su conocimiento del ambiente marino y el uso de tecnologías marinas disponibles, requiere de un marco conceptual y un plan coherente que hemos llamado "Desarrollo Costero Integrado" (DCI). Este plan permitirá la coordinación de esfuerzos de diferentes disciplinas y elementos que están involucrados en el proceso de desarrollo del subsector pesquero artesanal.

Las disciplinas involucradas son fundamentales del área de las ciencias biológicas (bioecología), sociales (v.g. sociología, antropología, economía) y tecnologías y los elementos básicos son los Recursos Pesqueros, las Tecnologías usadas en los procesos de producción, y la Comunidad Pesquera donde el desarrollo tiene lugar. Estos elementos están interrelacionados e interactúan creando nuevos campos donde se requieren acciones concretas.

Se propone un modelo conceptual, donde los elementos y las interacciones son descritos. El modelo propuesto es el marco conceptual para las actividades que el Programa de Pesquerías del CIID-Canadá está implementando en América Latina en torno a las pesquerías artesanales.

Palabras claves: Pesca artesanal, desarrollo comunitario, ciencias sociales, bioecología, pesquerías.

ABSTRACT

Artisanal fisheries has been since long the subject of interest for social scientists and national planning agencies because it represents one of the last example of activities for sustenance based on the hunting of the wild resources. Recently, this interest has increased because the importance of the artisanal fishery for fresh food supplies for human consumption and because of the overexploitation of coastal resources which has resulted in a stagnation and even a decrease of the fish consumption in poor developed communities.

The possibility of utilizing the fishermen manpower, the experience in dealing with the marine environment and the use of marine technologies availables for the artisanal fishermen, requires of a conceptual frame and a coherent plan that we call "Integrated Coastal Development" (ICD). This plan will allow to coordinate the effort of the different disciplines and elements involved in the development process of the artisanal fisheries sector.

The disciplines are mainly from the social area of biological (bioecology) and social sciences (e.g. sociology, anthropology, economic) and the elements are the Fisheries Resources, the Technologies utilized in the production process, and the Fishing community where this process takes place. These three elements are interrelated and interact creating new fields where concrete actions are required.

A conceptual model in proposed and the elements and the interactions are described. The model proposed is being utilized as a frame for the activities that the Fisheries Program of the IDRC-Canada is implementing in collaboration with research institutions in Latin America.

Key words: Artisanal fisheries, community development, social sciences, bioecology, fishery.

*División de Pesquerías, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-Canadá). Correo Aéreo 53016 Bogotá, D.E., Colombia.

INTRODUCCION

La pesquería artesanal ha sido en las últimas décadas un tema de interés para los estudios de diagnóstico en la investigación pesquera, seguramente porque es el último ejemplo de una actividad de sustento humano basado en la caza, captura y recolección de recursos marinos vivos que no ha cambiado significativamente desde sus inicios.

Además del interés histórico o antropológico, la pesca artesanal es un caso interesante de un sistema de producción que incluye elementos multi e interdisciplinarios que hacen difícil su conceptualización si no hay un enfoque integral para abordar su estudio.

Hoy, a pesar de o quizás si debido al enorme desarrollo técnico de la pesca industrial, la pesquería artesanal es nuevamente centro de la atención de investigadores y especialistas en desarrollo pesquero (Buzeta, 1983).

¿Por qué la pesca artesanal adquiere en estos momentos tal importancia, especialmente en el caso de América Latina y el Caribe?

Algunos elementos de juicio que justifican este interés son:

a) En el contexto de América Latina y el Caribe, los pescadores artesanales contribuyen con la mayor parte de los productos acuáticos para el consumo directo de la población local.

En este continente se consumen anualmente unos 2 millones de toneladas de productos pesqueros. Debido a su menor costo comparado con la carne, el pescado constituye un elemento importante en la dieta de la población, en especial en las zonas costeras marinas y fluviales. Además, el hecho que la captura se comercializa generalmente en fresco o por métodos de elaboración simple (seco, salado, ahumado) estos productos artesanales representan un componente importante en el consumo proteico de la población latinoamericana (Buzeta, 1985).

b) La pesca industrial está dedicada en su mayor parte a satisfacer el mercado de exportación, para la elaboración especial de productos de alto valor comercial, o para la reducción de grandes cantidades de materia prima en la producción de concentrados o harinas destinadas a la alimentación de animales. Esto hace que los productos de la pesca industrial no lleguen al mercado de consumo humano local, lo cual produce una demanda que es suplida principalmente por el subsector pesquero artesanal.

c) Los recursos pesqueros accesibles a la pesca industrial y de altura muestran signos de agotamiento y sobreexplotación.

