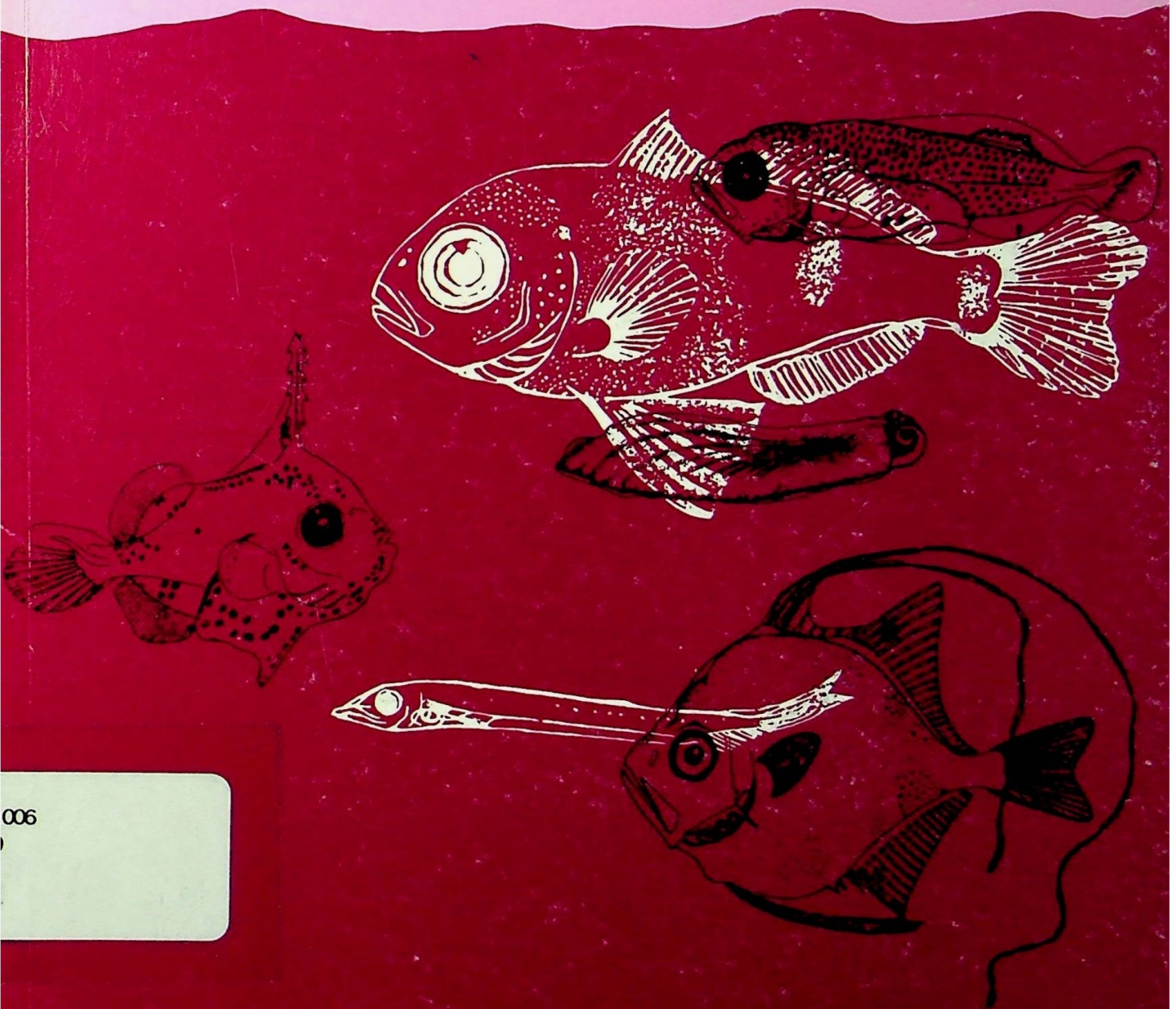


Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

Nº 20



006

COMITE EDITOR

Dr. Eduardo Tarifeño
U. Católica Ssma. Concepción
Editor Jefe

Dr. Alberto Arrizaga
U. Católica Ssma. Concepción

Dr. Patricio Bernal
Instituto Fomento Pesquero

Dr. Juan C. Castilla
P. Universidad Católica
de Chile

Dr. Bernabé Santelices
P. Universidad Católica
de Chile

Prof. Nicolás Rozbaczylo
P. Universidad Católica
de Chile

COMITE ASESOR

Dr. Ricardo Galleguillos
U. Católica Ssma. Concepción
Chile

Prof. Javier Chong
U. Católica Ssma. Concepción

Prof. Ciro Oyarzún
U. Católica Ssma. Concepción
Chile Chile

Prof. Nibaldo Bahamonde
U. de Chile
Chile

Dr. Patricio Arana
U. Católica Valparaíso
Chile

Dr. Eleuterio Yáñez
U. Católica Valparaíso
Chile

Dra. María A. Barbieri
Instituto Fomento Pesquero
Chile

Dr. Tarsicio Antezana
U. Concepción
Chile

Dr. Ariel Gallardo
U. Concepción
Chile

Dr. Gonzalo Gajardo
Instituto Profesional de Osorno
Chile

Prof. Fernando Balbontín
U. Valparaíso
Chile

Sr. Italo Campedón
Subsecretaría de Pesca
Chile

Dr. Mario Silva
U. Concepción
Chile

Dr. Tomás Fonseca
INGEMAR
Chile

Prof. Irma Vila
U. Chile
Chile

Dr. Pablo Lagos
Instituto Geofísico
Perú

Dr. Jorge Csirke
FAO
Italia

Dr. José Orensaz
U. Washington
USA

Sr. Julio Valdivia
U. Nacional San Agustín
Perú

Dr. Ray Beverton
U. Wales
United Kingdom

Dr. Vincent Galluci
U. Washington
USA

Dr. Trevor Platt
Bedford Inst. Oceanography
Canadá

Dra. Mia Tegner
Scripps Inst. Oceanography
USA

Dr. Jack MacLachlan
N. Research Council
Canadá

Dr. Pedro Ripa
CICESE
México

Mr. Patric Tomlinson
C. Inter. Atún Tropical
USA

Dr. José A. Peredo
Inst. Español Oceanografía
España

Director Responsable
Dr. Juan Cancino C.
Decano
Facultad de Ciencias
Universidad Católica Ssma. Concepción

Director Subrogante
Dr. Eduardo Tarifeño S.
Profesor Adjunto
Facultad de Ciencias
Universidad Católica Ssma. Concepción

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

Director
Revista BIOLOGIA PESQUERA
Universidad Católica de la Ssma. Concepción
Casilla 127 - Talcahuano - Fax 056-041-546177
CHILE

Impreso por Editora Aníbal Pinto S.A.
Concepción, Chile

Biología Pesquera

POLITICA EDITORIAL

BIOLOGIA PESQUERA es una revista científica que en el ámbito regional latinoamericano tiene por objeto publicar los resultados de investigaciones biológicas, pesqueras, ecológicas, limnológicas, oceanográficas y de ingeniería, orientadas a incrementar las bases científicas para el manejo y utilización de los recursos acuáticos vivos. Se publicarán preferentemente trabajos referidos al Pacífico 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 la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Concepción, Chile) a contar del número 20 (diciembre 1991), con el cual la propiedad intelectual de la revista BIOLOGIA PESQUERA fue traspasada por la Pontificia Universidad Católica de Chile a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, creada a partir de la ex sede Talcahuano de la Pontificia Católica de Chile.

EDITORIAL POLICY

BIOLOGIA PESQUERA is a scientific journal that in the Latin American region has the purpose of publishing results either from biological, fisheries, ecological, limnological, oceanographic or engineering research oriented to increase the scientific bases for the management and exploitation of aquatic living resources. The journal will give priority to publish manuscripts referring to both, the Southeastern Pacific and Antartic Ocean. Submission can be made in Spanish or English.

The managing editorialship of BIOLOGIA PESQUERA is an effort of the Faculty of Sciences of the Universidad Católica de la Santísima Concepcion (Concepción, Chile) since Number 20 (December 1991) when the legal propriety of the journal was transferred by the Pontificia Universidad Catolica de Chile to the Universidad Catolica de la Santísima Concepcion, institution founded based upon the Talcahuano Campus of the former university.

Biología Pesquera

INDICE N° 20

1991

Oyarzún, C.

Obituario, Dr. Mario Leible Díaz. *Obituary, Dr. Mario Leible Díaz* 3-4

Cervellini P. y J. Mallo

Distribución especial de estadios larvales de *Penaeidea* en Bahía Blanca, Argentina. *Spatial distribution of Penaeidea larvae at Blanca Bay, Argentina* 5-11

Bello M.T., M.M. Bunge y M. de L. Baiz

Alimentación natural del pejerrey (*Patagonina hatcheri*) introducido en la laguna Ñe-luan, Río Negro. *Natural food of the introduced "pejerrey" (Patagonina hatcheri) in Ñe-luan lagoon, Rio Negro* 13-19

Castillo, G., H. Muñoz, H. González & P. Bernal

Daily analysis of abundance and size variability of fish larvae in relation to oceanic water intrusions in coastal areas. *Análisis diario de la variabilidad en abundancia y tamaño de larvas de peces en relación a intrusiones de aguas oceánicas en áreas costeras* 21-35

Arancibia, H.

Análisis ecológico-pesquero del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y su interacción con merluza común (*Merluccius gayi*) y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*). *A fishery ecological analysis of the red squat lobster (Pleuroncodes monodon) resource and its interaction with chilean hake (Merluccius gayi) and big eye flounder (Hippoglossina macrops)* 37-48

Cubillos, L.

Estimación mensual de la biomasa, reclutamiento y mortalidad por pesca de la anchoveta (*Engraulis ringensi*) de la zona norte de Chile en el período 1986-1989. *Estimates of monthly biomass, recruitment and fishing mortality of anchoveta (Engraulis ringens) off northern Chile in the period 1986-1989* 49-59

Troncoso, V.A., J. Iriarte, H. González & V. Martínez

Vertical distribution of dissolved free amino acids and phytoplankton and zooplankton biomasses. *Distribución vertical de aminoácidos libres disueltos y biomasa fito y zooplanctónicas* 61-64

OBITUARIO

OBITUARY

MARIO LEIBLE DIAZ (Q.E.P.D.) (1934-1991)

Ciro Oyarzún G.

Mario Leible D. obtuvo su título de Profesor de Estado en Biología y Química, en la Universidad de Chile en agosto de 1960. Sus primeros pasos en la carrera académica los dio en abril de 1960 como Ayudante Tercero en el Centro de Estudios Entomológicos en la Universidad de Chile; en enero de 1962 ya había alcanzado el status de investigador. En 1964 pasa al Centro de Investigaciones Zoológicas de la Universidad de Chile.

Sus pasos por la Pontificia Universidad Católica comenzaron como Ayudante en la Facultad de Medicina, luego de lo cual pasó al Instituto de Ciencias Biológicas donde alcanzó la categoría de Profesor Adjunto en 1975, año en el cual comenzó a prestar sus valiosos servicios en la naciente Sede Talcahuano de la Universidad, tanto así, que en julio de 1977 y hasta 1982 ejerció el cargo de Subdirector Académico. Desde ese cargo comenzó una labor difícil y complicada de hacer crecer en lo académico a los distintos departamentos. En gran medida, la consolidación y estructuración de lo que fue el Departamento de Biología y Tecnología del Mar (BIOTECMAR) de la Sede Regional Talcahuano de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se debió a la acción visionaria de Mario Leible.