Las capturas mundiales aumentaron exponencialmente a fines de la década del 40 como consecuencia de la introducción de nuevas tecnologías de captura, tales como el uso de fibras artificiales en la fabricación de redes, nuevos métodos acústicos de detección, uso de sistemas hidráulicos o eléctricos para el izado de redes y el aumento de la potencia de las embarcaciones, nivelándose alrededor de los 70 millones de toneladas en la década de los 70.

Este incremento acelerado se redujo dramáticamente a fines de dicha década debido al agotamiento de los stocks pesqueros y al colapso de importantes pesquerías, alcanzando apenas a unos 80 millones de toneladas a mediados de los años 80, es decir, un aumento del 14% en veinte años.

Esto se ha logrado, sin embargo, con la concentración de un enorme esfuerzo de pesca en las áreas costeras más productivas, como son las zonas de los bordes continentales, creando situaciones de conflicto entre la pesca industrial y la artesanal, que ha terminado en un acelerado proceso de sobreexplotación de los recursos marinos vivos.

d) Existe una urgente necesidad de aumentar el consumo local de productos pesqueros en América Latina.

El consumo per cápita de la población de América Latina promedia apenas los 5 kg/habitante/año en la actualidad (FAO, 1986). Con una población de 400 millones, este consumo representa unos 2 millones de toneladas al año. Esta situación es preocupante y en la última reunión de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) que agrupa a Chile, Perú, Ecuador y Colombia, los Ministerios de Pesquerías de estos países recomendaron incrementar el consumo a 15 kg/habitante/año en el próximo decenio.

Si se estima que la población de Latinoamérica habrá superado para ese entonces los 500 millones de habitantes, para abastecer esta población con un consumo promedio de 15 kg/habitante/año, se necesitarán unos 7.5 millones de toneladas de productos pesqueros dirigidos sólo al consumo humano local y sin considerar las cifras de exportación. Esto representa cerca del 50% de la producción total actual.

Por otra parte, si consideramos que las cifras de exportación (actualmente unos 13 millones de toneladas) tienen una tendencia

a aumentar y no a disminuir, se requerirá a aumentar la producción total del continente a unos 21 millones de toneladas para satisfacer el incremento de consumo local manteniendo relativamente el mismo nivel de exportaciones. Ello representa en el más conservador de los cálculos un incremento de un 30% de la producción global en los próximos diez años.

¿Cuáles son las posibilidades para el aumento mínimo del 30% en la producción pesquera del continente para suplir una mayor demanda en los mercados locales?

La Acuicultura como alternativa

La mayoría de los estudios de diagnósticos actuales señalan a la acuicultura como una actividad con mayor potencial para el aumento de la producción. Existe tanto en las aguas interiores (lagos, embalses, ríos) como en zonas estuarinas y costeras un importante potencial ambiental para la acuicultura. Sin embargo, existen también serias limitaciones para un desarrollo masivo de la acuicultura que es necesario conocer.

Los primeros análisis de los especialistas indican que por razones de costo y de cantidades de materia prima requerida, la acuicultura de agua dulce debe estar orientada a aprovechar las grandes masas de aguas (embalses, lagos) donde no sea necesario suplir alimentación artificial sino que hacer uso del medio natural para el crecimiento y engorde de peces.

Por estudios experimentales se ha determinado que el rubro alimentos representa cerca del 50% del costo total de producción de peces adultos de talla comercial. En la producción de larvas y alevinos, por otra parte, sólo representa alrededor del 25% del valor de producción.

La viabilidad económica de un programa de siembra, pues, depende de un balance entre el costo de producción de alevinos y el tamaño mínimo viable para la sobrevivencia de dichos alevinos en el medio natural.

Ello implica que para aumentar significativamente la producción de peces de consumo en aguas interiores, se requerirá de un plan intensivo de producción de alevinos en criaderos y siembra posterior de los juveniles en reservorios y lagos.