Podría pensarse que después de alcanzar altos grados en la jerarquía académica Mario quiso pasar a una actividad profesional más reposada. Al contrario, viajó a España a perfeccionarse y obtuvo su doctorado en 1984 en la Universidad de Barcelona, con una tesis sobre lo que fue su grupo favorito, las rayas del Pacífico Sur Oriental. Antes, en 1978, había tenido la oportunidad de perfeccionarse en Filogenia de Peces con el Dr. F. Cervigón, lo que continuaría

más tarde asistiendo a cursos de Filogenia de Actinopterigios con el Dr. P. Greenwood.

A su retorno de España, Mario no deseó ocupar un lugar en el Olimpo, y desplegó una actitud permanente de humildad y benevolente comprensión, con algunos colegas más jóvenes que llegábamos a importunarlo.

Revisando el listado de sus numerosas publicaciones y presentaciones a congresos surge claramente su interés por los peces cartilaginosos y en especial por los rayoideos, tocando aspectos que van desde la taxonomía clásica y la relación con los parásitos hasta las perspectivas biológico-pesqueras de las rayas de la costa de Chile. Dentro de esos temas, dirigió numerosas Memorias de Títulos o Tesis de Grado de Técnicos Marinos y de Licenciatura en Biología. Asimismo, realizó más de 35 presentaciones a congresos. Entre sus aportes más relevantes se destaca el "Catálogo de peces que habitan las aguas costeras y dulceacuícolas en la Provincia de Concepción", que aun cuando tuvo una edición sencilla, se ha constituido en una referencia obligada para el estudio de los peces de esta región.

Para ejemplificar su espíritu de lucha y la importancia que Mario le otorgaba a las Jornadas de Ciencias del Mar, que anualmente patrocina el Comité de las Ciencias del Mar, cuando la vida se le escapaba día a día, quiso despedirse de todos, presentando con mucha dificultad su última ponencia en las jornadas de mayo de 1991, obviamente sobre una nueva raya encontrada en las profundidades frente a Talcahuano.

Finalmente, debemos agradecerle a Mario la oportunidad que nos dio de ser solidarios, cuando luchábamos por mantenerlo con vida pedimos la cooperación de científicos chilenos en las Ciencias del Mar con una respuesta impresionantemente positiva, demostrando con ello algo de lo mejor que cada uno de nosotros tiene en su interior. Aunque el trabajo científico sea muchas veces frío, competitivo y duro es ejercido por seres humanos, con sus defectos y virtudes. De esta última reflexión, y pensando en la interdisciplinaridad cada vez mayor de esta "aldea-tierra" deberíamos rescatar el espíritu solidario y de fraternidad que animó siempre a Mario.

PUBLICACIONES CIENTIFICAS

- LEIBLE, M. & E. MARTINEZ, 1974. Taxonomía de una muestra comparada de *Merluccius Gayi* (Pisces: Merlucciidae). Investigaciones Oceanológicas Chilenas 1 (1):3-13.
- LEIBLE, M., R. PINTO & C. DONOSO. 1974. Análisis taxonómico de atributos y caracteres merísticos del lenguado austral *Thysanopsetta naresi* (Pisces: Bothidae). Investigaciones Oceanológicas Chilenas 1(2):16-26.
- MARTINEZ, G. E. & M. LEIBLE 1974. Influencia del sexo en el estudio biométrico de una muestra compuesta de *Merluccius gayi* (Pisces Merlucciidae). Investigaciones Oceanológicas Chilenas 1(2): 27-39.
- LEIBLE, M. 1979. Análisis taxonómico de las subespecies de *Merluccius gayi* (Teleostomi, Gadiformes). Acta Zoológica Lilloana 35: 667-677.
- LEIBLE, M., E. MARTÍNEZ & D. CABEZAS. 1981. Contribución al estudio taxonómico de *Micromesistius australis* (Pisces: Gadidae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 52: 67-93.
- LEIBLE, M. 1984. Taxonomía de las rayas (Chondrichthyes, Rajiformes, Rajidae) del Pacífico Suroriental, que habitan aguas entre los paralelos 33° y 41° de latitud sur. Centre de Publications Intercanvi Cientific i extensio Universitaria, Universitat de Barcelona. 50 p.
- LEIBLE, M. 1987. La Pesquería de rayas en Chile. Problemática y Potencialidad. En: P. Arana (Ed.). Manejo y Desarrollo Pesquero. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso: 69-80.
- LEIBLE, M. & M. STEHMANN. 1987. First record of *Raja (Dipturus) trachyderma* Krefft & Stehmann, 1975, from the Southeastern Pacific off Chile, with first descriptions of its clasper characters and additional skeletal and morphological details (Pisces, Rajiformes, Rajidae). Studies on Neotropical Fauna and Environment, 22(4): 169-188.
- LEIBLE, M. 1987. Descripción taxonómica de juveniles y adultos de *Raja (Dipturus) flavirostris* Philippi, 1892 (Rajiformes, Rajidae) capturados frente a la costa de Chile Central. Gayana Zool. 51(-4): 131-176.
- LEIBLE, M. 1988. Revisión de métodos para estudios taxonómicos de rayas (Rajiformes, Rajidae) Gayana (Zoología) 52: 15-93.
- LEIBLE, M. & P. MIRANDA. 1989. El otolito Sagitta en el reconocimiento de diferentes especies de teleósteos de la costa central de Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 60: 149-160.
- LEIBLE, M., J. CARVAJAL & M. FUENTEALBA 1990. Polimorfismo en *Raja (Dipturus) flavirostris* Philippi, 1892. Análisis morfológico y parasitario. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 61: 93-102.
- FUENTEALBA, M.C., M. LEIBLE & J.A. MORILLAS. 1990. Histología gonádica de *Raja (Dipturus, flavirostris* Philippi 1892 (Pisces: Chondrichthyes). Estudios Oceanológicos 9: 57-62.
- FUENTEALBA, M. C. & M. LEIBLE 1990. Perspectivas de la pesquería de raya volantin *Raja (Dipturus) flavirostris*. Estudio de edad, crecimiento y algunos aspectos reproductivos. En: M.A. Barbieri (Ed.). Perspectivas de la actividad pesquera en Chile: 227-236.
- LEIBLE, M. (en revisión). First records of *Bathyraja griseocauda* from the southeastern pacific off Chile, with descriptions of additional morphological characters (Pisces, Rajiformes, Rajoidei). Bol. Soc. Biol. Concepción.

OTRAS PUBLICACIONES

- LEIBLE, M. 1974. Manual de Trabajos Prácticos de Zoología General. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. 105 pp.
- LEIBLE, M., ALVEAL; E. & J. MALDONADO. 1981. Catálogo de peces que habitan las aguas costeras de la Bahía de Concepción y Bahía de San Vicente. Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano. 56 pp.
- LEIBLE, M.; DITTUS, D. & C.G. BELMAR. 1981. Atlas anatómico de pintarroja. Vol. 1: Identificación, sistema circulatorio, nervioso, reproductor y excretor. Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano. 103 pp.
- LEIBLE, M. & E. ALVEAL. 1982. Catálogo de peces que habitan las aguas costeras y dulceacuícolas en la provincia de Concepción. Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano. 104 pp.
- LEIBLE, M.; DITTUS, D. & C.G. BELMAR. 1983. Atlas anatómico de pintarroja. Vol. 2: Sistema muscular, esquelético, respiratorio y digestivo. Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano. 79 pp.

DISTRIBUCION ESPACIAL DE ESTADIOS LARVALES DE PENAEIDEA EN BAHIA BLANCA, ARGENTINA*

SPATIAL DISTRIBUTION OF PENAEIDEA LARVAE AT BLANCA BAY, ARGENTINA*

Patricia Cervellini¹ y Juan Mallo²

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer la distribución espacial que manifiestan los estadios larvales de los camarones *Pleoticus muelleri* (Bate, 1988), *Artemesia longinaris* Bate, 1988, y *Peisos petrunkevitchi* Burkenroad, 1945, en Bahía Blanca. Se compararon muestras de plancton de verano de 9 estaciones de muestreo correspondiendo 3 de ellas a la zona interna y 6 a la zona externa, de las 6, 3 correspondieron al sector localizado frente a Pehuen Có y 3 al área ubicada frente al balneario Monte Hermoso (39° 00'S - 61° 16'W). Las larvas se capturaron mediante arrastres de red de plancton de 300µm y 500µm. En la zona interna de la bahía no se registraron estadios larvales de Decápoda. Las 3 especies estudiadas presentaron una distribución espacial similar en los 2 sectores de la zona externa; sin embargo, las mayores abundancias correspondieron a la zona frente a Pehuen Có. El estadio de protozoa fue el predominante pero no fueron halladas postlarvas de *Artemesia longinaris* y *Pleoticus muelleri*. El camaroncito *Peisos petrunkevitchi* fue el más abundante en el área tanto en estado larval como postlarval, comportándose como una especie costera pero no estuarial. Las otras 2 especies también limitaron su distribución a la zona externa; característica ésta que las diferencian del resto de los peneidos tropicales y subtropicales que utilizan las aguas estuariales como "viveros".

Palabras claves: Peneidos, distribución, estadios, migración, estuarios.

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the spatial distribution of different larvae stages of *Pleoticus muelleri*, *Artemesia longinaris* and *Peisos petrunkevitchi* at Blanca Bay. Summer plankton samples from 9 sites were compared, 3 in the internal zone of bay and 6 in the external one; the last one 3 correspond to Pehuen Có area and 3 in front of Monte Hermoso city. The larvae were captured with a plankton net of 300 µm and 500 µm mesh size. In the internal zone no larvae were found. The three species showed a similar spatial distribution pattern in the two areas of external zone, although they were more abundant in the zone in front of Pehuen Có. The protozoa was the most abundant stage and postlarvae of *Artemesia longinaris* and *Pleoticus muelleri* were not registred. *Peisos petrunkevitchi* was the most abundant species in both larva and postlarva stage. The three species showed to be off shore dwellers. This characteristic denote differences between these species and the others tropical and subtropical peneids which use estuarine waters for "nurseries".

Key words: Peneids, distribution, stages, migration, estuary.

INTRODUCCION

En la región de Bahía Blanca (38° 45'S-62° 22'W y 39° 15'S-61° 24'W) como en el sector marítimo adyacente se destacan por su abundancia los

peneidos *Artemesia longinaris* (Bate, 1988) *Pleoticus muelleri* Bate, 1988, y el sergéstido *Peisos petrunkevitchi* Burkenroad, 1945, en varias fases del ciclo vital (Mallo y Cervellini, 1988). La importancia de estas 3 especies en el

* Contribución Científica del Instituto Argentino de Oceanografía N° 149, Bahía Blanca.

¹ Universidad Nacional del Sur. San Juan 670. 8000 - Bahía Blanca, Argentina.

² Facultad de Cs. Exactas y Naturales. Depto. de Ciencias Marinas. Funes 3350. Mar del Plata.

área se basa en su doble función de ser un producto directo de la pesca costera o como alimento de peces e invertebrados de interés comercial. El objetivo del presente estudio fue conocer su ciclo migratorio en el área a través de los cambios espaciales que manifiestan cada uno de los estadios larvales y postlarvales.

AREA DE ESTUDIO

La Bahía blanca tiene una longitud aproximada de 100 Km. con su eje mayor en dirección NO-SE y una superficie total de 2.290 Km² (Montesarchio, 1978) (Fig. 1). El régimen de marea es semidiurno y su velocidad fue estimada en 60-70 cm/segundo para la creciente y 70-80 cm/segundo para la bajante (Montesarchio, 1984). Por sus características físicas, químicas y biológicas, la bahía puede ser subdividida en 2 áreas: interna y externa. La zona interna presenta una elevada relación largo/ancho de aproximadamente 3:1 y desde la cabecera hasta el puerto de Ingeniero White (38° 47'S-62° 15'W) es considerada como un ambiente estuarial por Freije *et al.* (1981) y Mianzan (1986). La zona externa o bahía propiamente dicha es de forma

marcadamente triangular y se extiende desde dicho puerto hasta la boca. Las características ambientales, físicas y químicas son más estables, presentando formas planctónicas típicamente oceánicas que disminuyen e incluso desaparecen cuando consideramos a la zona más interna (Mianzan, 1986).

MATERIALES Y METODOS

El material de larvas y postlarvas provino de muestreos realizados en Bahía Blanca (38° 45'S-62° 22'W y 39° 15'S-61° 24'W) en 9 estaciones, 3 localizadas en la zona interna de la bahía (Villarino Viejo, Cuatrerros y Puerto Ingeniero White) y 6 en la zona externa. De estas últimas 3 (Boya Faro, Boya 2 y Boya 4) están ubicadas frente a la localidad de Pehuen C6 y las 3 restantes en una transecta a 3, 6 y 9 millas de la costa, frente a la localidad de Monte Hermoso. Las muestras fueron tomadas mensualmente durante el verano de 1983, con redes de Hensen de 300 µm y 500 µm de abertura de malla. Se efectuaron arrastres horizontales subsuperficiales de 10 minutos de duración en la embarcación GC-75 de la Prefectura Naval Argentina,

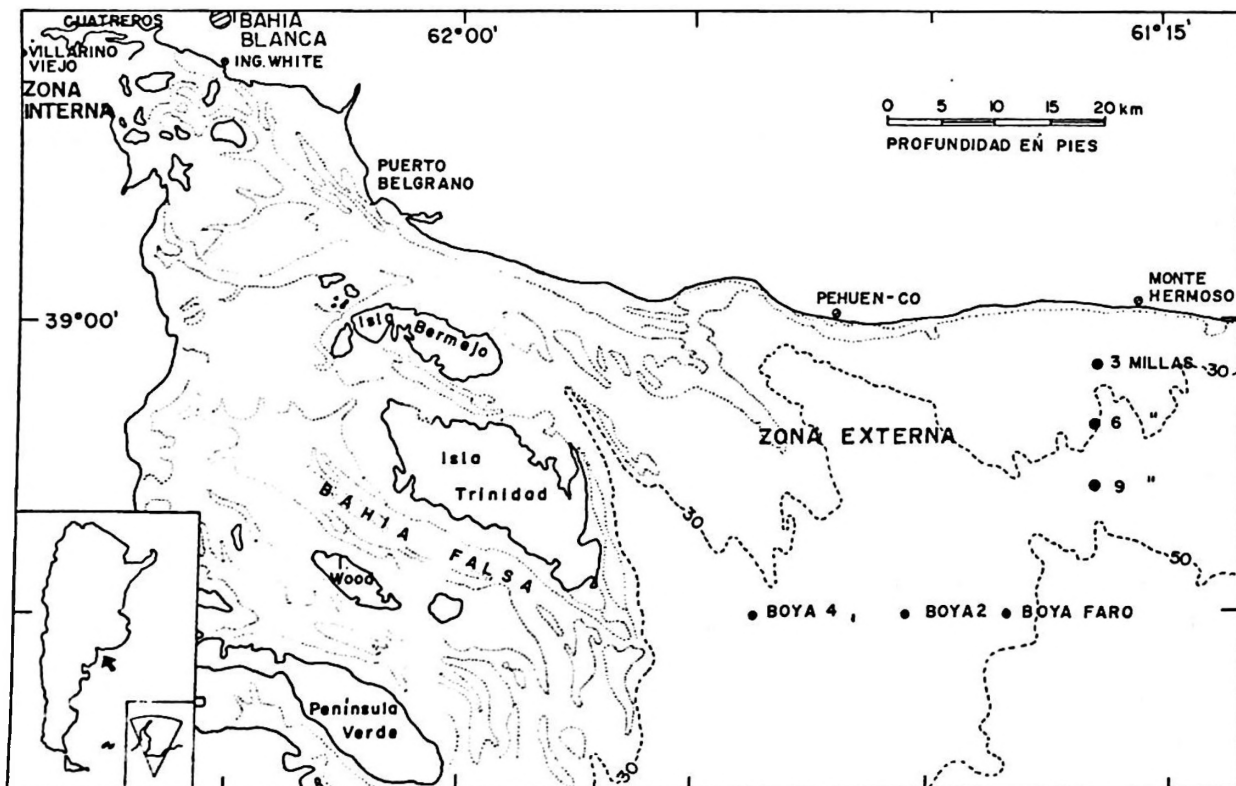


Figura 1: Ubicación de las estaciones de muestreo.

a una velocidad de 1 a 3 nudos. En cada estación de muestreo se tomaron datos de temperatura y salinidad. El material fue fijado con formol neutralizado al 4% y examinado con lupa binocular, extrayendo la totalidad de las larvas para su recuento. Las fases del desarrollo postnaupliar de las 3 especies fueron denominadas según Omori (1979): Protozoa-zoea y postlarva.

RESULTADOS

Se puede señalar que el sector de muestreo frente a la localidad de Monte Hermoso al igual que la de Pehuen C6, presentaron similitud en cuanto a la ocurrencia de larvas de cada una de las especies, pero en la zona interna de la bahía no se observaron individuos en las muestras analizadas.

El mayor número de ejemplares se observó en la zona frente a la localidad de Pehuen C6 (70.6%) (Tabla 1). De las 3 especies, *Peisos petrunkevitchi* resultó la más abundante siguiendo en orden de importancia el camarón *Artemesia longinaris* y el langostino *Pleoticus muelleri*.

La distribución por estadio indicó que las mayores abundancias correspondieron a protozoas de las 3 especies (Tabla 2) características ya mencionada por Mallo y Cervellini (1988) y también fueron las más abundantes en las dos áreas de la zona externa. *P. petrunkevitchi* mantuvo su porcentaje de abundancia por estadio muy semejantes tanto para la zona frente a Pehuen C6 como en el área frente a Monte Hermoso, hallándose todas las fases de su ciclo de vida. *A. longinaris* y *P. muelleri* presentaron

únicamente protozoas y zoeas pero no postlarvas. También para estas 2 especies los porcentajes por estadios no variaron ampliamente tanto en la zona de Pehuen C6 como en el área frente a Monte Hermoso.

Se destaca la ausencia de estadios naupliar de *P. muelleri*, por otra parte los naupliar de *A. longinaris* (13.9%) y *P. petrunkevitchi* (7.1%) fueron hallados en escaso número.

Los valores de salinidad registrados durante los meses de verano oscilaron entre 33.00% y 33.60% para las aguas frente a Monte Hermoso y Pehuen C6. No se disponen de datos de este parámetro para las estaciones ubicadas a 6 y 9 millas, pero dada la escasa distancia entre una y otra pueden considerarse muy similares. La salinidad en la zona interna presentó un mayor rango de variación (28.40%-33.60%). Contrariamente a lo que sucedió con la salinidad, la temperatura presentó un carácter más homogéneo en toda la bahía, los valores registrados para las 9 estaciones de muestreo oscilaron entre 19.5°C a 23.8°C. La distribución de las larvas de las 3 especies estudiadas, teniendo en cuenta a la salinidad indicó que estuvieron presentes sólo en aquellas estaciones donde este parámetro se mantuvo constante y por encima del valor 33.00%.

DISCUSION

A pesar de las restricciones del estudio (sólo un muestreo de verano), se establecieron diferencias en la presencia y distribución de las larvas, tan notables entre especies que permiten confir-

Tabla 1. Abundancia de larvas de Penaeidea (ind. 10². m³) para cada una de las áreas muestreadas.

Especies	Zona Externa				Zona Interna		Total
	Mte. Hermoso		Pehuen C6		N	%	
	N	%	N	%			
<i>P. muelleri</i>	13	3.79	56	6.81	0.	0.	69
<i>A. longinaris</i>	142	41.39	351	42.64	0.	0.	493
<i>P. petrunkevitchi</i>	188	54.81	416	50.54	0.	0.	604
	343	99.99	823	99.99	0.	0.	1.166

Tabla 2. Distribución porcentual y abundancia de larvas de *Penaeidea* (ind. 10². m³) por estadio en las áreas de Monte Hermoso y Pehuen C6 (Zona Externa).

Area de Monte Hermoso									
Especies	Nauplius		Protozoa		Zoea		Postlarva		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	
<i>P. muelleri</i>	0	0	8	61.53	5	38.46	0	0	13
<i>A. longinarius</i>	16	11.26	69	48.59	57	40.14	0	0	142
<i>P. petrunkevitchi</i>	12	6.38	163	86.70	4	2.12	9	4.78	188

Area de Pehuen C6									
Especies	Nauplius		Protozoa		Zoea		Postlarva		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	
<i>P. muelleri</i>	0	0	42	75.00	14	25.00	0	0	56
<i>A. longinarius</i>	53	15.10	273	77.77	25	7.12	0	0	351
<i>P. petrunkevitchi</i>	31	7.45	363	87.25	6	1.44	16	3.84	416

Zona Interna: No fueron hallados ejemplares de las tres especies.

mar hipótesis previas de que el área estudiada parece ser una zona de desove para *P. petrunkevitchi* pero no para *P. muelleri* y *A. longinarius*. En efecto, el bajo número de larvas de *P. muelleri* indicó que los desoves y la zona de cría de langostino se encontraría en aguas más alejadas de la costa que nuestro sector muestreado. Iguales resultados fueron obtenidos por Ciechowski y Boschi (1968), Boschi (1968, 1969), Boschi *et al.*, (1984), Wyngaard y Bertuche (1982), Bertuche *et al.* (1985), Mallo y Cervellini (1988). Con respecto a *A. longinarius*, los datos obtenidos indicaron un fenómeno similar

a lo que sucedió con *P. muelleri*. Dada la escasa abundancia de larvas capturadas durante el período de estudio y en base a resultados de diversas campañas costeras (Ciechowski y Boschi, 1968; Boschi, 1968; Scelzo, 1971), es posible destacar que la región explorada no es lugar de reproducción de adultos de la especie ni de crecimiento de larvas.

P. petrunkevitchi se comportó como una especie típicamente costera pero no estuarial. Es un activo filtrador planctónico en todas las etapas del desarrollo (Mallo y Boschi, 1982), alimentándose de diatomeas y detritos, siendo

Tabla 3. Valores de temperatura (°C) y salinidad (‰) registrados durante el verano de 1983 en las tres áreas de muestreo.

Areas	Estaciones	T°C	S‰	
Monte Hermoso	3 millas	22.6	33.6	
	6 millas	23.0	—	
	9 millas	22.6	—	
Zona Externa	Pehuen C6	Boya Faro	22.8	33.4
		Boya 2	22.8	33.3
		Boya 4	23.8	33.0
	Zona Interna	P. White	21.1	33.6
	P. Cuatrerros	19.7	31.6	
	V. Viejo	19.5	28.4	

éstos los principales componentes que señala Gayoso (1983) para el fitoplancton de la bahía. El período de desove, según datos de Mallo y Boschi (1982), ocurre durante los meses de octubre, noviembre y diciembre y coincide con la aparición en el plancton de los estadios de huevo, nauplius y protozoa. El hallazgo de hembras ovígeras maduras durante el período estival en Bahía Blanca (Mallo, 1984) sugiere la reproducción de esta especie en el área.