La aplicación de tal plan en forma sistemática no existe por el momento en ninguno de los países latinoamericanos. Por otra parte, el conocimiento actual sobre la productividad y

manejo de stocks de aguas interiores y la metodología de producción y siembra de alevinos es fragmentaria y poco conocida en el continente.

En el caso de las aguas costeras y estuarinas, la maricultura masiva tiene un potencial mayor dado las grandes extensiones disponibles y al hecho de existir stocks naturales que pueden servir de bases para actividades de repoblación y de cultivos, basados en el suministro de semillas del medio natural.

Aquí las limitaciones se refieren sin embargo, al relativo desconocimiento sobre el manejo biológico de especies marinas y a la progresiva destrucción y deterioro de las zonas costeras y estuarinas por efecto de la contaminación industrial, la mala administración de las zonas de crianza (estuarios, manglares) o de ambas a la vez.

Por las razones enunciadas, la acuicultura marina y de aguas interiores no ha alcanzado aún un nivel de desarrollo que le permita suplir a corto plazo las necesidades proyectadas para el consumo humano local. Sin embargo, a mediano plazo se insinúa como una alternativa válida que es necesario desarrollar.

El pescador artesanal: de cazador a cultivador del mar

El establecimiento y puesta en marcha de un plan masivo de producción de especies de consumo humano para la población local requiere, como hemos visto, de uso racional y extensivo de las masas de agua tanto continentales como marinas. Hoy, la producción acuática del continente está fuertemente basada en la explotación marina: cerca de un 97% de ella proviene del mar.

Esto se debe principalmente a la alta productividad de las zonas marinas costeras, a la existencia de numerosas bahías y zonas protegidas desde donde opera una nutrida flota pesquera, y a la presencia de más de un millón de pescadores y trabajadores de ribera organizados en comunidades que se distribuyen a lo largo de más de 22 mil km de línea de costa en América Latina.

Es altamente probable que por razones de tradición y localización geográfica, los aumentos significativos de la producción en el corto plazo provengan principalmente de las zonas marinas y estuarinas.

Que este aumento provenga de un mejor manejo de las zonas y/o de una mayor eficiencia en la aplicación de una metodología

racional de explotación (inclusive la introducción de tecnología de cultivo), requerirá de un trabajador del mar especializado con características muy definidas.

A similitud con la agricultura, el cultivo del mar demanda de cuidados y conocimientos de los animales y las algas objetos de cultivo y un manejo apropiado del ambiente. El trabajador especializado que requiere la maricultura debe ser al mismo tiempo un administrador, un ecologista, y poseer conocimientos técnicos sobre arte de pesca y métodos adecuados para el ejercicio eficiente de su labor.

La capacidad humana para esta función se encuentra en potencia en los actuales pescadores artesanales del continente. Estos trabajadores por sus características de cazador viven en estrecho contacto con el medio natural, a similitud con el campesino conocen las características de los fondos, las corrientes, el clima marino, el comportamiento de peces y plantas marinas. Son hábiles en el uso de las artes y los materiales de su oficio y el vivir en comunidades ribereñas y costeras facilita su integración a un trabajo que es intrínsecamente multidisciplinario e interde-

pendiente. El pescador artesanal forma parte de este sistema complejo de producción y su eficiencia depende de la manera dinámica e integrada como opera en el tiempo.

Para lograr el desarrollo integrado necesario para una explotación racional y eficiente del medio acuático, es necesario entender los elementos que forman la base de este sistema y las interrelaciones que existen entre ellos.

UNA CONCEPCION INTEGRAL DEL DESARROLLO PESQUERO ARTESANAL

El Primer Seminario Latinoamericano de Pesca Artesanal realizado en enero de 1985 en Talcahuano, Chile, por el Area de Biología y Tecnología del Mar (BIOTECMAR), Sede Talcahuano, de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Arrizaga, 1986), reuniendo a investigadores pesqueros, administradores y representantes de los propios pescadores artesanales, identificó a tres elementos básicos que constituyen dicho sistema productivo: i) el recurso pesquero, ii) las tecnologías usadas en el proceso, y iii) las comunidades pesqueras artesanales (Figura 1).