Debe señalarse que el bajo número de nauplii registrado puede deberse al tamaño de las mallas utilizadas en el estudio lo que impediría la captura de este estadio; sin embargo, por la información existente (Mallo y Boschi, 1982; Mallo, 1984) su presencia no debe descartarse.

De los muestreos realizados sobre la distribución espacial de las larvas de camarones *Penaeidea* y *Sergestoides* en las aguas de Bahía Blanca, se ha observado un comportamiento diferencial de las especies *P. muelleri* y *A. longinaria* respecto a *P. petrunkevitchi*. El langostino y camarón no cumplen parte de su ciclo vital en aguas salobres como muchos otros camarones, limitando de esta forma su distribución a aguas marinas tanto en estado larval, juvenil y adulto. Ello está suficientemente demostrado por los trabajos de Ciechomski y Boschi (1969), Boschi y Scelzo, (1967, 1969), Boschi (1968), Scelzo (1971), Wyngaard y Bertuche, (1982), Mallo y Cervellini (1988) para aguas adyacentes. Este comportamiento es muy diferente con lo que sucede en la mayoría de las especies de peneidos de áreas tropicales que desovan en el mar, luego larvas y postlarvas migran a zonas estuariales que son usadas por los mismos como "viveros". Allí se desarrollan hasta el estadio juvenil, desplazándose luego a aguas marinas (Racek, 1959; Neiva y Wisset, 1964; Joyce, 1965;

Pen, 1981). La particular distribución espacial de las larvas de encontrarse siempre en aguas bien marinas (salinidad superior a 33.00%) puede explicarse mediante el hecho de que la salinidad es un factor esencial en la vida de larvas, postlarvas y juveniles, según lo citan numerosos autores (Kutkuhn, 1966, García, 1977, Le Reste, 1978 y García y Le Reste, 1987). Aunque la posibilidad de penetrar en el estuario puede estar ligada a la salinidad, otros factores deben tenerse en cuenta como las condiciones hidrológicas, estados de mareas, corrientes costeras, acción de la pleamar, balance total del agua del estuario, etc. En resumen, todos estos parámetros están en mayor o menor medida relacionados con el comportamiento de la especie. Un ejemplo de ello lo demuestran especies del género *Penaeus* *Fabricius* del Pacífico tropical americano como *Penaeus occidentalis*, cuyos estadios larvales no penetran nunca aguas salobres.

Por último, en las figuras 2 y 3 se representan los posibles desplazamientos en la Bahía Blanca de las larvas de las 3 especies estudiadas. Se han resumido los hallazgos de este estudio y se han utilizado los datos de Wyngaard y Bertuche (1982) en relación a *P. muelleri* y los de Scelzo (1971) para *A. longinaria*. Con respecto a *P. petrunkevitchi*, también se usaron datos de Mallo (1984) y Cervellini (1988).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. E. Boschi por la lectura crítica del manuscrito y al Dr. H. Mianzan por las muestras de plancton de Monte Hermoso, cedidas gentilmente.

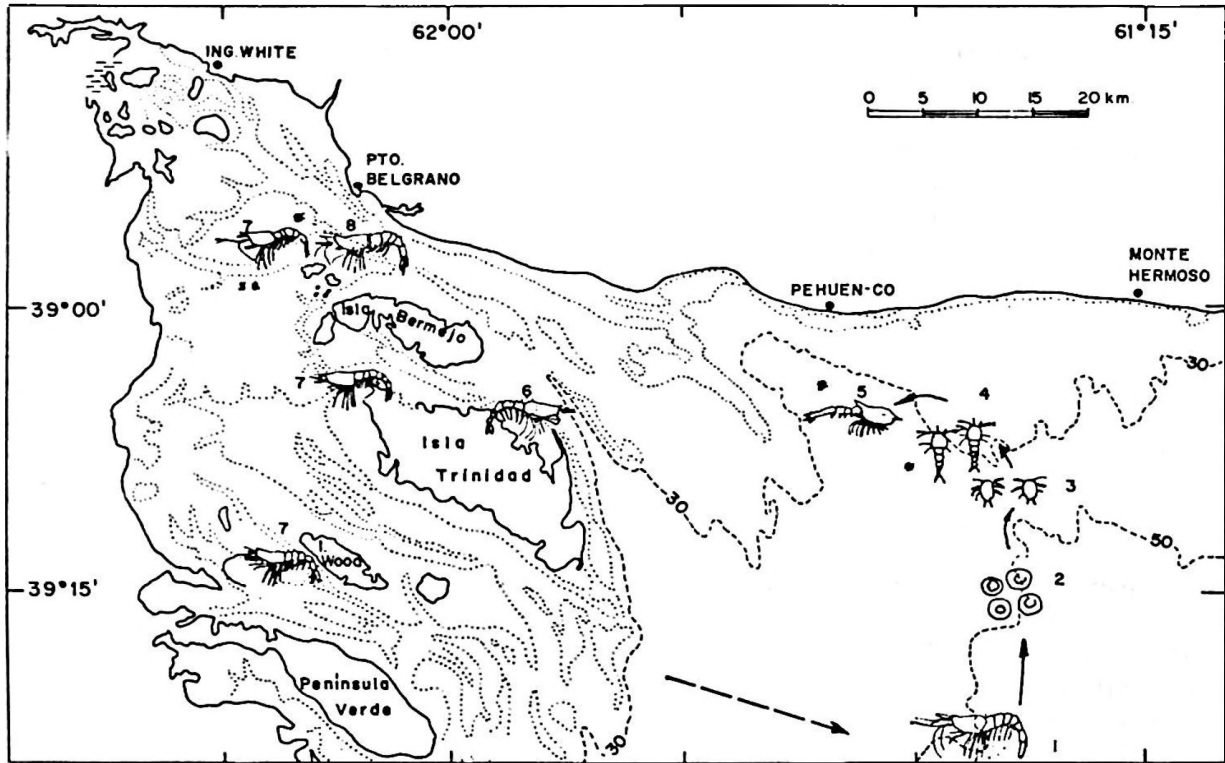


Figura 2: Representación esquemática del desplazamiento de larvas de *A. longinaris* y *P. muelleri* en Bahía Blanca. 1, Hembras desovantes, 2. Huevos, 3. Nauplius, 4. Protozoos (*), 5. Zoeas (*), 6. Postlarvas avanzadas (?), 7. Juveniles (**), 8. Adultos (**).
 (*) Estadios larvales hallados en el muestreo. (**) Datos de Mallo y Cervellini (1988). (?) No se hallaron ejemplares.

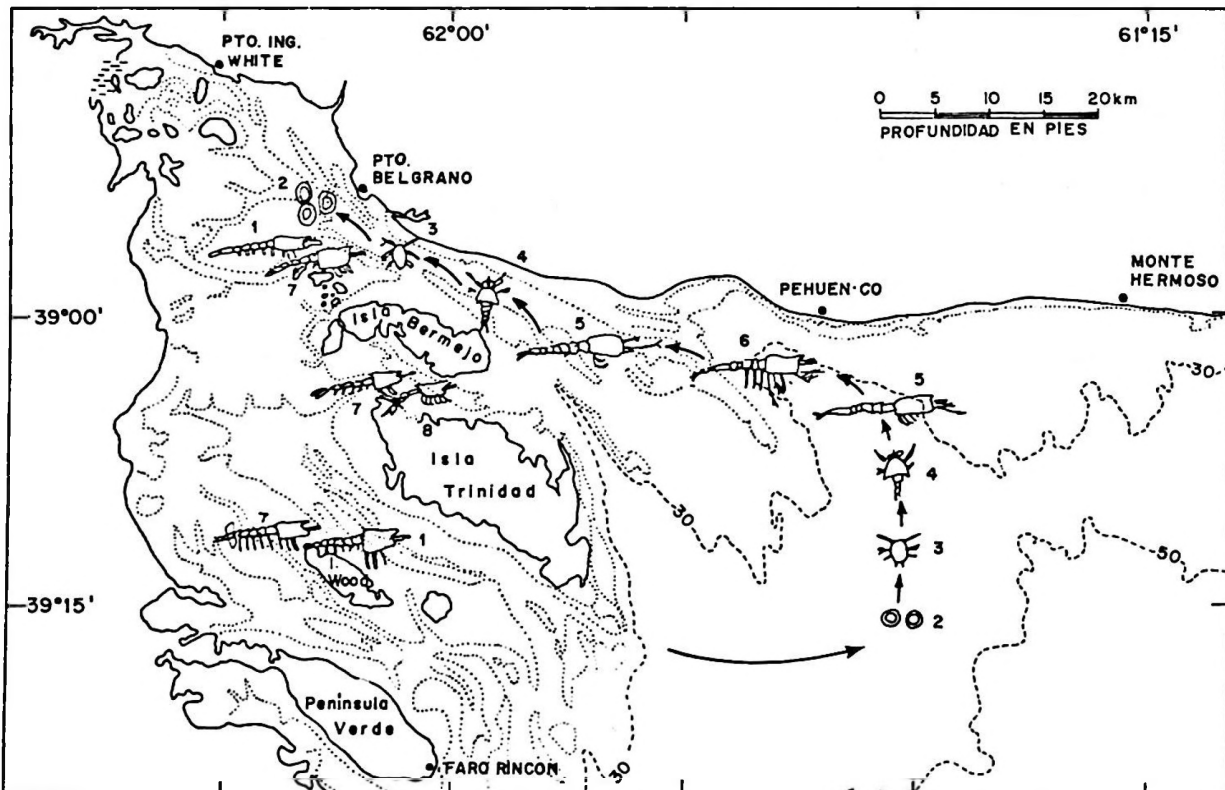


Figura 3: Representación esquemática del ciclo de vida de *P. petrunkevitchi* en Bahía Blanca. 1. Hembras desovantes, 2. Huevos, 3. Nauplius, 4. Protozoos, 5. Zoeas, 6. Postlarvas, 7. Juveniles, 8. Adultos.

LITERATURA CITADA

- BERTUCHE, D., J. WYNGAARD, C., FISHBACH & E. BOSCHI. 1985. El recurso langostino del Golfo San Jorge y litoral patagónico. Informe Técnico INIDEP presentado a CAPECA, 42 pp.
- BOSCHI, E.. 1968. Biología y evaluación de los recursos camarones en el área de CARPAS. CARPAS/ 4 / D. Tec., 8:1-15.
- _____. 1969. Estudio biológico pesquero del camarón de Mar del Plata (*Artemesia longinaris*). Boletín Instituto Biología Marina, 18:1-49.
- BOSCHI, E., M. SCELZO. 1967. Campaña de pesca exploratoria camaronesa en el litoral de la Provincia de Buenos Aires. Publicación Proyecto de Desarrollo Pesquero, 2:1-16.
- _____. 1969. Nuevas campañas exploratorias camaroneas en el litoral argentino 1967-1968. Con referencia al plancton de la región. FAO. Proyecto de Desarrollo Pesquero, 16:1-31.
- BOSCHI, E., D. BERTUCHE, J. WYNGAARD, M. I. IORIO & J. SWIDZINKI.. 1984. La Argentina: País Camaroneo. Informe Técnico INIDEP, 22 pp.
- CERVellini, P. 1988. Las larvas y postlarvas de los crustáceos Decapoda en el estuario y las aguas marinas de la Bahía Blanca. Variaciones estacionales y su relación con los factores ambientales. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur, Argentina. 232 pp.
- CIECHOMSKI, J. & E. BOSCHI. 1968. Resultados de salidas costeras frente a Mar del Plata para el estudio de huevos y larvas de peces y crustáceos comerciales. Contribución Instituto Biología Marina, 53:1-8.
- FREIJE, H., A. ASTEASUAIN, J. SCHMIT & J. ZABATTI. 1981. Relaciones de la salinidad y la temperatura del agua con las condiciones hidrometeorológicas de la porción interna del estuario de Bahía Blanca. Contribución Científica IADO, 57: 1-20.
- GARCÍA, S. 1977. Biologie et dynamique des population de crevette roses, *Penaeus duorarum notialis* (Pérez-Farfante, 1967), en Cote d'Ivoire. Trav. Doc. ORSTOM, Paris, 79: 271 pp.
- GARCÍA, S. & L. LE RESTRE. 1987. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO. Departamento Técnico, 203: 1-180.
- GAYOSO, A. M. 1983. Estudio del fitoplacton del estuario de Bahía Blanca. Zona Interna. Puerto Cuatros. Studia Oecológica, IV: 73-88.
- JORCE, E. D. 1965. The Florida commercial shrimps of the North-East coast of Florida. Paper Marine Research Laboratorie, 624 pp.
- KUTKUH, L. 1966. Dinamic of a peneids shrimps populations and management implications. Fisheries Bulletin, USFWS 65(2) :313-338.
- LE RESTRE, L. 1978. Biologie d'une population de crevettes *Penaeus indicus* H. Milne Edwards sur la cote nord-ouest d' Madagascar. Trav. Doc ORSTOM, Paris, 99: 291 pp.
- MALLO, J. & E. BOSCHI.. 1982. Contribución al conocimiento del camarón *Peisos petrunkevitchi* de la región de Mar del Plata (Crust, Dec, Serg.). Physis, serie A 41(100) : 85-98.
- MALLO, J. 1984. Desarrollo larval y cultivo en laboratorio del camarón marino *Peisos petrunkevitchi* (Crus, Dec, Serg.). Tesis doctoral. Facultad Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 185 pp.
- MALLO, J. & P. M. CERVellini. 1988. Distribution and abundance of larvae and postlarvae of *Artemesia longinaris*, *Pleoticus muelleri* and *Peisos petrunkevitchi* (Crust, Dec, Penaeidea) in the coastal water of Blanca Bay, Argentina. Journal of Aquaculture in the Tropics, 3: 1-9.
- MIANZÁN, H. 1986. Estudio sistemático y bioecológico de algunas medusas Scyphozoa de la región subantártica. Tesis doctoral de la Universidad Nacional de La Plata. 196 pp.
- MONTESARCHIO, L. 1978. Estado actual del conocimiento de la Bahía Blanca. Departamento Ciencias Sociales, Sección Geografía, 1- 48.
- _____. 1984. La ría interior de Bahía Blanca frente al impacto térmico. Contribución Científica IADO, 46: 260-274.
- NEIVA, G. & P. WISSET. 1964. The biology and fishery of the sea shrimps of Santos Bay, Brazil. Proceedings of Gulf Caribbean Fishery Institution, 16: 131-139.
- OMORI, M. 1979. Growth, feeding and mortality of larvae and early postlarvae stages of the oceanic shrimps *Sergestes similis* Hansen. Limmology and Oceanography, 24: 273-288.
- PENN, J. 1981. A review of mark-recapture and recruitment studies on Australian Penaeid shrimp. Kuwait Bulletin Marine Science, 2: 227-247.
- RACEK, A. 1959. Prawn investigations in Eastern Australia. Research Bulletin State Fisheries N.S.W, 6: 57 pp.
- SCELZO, M. 1971. Identificación, distribución y abundancia de larvas, postlarvas y juveniles del camarón *Artemesia longinaris* en las aguas costeras de la Provincia de Buenos Aires. CARPAS/5/ Departamento Técnico, 17: 1-18.
- WYNGAARD, J. & D. BERTUCHE, 1982. Algunos aspectos de la biología pesquera del langostino *Pleoticus muelleri* en la ría de Bahía Blanca y un análisis del desembarco en el periodo 1955-1979. Revista Investigación y Desarrollo Pesquero, 3: 59-76.

ALIMENTACION NATURAL DEL PEJERREY (*PATAGONINA HATCHERI*) INTRODUCIDO EN LA LAGUNA ÑE-LUAN, RIO NEGRO

NATURAL FOOD OF THE INTRODUCED "PEJERREY" (*PATAGONINA HATCHERI*) IN ÑE-LUAN LAGOON, RIO NEGRO

María Teresa Bello¹, María Marta Bunge¹ y Miguel de Lourdes Baiz²

RESUMEN

Se han analizado 72 tractos digestivos de pejerreyes (*Patagonina hatcheri* Eigenmann, 1927) capturados en la laguna Ñe-luan (Río Negro, Argentina), entre septiembre de 1980 y agosto de 1982, con tallas comprendidas entre 96 y 385 mm de longitud total. Cinco categorías de alimento conforman el espectro trófico: macrófitas, microcrustáceos, quironómidos, moluscos y "otros". Se han estimado el porcentaje numérico, el porcentaje volumétrico y la frecuencia de presencia, para calcular el índice de importancia relativa (IRI) de cada alimento en la dieta general y se han discutido sus variaciones estacionales. Estas investigaciones permiten conocer la alimentación natural de *P. hatcheri* en este ambiente.

Palabras claves: Alimentación, espectro trófico, pejerrey.

ABSTRACT

Seventy two digestive tracts of "pejerrey" (*Patagonina hatcheri* Eigenmann, 1927) from the Ñe-luan's lagoon, (Río Negro, Argentina), were analyzed between september 1980 and august 1982. Total lengths ranged from 96 to 385 mm. Five categories conform the trophic spectrum: macrophytes, microcrustaceans, chironomids, molluscs and "others". The numerical percentage, the volumetric percentage and the frequency of occurrence were estimated to calculate the index of relative importance (IRI). Their seasonal variations were discussed. Conclusions about the natural food of *P. hatcheri* are given.

Key words: Feeding trophic spectrum, pejerrey.

INTRODUCCION

Los recursos ícticos de la laguna Ñe-luan están constituidos por poblaciones de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* Jordan 1892) y pejerrey patagónico (*Patagonina hatcheri* Eigenmann), especies introducidas por siembras sucesivas a partir de 1940 y 1978, respectivamente.

Desde 1980 nuestros estudios se orientan hacia el conocimiento de la biología pesquera y la nutrición de estos peces con el fin de analizar las relaciones intra e interespecíficas que pudieran estar afectando la permanencia y el crecimiento de los mismos en la laguna. La tarea interesa como experiencia piloto en un cuerpo de agua cuyas características son aparentemente similares a las de otros presentes en la región,

¹ Centro Regional Universitario de Bariloche, Universidad Nacional del Comahue - CC. 1336 - (8400) San Carlos de Bariloche, Río Negro - Argentina.

² Dirección Nacional de Pesca Continental - Centro de Salmonicultura Bariloche - C.C. 27 - (8400) San Carlos de Bariloche, Río Negro - Argentina.

todos ellos con una producción potencial desconocida y con posibilidades de aprovechamiento a través de la piscicultura extensiva o semi-intensiva.

En esta oportunidad describimos el régimen alimentario de *P. hatcheri* (Sensu Campos, 1984). El trabajo tuvo como propósito obtener información básica y realizar los ajustes metodológicos que se comunican.

AREA DE ESTUDIO

La laguna Ñe-luan está ubicada en los 41°30' S, 68°35'0 y tiene una superficie aproximada de 50 hectáreas. Integra con otros cuerpos lénticos, tales como las lagunas Carrilafquén Chica y Carrilafquén Grande, la cuenca del arroyo Maquinchao. Estos ambientes pertenecen a la estepa patagónica argentina y constituyen una cuenca cerrada. El agua proviene de los deshielos de las serranías próximas; la intermitencia de este aporte determina épocas de estiaje anuales en las que se interrumpe la comunicación entre las lagunas y el arroyo. Los cambios en las condiciones hidrometeorológicas han llegado a manifestarse, en ocasiones, por un congelamiento superficial del espejo de agua durante los meses de julio y agosto.

Las fluctuaciones ambientales observadas influyen, con toda probabilidad, en la biota acuática, pero no configuran, aparentemente, una situación crítica para la vida de los peces.

MATERIALES Y METODOS

Para obtener el material biológico se realizaron capturas mensuales entre septiembre de 1980 y agosto de 1982, interrumpidas sólo en épocas críticas en las que no se pudo acceder a la laguna por razones climáticas. En cada oportunidad se establecieron cuatro estaciones de muestreo y se emplearon redes enmalladoras de 20 y 25 mm de abertura; la colecta total se acondicionó con hielo en cajas de telgopor para su traslado al laboratorio.

Se capturaron 798 pejerreyes con tallas que van desde 96 a 385 mm de longitud total, de los cuales se seleccionaron al azar 72 tractos digestivos. Se establecieron como límites de cada tracto el comienzo del esófago y la válvula

intestinal. Los contenidos intestinales fueron analizados bajo microscopio estereoscópico con aumentos de hasta 50 diámetros y se procesaron siguiendo la metodología propuesta por Pinkas (1970). A tal efecto, todos los datos de cada tipo de alimento se reunieron estacionalmente y se trataron como muestras individuales.

En función de la proximidad taxonómica y de la representatividad de los ítems, se establecieron cinco categorías de alimentos: microcrustáceos, macrófitas, quironómidos, moluscos y "otros".

Los índices y coeficientes utilizados fueron:

- Porcentaje numérico: número de individuos de un grupo determinado respecto al número total de todas las presas.
- Porcentaje volumétrico: proporción del volumen de un grupo de organismos en el volumen total del alimento encontrado.
- Frecuencia de presencia: porcentaje de presentación de una categoría de organismos respecto al total de tractos digestivos.
- Índice de importancia relativa (IRI): medida de la contribución total de cada categoría de presa a la dieta del pejerrey.

RESULTADOS

Dieta general

Los registros sobre los integrantes de la dieta pueden verse en la Tabla 1. No se detectaron diferencias significativas en los componentes dietarios de todas las tallas analizadas.

Se ha identificado una gran variedad de organismos acuáticos. No obstante, los valores porcentuales del IRI revelan que 87,21% de los componentes nutritivos están comprendidos en tres categorías: macrófitas (31,18%), microcrustáceos (28,87%) y quironómidos (27,16%).

Los elementos hallados en cada categoría son:

- A) Microcrustáceos: cladóceros (*Bosmina* y *Ceriodaphnia*), copépodos (*Metacyclops*) y ostrácodos;
- B) Macrófitas: trozos de *Myriophyllum* sp.;
- C) Quironómidos: larvas y pupas;
- D) Moluscos: *Chilina* sp.;

Tabla 1. Componentes de la dieta expresados en porcentajes de número (%N), volumen (%V), frecuencia (%F) e (%I.R.I.) Índice de importancia relativa.