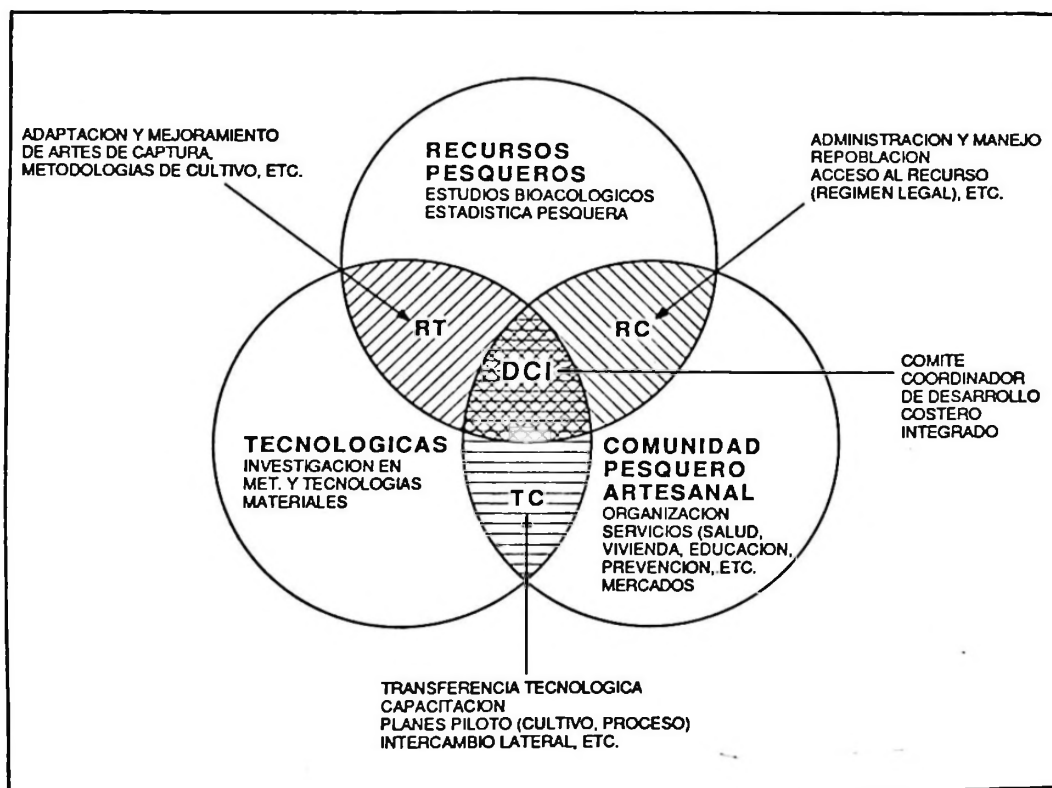


Figura 1. Modelo de interacción de los tres componentes (Recursos, Tecnologías, Comunidad) del desarrollo en el subsector pesquero artesanal.

a) El recurso pesquero

Está constituido por los animales y las algas objeto de la explotación y el ambiente marino en el cual viven. Sin un adecuado conocimiento sobre la naturaleza y el funcionamiento de los animales y algas que son los recursos y su equilibrio dinámico con el ambiente natural, no es posible su explotación racional y tarde o temprano se termina por ocasionar su agotamiento o la destrucción del ecosistema que los sustenta.

Este conocimiento que es el objeto de estudio de biólogos y ecólogos es aún más importante cuando se trata de utilizar el medio natural para la maricultura. Aquí, es necesario desarrollar una disciplina similar a la agronomía en las ciencias agrícolas, una verdadera *marinomía* que sistematice el conocimiento de los cultivos a objeto de lograr un correcto manejo del material biológico y del ecosistema en beneficio del hombre.

b) Las tecnologías

Las técnicas utilizadas en el proceso de explotación incluyen captura, proceso y cultivo e implica un conocimiento y desarrollo de los materiales, artes y métodos que involucra la explotación del recurso pesquero.

Estas técnicas son de dominio de los tecnólogos, biólogos aplicados e ingenieros, y su objeto es la creación o adaptación de paquetes tecnológicos adecuados para la explotación eficiente y racional del medio marino.

c) La comunidad pesquera

Está constituida por los grupos humanos que forman el pescador, su familia y los trabajadores de ribera que prestan servicios al pescador o están involucrados en alguna parte del proceso (ej. comerciantes intermediarios) y constituyen un todo sociocultural que tiene localización geográfica definida y una red de interrelaciones que es imprescindible conocer. Este sistema no sólo implica el ámbito productivo sino también y muy especialmente una estructura histórico-cultural que tiene enorme influencia en el proceso socioeconómico.

De este modo, las actividades de la comunidad se refieren al sistema productivo y sus interrelaciones, al modo de vida que involucra usos, costumbres, tradiciones de los pescadores, y en el área de servicios a estos dos elementos, por una parte la salud, la vivien-

da, y la educación; y por otra, los servicios al proceso productivo.

Por esta razón, el estudio del sistema de la comunidad para facilitar su mejoramiento o la optimización del proceso productivo requiere de una variedad de disciplinas en el ámbito de las ciencias humanas (sociólogos, historiadores, comunicadores sociales) que conjuntamente con los especialistas de otras ramas en el ámbito productivo, actúen en forma coordinada como agentes promotores del cambio.

Los tres elementos básicos mencionados (Recursos, Tecnologías y Comunidad Pesquera) están entrelazados a través de un sistema de interrelaciones que pueden ser descritas por la teoría de conjuntos (Figura 1). Se observa que los tres conjuntos básicos interactúan creando nuevos campos multidisciplinarios en los cuales es indispensable una acción conjunta para promover los cambios orientadores del desarrollo esperado.

Es así como en el campo RT (Recurso-Tecnologías) los biólogos, ecólogos, técnicos e ingenieros deben planificar y ejecutar conjuntamente las actividades de adaptación y mejoramiento de artes y métodos para una explotación adecuada del recurso; considerando, por ejemplo, épocas de siembra y cosecha, materiales apropiados para proteger el ambiente, dietas o tiempos de engorde para adecuarse a las necesidades del mercado, técnicas de laboratorio para la producción de semillas y metodologías para recuperación de áreas o recursos agotados, entre otras.

De estas acciones surgen los paquetes tecnológicos que pueden ser transferidos al pequeño productor a través de acciones que están contempladas en el campo TC (Tecnologías-Comunidad). Aquí se requiere de un grupo de especialistas con conocimientos técnicos pero orientados a la transferencia de tecnologías ("extensionistas pesqueros") con una adecuada preparación en comunicación social y que puedan prestar capacitación, asistencia técnica, y permitan a su vez, el traspaso de experiencias desde los usuarios hacia los técnicos.

El campo RC (Recurso-Comunidad) representa un importante área de interacción en relación con el manejo adecuado del recurso y el ambiente natural donde el pescador actúa.

Este tipo de interacción es importante porque ha sido un área de conflicto de intereses relacionados con el acceso al recurso, el

régimen legal que le sustentan y la delimitación de responsabilidades de a quién corresponde cautelar el uso adecuado de los recursos y su mantención en el tiempo. A diferencia de la tierra que tiene un estatus de posesión legal, las áreas marinas no están asignadas como propiedades jurídicas o naturales, excepto por concesiones temporales, y pertenecen al Estado.

El régimen de acceso abierto al recurso compete con un adecuado manejo de las zonas costeras y es totalmente incompatible con un sistema de producción controlado (maricultura). Existe aquí un interesante campo de interacción entre el pescador, el bioecólogo y el legislador que requiere una visión conceptual para el diseño de políticas adecuadas. Es también un área de capacitación para el pescador en el ámbito del manejo de material vivo en sistemas de cultivos.

¿Cómo es posible implementar una acción integrada que permita un desarrollo armónico del sector pesquero artesanal, habida cuenta del complejo sistema de elementos básicos e interrelaciones anteriormente descrito?

La respuesta está en la creación de grupos de trabajo especializados ocupados en la temática característica de cada campo disciplinario básico (R,T,C) y en la organización de un comité de coordinación multidisciplinario que llamaremos Comité de Desarrollo Costero Integrado (Comité DCI) y en el cual se dé la interacción de los grupos de trabajo para las acciones contempladas en los campos interdisciplinarios (RC, RT y TC).

Esta experiencia será implementada en Chile a través de las acciones de un Comité DCI, formado por sectores de investigación científico-tecnológica, de ciencias sociales y de organizaciones de los pescadores artesanales.