ORGANISMOS	%N	%V	%F	IRI	% IRI
Macrófitas	22,1	38,9	68,0	4150,4	31,2
Microcrustáceos	61,8	5,6	56,9	3842,3	28,9
Cladóceros	53,3	4,1	43,0	2471,5	
Copépodos	7,9	1,4	43,0	401,7	
Ostrácodos	0,6	0,1	20,8	15,4	
Quironómidos	15,3	23,5	93,0	2615,0	27,2
Larvas	13,9	14,3	93,0	2627,7	
Pupas	1,4	9,2	50,0	530,5	
Moluscos	0,3	10,2	27,8	291,9	2,2
Otros	0,4	21,7	63,9	1411,1	10,6
- anfípodos	0,2	1,5	23,6	39,7	
- peces	0,005	16,1	4,2	67,0	
- ninfas de Odonata y Ephemeroptera, pupas de coleópteros, restos de insectos adultos, huevos de peces, algas filamentosas, escamas, piedritas	0,2	4,1	51,4	222,0	

E) Otros: categoría conformada por anfípodos, crías y ovas de pejerrey, ninfas de odonatos y efemerópteros, pupas de coleópteros, restos de insectos adultos, algas filamentosas y detritos inorgánicos; todos ellos ocasionales por su inconstancia y/o su escasez. Los anfípodos no fueron incluidos en Microcrustáceos por su tamaño.

Estos elementos proceden de la comunidad planctónica, del bentos, del bafon, del necton y del tripton, de acuerdo con la clasificación propuesta por Ringuelet (1962).

La Fig. 1 ilustra la importancia relativa que tiene cada tipo de alimento en la dieta global. Al graficar los valores obtenidos relacionados al número, volumen y frecuencia de los elementos ingeridos, es posible comprobar, por ejemplo, que los peces, consumidos con poca frecuencia y en escaso número durante el período de muestreo, son representables por su volumen. Esto es particularmente interesante en el momento de atribuir a cada categoría de alimento un orden de importancia.

Los valores del IRI determinan el siguiente

ordenamiento: macrófitas, microcrustáceos, quironómidos, otros y moluscos. Las macrófitas son importantes por su volumen y presencia. Idéntica situación se repite para los quironómidos, quienes además soportan la mayor frecuencia de ingestión (93,05%); esto podría interpretarse como un índice de preferencia. La representatividad de las larvas para todas las variables del índice es siempre superior a la de las pupas.

Los microcrustáceos tienen el menor volumen dentro de las categorías consideradas, pero predominan numéricamente y cuentan con una alta frecuencia de ingestión (56,94%). Se destaca el consumo de cladóceros.

“Otros” se sobredimensiona por el volumen y la frecuencia de su presencia. El análisis revela que esta categoría está integrada por gran variedad de organismos y elementos inorgánicos, ninguno de los cuales es por sí mismo representable y se caracterizan por su falta de constancia individual.

Los moluscos contribuyen secundariamente a la dieta (IRI: 2,19%). Son los más escasos en

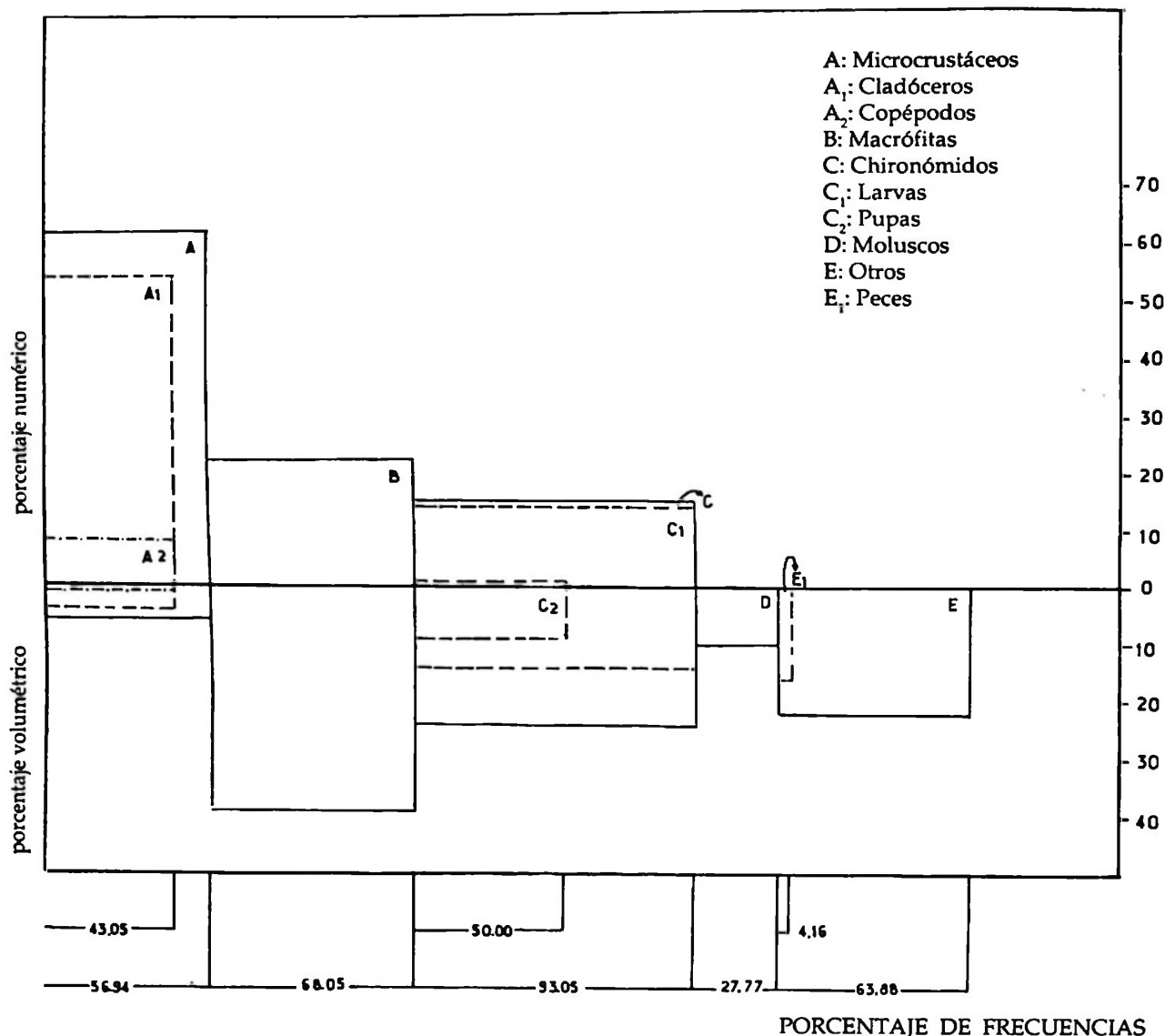


Figura 1. Composición porcentual de categorías mayores de alimento en número, volumen y frecuencia de ocurrencia: pejerrey (1980-1982). Ñe-luan (R.N.). En las categorías A, C y E se representan sus componentes más importantes.

número y presencia pero tienen un volumen corporal no despreciable.

Cambios estacionales en la dieta

En la Tabla 2 puede observarse que las macrófitas, los microcrustáceos, los quironómidos y los moluscos son elementos constantes en la dieta, aunque fluctúan en su incidencia. Las macrófitas decaen en invierno, los microcrustáceos en primavera y verano y los quironómidos

en otoño y primavera: los moluscos tienen su mejor época en primavera.

Otros organismos, como peces, anfípodos y larvas de Odonata, aparecen en períodos limitados y su contribución a la alimentación total es pequeña; las algas filamentosas contribuyen significativamente a la categoría de la que participan solamente en primavera.

El análisis de estos cambios estacionales permite considerar la importancia relativa de los distintos componentes de la dieta en el transcurso del año.

Tabla 2: Índice de importancia relativa (IRI) de los tipos de alimento agrupados por estaciones del año.

Tipo de alimento	Porcentaje de:			I.R.I.
	Número	Volumen	Frecuencia	
VERANO				
Macrófitas	42,3	55,0	100	9726
Microcrustáceos	25,9	1,7	35	967,4
Quironómidos	31,5	35,7	100	6723
Moluscos	0,1	2,2	20	45,2
Otros	0,2	5,4	55	304,1
OTOÑO				
Macrófitas	18,6	61,5	58,3	4670,4
Microcrustáceos	76,9	13,1	91,6	8248,6
Quironómidos	4,3	12,5	91,6	1538,9
Moluscos	0,1	4,4	16,6	74,4
Otros	0,1	8,4	8,3	70,9
INVIERNO				
Macrófitas	2,1	7,3	34,8	328,9
Microcrustáceos	81,9	14,8	91,3	8825,1
Quironómidos	14,9	44,8	91,3	5452,4
Moluscos	0,2	12,4	26,1	328,9
Otros	0,9	20,6	73,9	1592,5
PRIMAVERA				
Macrófitas	44,4	12,0	82,3	4648,3
Microcrustáceos	31,7	0,5	11,8	379,5
Quironómidos	18,0	4,2	88,2	1959,8
Moluscos	4,2	25,8	47	1412,3
Otros	1,6	57,4	47	2776,3

En verano se encuentra el IRI más alto de macrófitas y de quironómidos, los que a su vez se hallan presentes en todos los ejemplares analizados. La abundancia relativa de los microcrustáceos es la más baja del año y sólo el 35% de los peces predan sobre ellos, posiblemente por su escasez en el ambiente. El orden determinado por el IRI es: macrófitas, quironómidos, microcrustáceos, moluscos y otros.

En otoño los microcrustáceos constituyen el alimento principal; con valores elevados en número y frecuencia, desplazan a las macrófitas a segundo término. Los quironómidos con menor número y alta frecuencia de presencia, ocupan el tercer lugar. Es en esta época cuando se registra la mayor ingestión de peces; a pesar de ello "otros" está en último término.

En invierno los microcrustáceos y los quironómidos

constituyen la dieta básica de la especie, en tanto que los demás grupos configurarían categorías secundarias de alimento. Los anfípodos están bien representados por su presencia dentro de "otros". Macrófitas y moluscos son equivalentes: la importancia de la vegetación acuática se debe a su mayor número y presencia, la de los moluscos, a su volumen. El orden según el IRI es: microcrustáceos, quironómidos, otros, macrófitas y moluscos.

En primavera ocupan el primer lugar las macrófitas, seguidas por "otros", quironómidos, moluscos y microcrustáceos, respectivamente. Es en esta estación donde moluscos y "otros" hacen su mayor aporte; en "otros" esto se debe a la presencia de peces, larvas de Odonata, anfípodos y algas filamentosas. Para los microcrustáceos ésta es la época en que son

ingeridos por menor número de individuos. Como consecuencia de este espectro, la dieta aparece más diversificada y se integra con valores importantes de cada categoría.

Considerando las observaciones anteriores, se resume que:

a) cuando abundan los microcrustáceos, éstos constituyen el alimento principal; b) las macrófitas son accesibles y están disponibles en cualquier época del año. Su importancia relativa, salvo en invierno, es alta debido a su constancia y al volumen que representan; c) aunque durante el año la disponibilidad de quironómidos sea, ocasionalmente, menor que la de macrófitas, siempre es mayor o igual el número de pejerreyes que seleccionan estos dípteros; y d) un escaso porcentaje de individuos consume peces pequeños (ejemplares que superan los 258 mm de talla ingieren con irregularidad peces menores de 10 mm); anfípodos, ninfas de Odonata y de Ephemeroptera, pupas de coleópteros, insectos adultos, huevos de peces y algas filamentosas tienen muy poca importancia como integrantes de la dieta general del pejerrey analizado.

DISCUSION

La laguna Ñe-luan configura un ambiente ecológico particular por dos circunstancias: a) su reducida dimensión, acentuada por cambios estacionales de nivel, y b) su abundante hidrofita arraigada, dispuesta en forma de cinturón en todo el perímetro.

En este contexto la biota acuática se integra con comunidades fluctuantes (plancton, bentos, perifiton) y con elementos constantes representados por los vegetales sumergidos y los peces.

Durante todo el año adultos y juveniles de pejerrey conviven estrechamente; los individuos pequeños, agrupados en cardúmenes compactos, resultan una buena opción para el adulto cuando no accede a otra presa por distintas circunstancias. La evidencia de un consumo ocasional de crías no nos permite inferir el canibalismo en esta población; es posible que, en esta situación, sea más oportuno considerar que la ingestión de peces de su misma especie constituya un hecho accidental.

Si nos remitimos a trabajos realizados sobre el aterínido *Odontesthes bonariensis* (Cuv. y Val.),

que sería semejante en su morfología y etología, notamos que las observaciones de Ringuélet *et al.* (1980) en la laguna Chascomús y de Cabrera *et al.* (1973) en Punta Lara, Río de la Plata, son al respecto contradictorias. En tanto que los primeros autores citados admiten el canibalismo en pejerreyes de más de cuatro años de edad, los segundos no pudieron comprobar este hecho, aun cuando en los ejemplares analizados observaron ictiofagia por la presencia de *Pimelodus clarias* (Lacepede), *Ramnogaster melanostoma* (Eigenmann) y *Lycengraulis olidus* Günther.

En relación con la vegetación sumergida, y ante la necesidad de cuantificarla satisfactoriamente, se ha optado en este caso por el segmento vegetal que más comúnmente se presenta en las muestras y al que hemos dado en llamar "unidad macrófita". Detectar el material así reducido motiva la interpretación de que como tal se encontraría libre en el agua y sería aspirado por la boca protráctil del pejerrey, o bien formaría parte del sedimento y se incorporaría junto con la ingestión de organismos bénticos.

Otros autores ya han considerado este problema. En opinión de Ringuélet *et al.* (1980) los fragmentos vegetales tendrían el mismo origen que los detritos ya que los encuentran muy desmenuzados. Informan, sin embargo, que el pejerrey de ciertas lagunas de Jujuy come, casi exclusivamente, restos de fanerógamas. Cabrera *et al.* (1973) hacen referencia a "restos vegetales" y los nombran como elementos constantes que acompañan a cualquiera de los demás componentes de la dieta del pejerrey que estudiaron.

En nuestro caso cabe preguntarse cuál es el grado de selección ejercido por el animal cuando incorpora trozos de hidrófitas.

Por lo anterior, es posible concluir que:

a) El régimen alimentario del pejerrey patagónico, *P. hatcheri*, en la laguna Ñe-luan es omnívoro, con tendencia a la ingestión de organismos animales; b) Los alimentos proceden de diversas comunidades acuáticas; c) Los alimentos principales son: macrófitas, microcrustáceos y quironómidos; d) Estos alimentos principales fluctúan en número pero son constantes durante todo el año; e) No se pueden citar alimentos de emergencia o de reemplazo. Es posible referirse a alimentos complementarios, de ingestión ocasional y/o accidental; f) A pesar de que las macrófitas tendrían ingestión acci-

dental presentan los mayores valores de IRI; g) La ingestión de macrófitas y de peces de su misma especie, estaría determinada por las condiciones ambientales y establecería diferencias entre el régimen alimentario que nos ocupa y el de otros atherinidos de nuestras aguas continentales; h) Las diferencias en los hábitos alimentarios, en relación con la talla de los ejemplares, se manifiestan en el consumo de peces por los individuos mayores; i) Existen cambios estacionales en la dieta que se corresponderían con la dinámica del ecosistema considerado, y j) El IRI es aplicable para este tipo de estudio y su uso es recomendable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento al doctor Axel Bachmann y a la licenciada Carmen Adria Ubeda, por la lectura crítica del manuscrito, y las sugerencias de los revisores anónimos.

LITERATURA CITADA

- BAGENAL, T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters - Blackwell Sci. Publ., Oxford, London, Edinburgh, Melbourne, 3ª edición, 365 pp.
- CABRERA, S.E., M.I. BAIZ, E. CHRISTIANSEN & C.R. CANDIA. 1973. Algunos aspectos biológicos de las especies de ictiofauna de la zona de Punta Lara (Río de la Plata). Alimentación natural del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). Serv. Hidrografía Naval, Buenos Aires. H. 1028: 7-29.
- CAMPOS, C.H. 1984. Los géneros de atherinidos (Pisces: Atherinidae) del sur de Sudamérica - Revista del Mus. Arg. de Cs. Nat. "Bernardino Rivadavia" - Zoología - Tomo XIII (60): 71-84.
- PINKAS, L. 1970. Food habits study. Marine Resources Región - California Dept. of Fish and Games Fish. Bull. 152: 5-76.
- RINGUELET, R. A. 1962. Ecología acuática continental. Edit. Eudeba, Buenos Aires, 138 pp.
- RINGUELET, R., R. IRIART & L. ESCALANTE. 1980. Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis*, Atherinidae, en la laguna de Chacomús (Buenos Aires, Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton, Limnobiós 1 (10): 447-460.

DAILY ANALYSIS OF ABUNDANCE AND SIZE VARIABILITY OF FISH LARVAE IN RELATION TO OCEANIC WATER INTRUSIONS IN COASTAL AREAS*

ANÁLISIS DIARIO DE LA VARIABILIDAD EN ABUNDANCIA Y TAMAÑO DE LARVAS DE PECES EN RELACION A INTRUSIONES DE AGUAS OCEANICAS EN AREAS COSTERAS*

Gonzalo Castillo ¹, Hermann Muñoz ², Humberto González ³ and Patricio Bernal ⁴

ABSTRACT

The daily variability of the summer ichthyoplankton assemblage in the Gulf of Arauco (37°05'S, 73°20'W) was studied to characterize its composition, relative abundance, size distribution of larvae, and its response to environmental conditions. Three well defined environmental changes were observed during the 11 day study period: (1) sinking of isotherms and temperature increase of the surface layer, (2) a sharp decrease in chlorophyll concentration. Both (1) and (2) occurred on the 6th day of sampling, and (3) a storm on the 8th day. The first two events were due to onshore flow of oceanic water, which could have been enhanced by downwelling during the storm. The ichthyoplankton assemblage showed: (1) high concordance in the ranking of specific relative abundance among samples ($Wc = 0.87$, $P < 0.01$), (2) temporal concordance in the variations of relative abundance for larvae of the eight most dominant species ($Wc = 0.35$, $P < 0.01$), (3) presence of larger fish larvae after the storm for the four dominant species ($P < 0.03$), and (4) predominant ordination of samples into a pre-storm group and a post-storm group (Bray-Curtis index). Implications of transport processes in the dynamics and structure of coastal ichthyoplankton are discussed.

Key words: Ichthyoplankton assemblage, temporal variability, Chile-Perú Current.

RESUMEN

Se estudió la variabilidad diaria del conjunto ictioplanctónico de verano del Golfo de Arauco (37°05'S, 73°20'W) con el objeto de caracterizar su composición, abundancia relativa, distribución por tamaño de larvas y su respuesta frente a variaciones ambientales. Se observaron tres claros cambios ambientales durante los 11 días de estudio: (1) hundimiento de isotermas y aumento de temperatura superficial, (2) una considerable disminución en concentración de clorofila. Ambos (1) y (2) ocurrieron durante el sexto día de muestreo, y (3) una tormenta durante el octavo día. Los dos primeros eventos indicaron una intrusión de aguas oceánicas, la cual pudo ser incrementada por una antisurgencia durante la tormenta. El conjunto ictioplanctónico mostró: (1) alta concordancia en el ranking de abundancias relativas específicas de todas las especies ($Wc = 0.87$, $P < 0.01$), (2) concordancia en el patrón temporal de fluctuación en abundancia relativa para las ocho especies más abundantes ($Wc = 0.35$, $P < 0.01$), (3) mayor tamaño larval en las cuatro especies dominantes después de la tormenta ($P < 0.03$), y (4) ordenamiento general de muestras en un grupo previo a la tormenta y en un grupo posterior a la tormenta (índice de Bray-Curtis). Se discuten las implicancias de procesos de transporte en la dinámica y estructura del ictioplancton costero.

Palabras claves: Conjunto ictioplanctónico, variabilidad temporal, Corriente Chile-Perú.

*Research conducted at Departamento de Oceanografía. Universidad Católica de la SSMA. Concepción (formerly Pont. Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano). Casilla 127, Talcahuano, Chile.

¹Department of Fisheries and Wildlife. Nash Hall 104, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331, U.S.A.

²Instituto de Fomento Pesquero. Sede Talcahuano, Casilla 347, Talcahuano, Chile.

³Alfred-Wegener-Institut für Polar und Meeresforschung, Columbusstrasse, W-2850. Bremerhaven, Germany.

⁴Instituto de Fomento Pesquero. José Domingo Cañas 2277. Casilla 1287, Santiago, Chile.

INTRODUCTION

Increasing evidence suggests that environmental perturbations at early life stages of fishes influence their subsequent recruitment (e.g., Sharp, 1980; Lasker and Sherman, 1981). Yet, the details of the connection between spawning and oceanographic transport systems, and the consequences of deviations from normal transport mechanisms of eggs and larvae remain little understood (Norcross & Shaw, 1984; Bailey & Incze, 1985). It is now evident that the complex hydrodynamic phenomena affecting marine ecosystems (e.g., Robinson, 1983; Mooers & Robinson, 1984), and the different levels of aggregation of organisms (Haury et al., 1978), require explicit consideration of spatial and temporal scales.

We examined the daily variability of a summer ichthyoplankton assemblage in the Southeast Pacific. Our aims were: (1) to characterize the species composition of the assemblage, the variability in relative abundance, and length composition of fish larvae, and (2) to infer possible hydrodynamic controls on ichthyoplankton by means of estimations of Ekman transport, water temperature, integrated chlorophyll concentrations and zooplankton displacement volumes.

The studied area is the Gulf of Arauco (37°05' S, 73°20' W). It is close to the southern limit of the southernmost Upwelling Maximum Region of the Peru-Chile Current System (Bakun & Parrish, 1982). In summer, the upwelling maximum region extends from Taltal (26°S) down to the Gulf of Arauco -the largest embayment off central Chile- in which waters from the Bio-Bio River and other smaller rivers are discharged (Alarcon, 1970). Although the Gulf of Arauco is a major spawning ground for several commercially valuable species of fish (Rojas et al., 1983), the effects of short-term environmental influences on early life stages of fishes have not been studied.

MATERIALS AND METHODS

Samples of ichthyoplankton and oceanographic information were obtained as part of the Experiment Arauco-85 conducted in the Gulf of Arauco from January 15 to 27, 1985. The present

study was based on 19 plankton samples taken from January 17 to 27 at Station 4 (Figure 1), this station was selected because of its longer and more regular temporal sequence of sampling. Water temperature at the same station was measured in-situ using a CTD system. Integrated chlorophyll concentrations were determined at stations 3 and 4 from vertical fluorescence profiles (Turner fluorometer model 10-000R).

Ichthyoplankton sampling was performed using oblique Bongo net hauls. Samples analyzed were extracted from a single net (335 µm mesh size, 0.282 m² mouth area) included in the Bongo net. The net was hauled from depths over 30 m to the surface (mean sampling depth: 45 m, bottom depth: c.a. 61 m). Mean towing speed was 1.4 (m/s).

Since the filtered volume of sea water measured with a flowmeter ranged from 59 to 170 m³ (mean: 102.7 m³), relative abundance of ichthyoplankton (herein after referred to as density) was standardized to 100 m³. Samples were preserved in 4% buffered formalin, and fish eggs and larvae were sorted and counted without splitting the samples.