El Comité DCI será una instancia de coordinación de los tres grupos de trabajos enunciados anteriormente (Recursos, Tecnologías, Desarrollo Comunitario), y los grupos

de trabajo estarán basados en proyectos específicos auspiciados por el CIID en las áreas respectivas y desarrollados a través de convenios bilaterales entre las instituciones participantes. Estos grupos de trabajo analizarán las actividades, identificarán prioridades y planificarán líneas de acción interdisciplinarias.

A base de las actividades de los grupos de trabajo se espera que se generen estudios e iniciativas de proyectos, por ejemplo en el área de régimen legal, capacitación y transferencias tecnológicas, educación, salud, comercialización, los cuales sean posteriormente discutidos y planificados en el seno del Comité DCI donde están representados los distintos grupos de trabajo.

Esta metodología de trabajo permitirá la discusión abierta de actividades en las cuales pueden existir contribuciones intersectoriales facilitando el intercambio lateral, el uso más efectivo de los recursos humanos y materiales de las entidades participantes de dicho comité.

La formulación de planes de acción multidisciplinarios dentro de proyectos específicos será una de las funciones más importantes del Comité al permitir el intercambio y colaboración lateral de especialistas y experiencias.

REFERENCIAS

- ARRIZAGA, A. (Ed.) 1986. Pesca Artesanal. Tecnología y Desarrollo. PUC: 239 pp. Chile. 1986.
- BUZETA, R. 1983. Research requirements for Fisheries Development in the Third World, two cases studies: Asia and Latin America. *In: Proceeding of the international Conference on Marine Resources of the Pacific.* (P. Arana Ed.), pp. 402-412. Viña del Mar, Chile. May 1983.
- BUZETA, R. 1985. "El desarrollo Pesquero Latinoamericano-Limitaciones y Perspectivas". Contribución al Primer Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. INVEMAR/COLCIENCIAS. Bogotá, November 85.
- FAO Yearbook. Fisheries Statistic 1986. Vol. 62. FAO, Rome.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

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

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

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

Se sugiere que el manuscrito conste de las siguientes secciones:

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

Comience en hoja separada cada una de las siguientes secciones:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Biología Pesquera

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE



INDICE N° 16

1987

Pizarro A., K. Alveal & H. Romo

Colonización de arrecifes artificiales en bahía Coliumo, Chile. *Colonization of artificial reefs in Coliumo bay, Chile* 3-18

Castillo G. y A. Arrizaga

Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) en aguas de Chile Central. *Age and growth of jack mackerel Trachurus symmetricus murphyi (Nichols, 1920) from Central Chilean waters* 19-33

Moraga J.P.

Variabilidad térmica en la bahía Laguna Verde (33° 06'S; 71° 45'W). *Thermal variations in the Laguna Verde bay (33° 06'S; 71° 45'W)* 35-45

Defeo O.

Consideraciones sobre la ordenación de una pesquería en pequeña escala. *Towards a strategy for management a small-scale fishery* 47-62

Acuña E.S.

Distribución de peces mictófidios en el Pacífico Oriental Norte de Chile (18° 30'-30° 30'S). *Distribution of myctophid fishes in the eastern Pacific Ocean off Northern Chile (18° 30'to 30° 30'S)* 63-78

Bustamante R.H. y J.C. Castilla

La pesquería de mariscos en Chile: un análisis de 26 años de desembarques (1960-1985). *The shellfishery in Chile: an analysis of 26 years of landings (1960-1985)* 79-97

Pantoja S., H. González & P.A. Bernal

Producción autotrófica fraccionada por tamaños en una bahía somera. *Size-fractioned photoautotrophic production in a shallow bay* 99-105

Herrera G., E. Tarifeño & M.C. Orellana

Descripción de huevos y primeras fases larvales de la sardina común (*Strangomera bentincki*) y del machuelo (*Ethmidium maculatum*). *Description of eggs and early larval stages of common sardine (Strangomera bentincki) and menhaden (Ethmidium maculatum)* 107-113

Buzeta R.

Desarrollo Costero Integrado (DCI): Una alternativa de organización y desarrollo para el subsector pesquero artesanal. *Integrated Coastal Development (DCI): An alternative for the organization and development of the artisanal fisheries subsector* 115-120



PUBLICACIONES PERIODICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
VICERRECTORIA ACADEMICA