Larvae were classified to species level when possible. Larval length was measured at 0.5 mm intervals, from the anteriormost point of the head to the tip of the notochord (notochordal length: NL) or the base of the hypurals (standard length: SL), depending on which of the two gave the longest length at a given stage. Corrections for larval shrinkage due to capture and preservation were only applied to *Engraulis ringens* and *Sardinops sagax* assuming similar effects to those reported for *E. mordax* by Theilacker (1980). Unclassified species (c.a. 1.3% of total mean larval density) were not included in the analyses. Counting of eggs of *E. ringens* and *S. sagax* were performed separately from other species.

To determine the degree of aggregation of eggs and larvae, two non-dimensional indices proposed by Lloyd (1967) for spatial comparisons were used. These indices are:

i) Mean crowding (m^*), the mean density corrected by the amount that variance to mean ratio exceeds one:

$$m^* = m + [(s.d.^2 / m) - 1]$$

where m is the mean density, and $s.d.^2$ is the attendant variance of density.

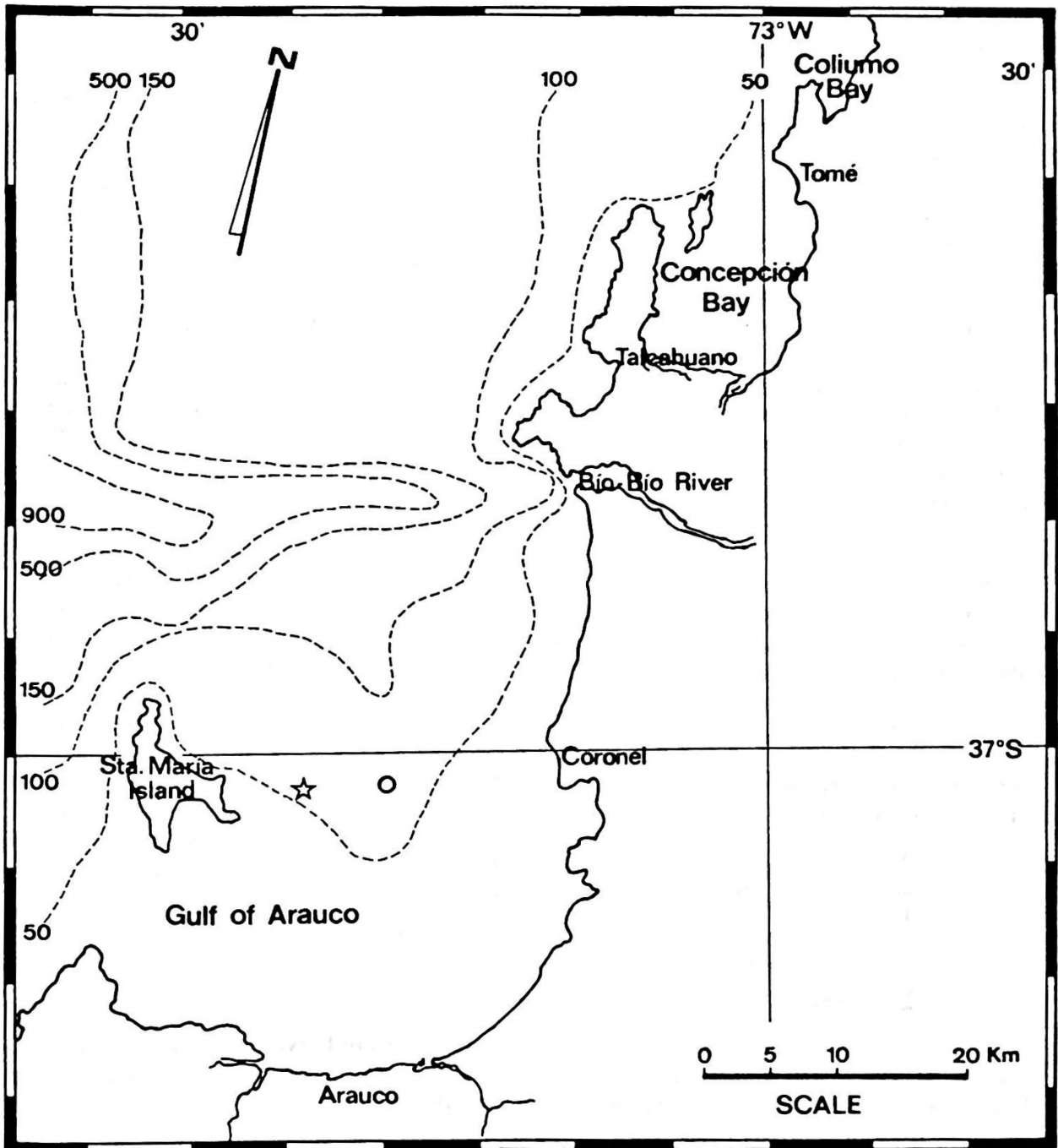


Figure 1. Sampling area showing the location of Station 4:☆ and Station 3:○. Bathymetry is shown in meters. (Modified from Mordojovich, 1983).

ii) Patchiness index (PI), that compares how many times more crowded an average individual is relative to an individual in a population of equal density but randomly dispersed:

$$PI = m^* / m$$

where m^* is mean crowding and m is attendant mean density.

We investigated possible differences in larval density and size between tows taken at day and night. Statistical analyses were performed using non-parametric techniques (Tate & Clelland, 1957; Conover, 1971).

Kendall's coefficient of concordance was used to see whether there was a pattern in the ranking of specific larval densities, and to establish whether density fluctuations among species were coupled. Spearman correlations were used to determine possible relations among total larval density, zooplankton displacement volume, chlorophyll concentration and depth of the 12°C isotherm (a proxy for upwelling). We selected the depth of the 12°C isotherm because it is located near the bottom of the mixed layer, over which epipelagic fish larvae may be found (Gorbunova 1981). Ekman transport was estimated per 100 m of coastline (after Bakun, 1973). The median test was applied to compare changes in larval density among consecutive samples.

We used the Bray-Curtis dissimilarity coefficient (Clifford & Stephenson, 1975) to describe relations between species and samples.

The equation used is:

$$D_{ab} = \frac{\sum_{j=1}^n [X_{aj} - X_{bj}]^2}{\sum_{j=1}^n [X_{aj} + X_{bj}]^2}$$

Where D_{ab} is a measure of dissimilarity between species (or periods) a and b , X_{aj} and X_{bj} are densities of species a and b in a given sample (or densities for the j th species in a and b periods), and n is the number of species found (or times considered). Before classification was performed, data were log-transformed to reduce the effects of dominant species (Field et al., 1982).

For ascertaining the degree of temporal

variation in distribution of length frequencies of larvae, multiple pair-wise correlations between samples were computed for intervals ranging from c.a. 12 hr. to 11 days (i.e., correlations of each sample with all the subsequent samples in the series). Due to the problem resulting from these multiple comparisons, no inferential conclusions on single pair-wise comparisons were made. This procedure generates series of increasingly time-lagged correlations that depict the temporal coherence of larval length-frequencies.

RESULTS

Composition and Aggregation of Species

During the sampling period 18 taxa were found, 12 of them identified at the species level, other two as genera and four as morphotypes (Table 1). The four dominant species -*E. ringens*, *S. sagax*, *Normanichthys crockeri*, and *Stromateus stellatus*- contributed 84% of the total larval density and were found together with *Strangomera bentincki* and *Ethmidium maculatum* in all samples analyzed (Table 2). *E. ringens* alone accounted for 46.6% of the total larval density. With the exception of two species with standard deviations lower than one, mean crowding values were higher than mean density, and the patchiness index of larvae tended to be inversely related to mean larval density (Spearman's $r = -0.65$, $P = 0.01$).

Predictably, in this spawning ground the mean densities, mean crowding and degree of patchiness were higher for eggs of *E. ringens* and *S. sagax* than for larvae of the same species (Table 3).

Differences in Larval Density and Size Distribution Between Day and Night Samples

Due to low larval density for most of the species, potential differences in density between day and night catches were only examined for *E. ringens*, *S. sagax*, *N. crockeri* and *S. stellatus*.

The day/night ratio of mean counts in these four species were similar between day and night tows. Moreover, no significant differences were

Table 1. Fish larval density (and attendant standard deviation and variation coefficient), percentage of total larval density, frequency of occurrence, mean crowding and patchiness indices, size range of larvae (uncorrected for shrinkage), and egg type of species found in the Gulf of Arauco (Station 4, January 17 to 27, 1985. See foot-notes).

Species	Density [N°/100 m ³] ¹	(s.d.) ²	V.C. ³	Total % ⁴	Occurr. ⁵	m**	(m*/m) ⁷	Size Range (mm)	Egg ⁸ Type
<i>Engraulis ringens</i>	132.5	87.6	66.1	46.6	100.0	189.4	1.4	1.5 - 22.5	P
<i>Sardinops sagax</i>	52.6	34.8	66.1	18.5	100.0	74.6	1.4	2.0 - 15.5	P
<i>Normanichthys crockeri</i>	30.7	26.5	86.3	10.8	100.0	52.6	1.7	2.0 - 16.0	?
<i>Stromateus stellatus</i>	24.3	16.0	65.8	8.5	100.0	33.8	1.4	2.0 - 8.0	?
<i>Strangomera bentincki</i>	7.2	5.6	77.7	2.5	100.0	10.5	1.5	2.0 - 18.0	P
<i>Ethmidium maculatum</i>	6.1	5.3	86.9	2.1	100.0	9.7	1.6	2.0 - 15.0	P
<i>Tripterygion</i> sp. ⁹	5.0	5.7	114.0	1.8	88.8	10.5	2.1	3.0 - 16.0	?
<i>Prolatilus jugularis</i>	4.5	4.7	93.3	1.6	77.8	7.4	1.6	4.0 - 8.0	P
<i>Hipoglossina macrops</i>	3.6	4.0	111.1	1.3	83.3	7.0	2.0	3.0 - 5.5	P
<i>Merluccius gayi</i>	3.4	4.9	144.1	1.2	55.6	6.1	1.8	2.5 - 16.0	P
Sp. 1	2.6	2.3	88.5	0.9	83.3	3.6	1.4	2.0 - 9.0	?
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	2.5	2.8	112.0	0.9	77.8	4.6	1.8	3.0 - 9.0	D
<i>Hygophum bruuni</i>	1.7	1.8	105.9	0.6	61.1	2.6	1.5	2.5 - 6.5	P
<i>Paralichthys</i> sp. ¹⁰	1.6	2.1	131.2	0.6	66.7	3.4	2.1	2.5 - 8.0	P
Sp. 3	0.8	1.3	162.0	0.3	44.4	1.9	2.4	3.0 - 5.5	?
<i>Austromenidia laticlavata</i>	0.7	1.2	171.4	0.2	44.4	1.8	2.5	3.0 - 13.0	D
Sp. 2	0.4	0.5	125.0	0.1	44.4	c	c	2.0 - 3.5	?
Sp. 4	0.4	0.6	150.0	0.1	39.0	c	c	2.5 - 6.0	?
Other species	3.0	3.0	83.3	1.3	83.3	-	-	-	-

1: Number of larvae per 100 m³ of filtered water.

2: Standard deviation of mean larval density.

3: Variation coefficient = 100 · (s.d./mean larval density)

4: Percentage of total fish larval density.

5: Percentage of samples in which the species is present.

6: Mean crowding index (Lloyd 1967).

7: Patchiness index (Lloyd 1967).

8: Egg type: P= pelagic, D= demersal, ?= unknown.

9: Could include *T. cunnighami* and *T. chilensis*.

10: Could include *P. adspersus* and *P. microps*

c: (s.d. < 1).

Table 2. Daily variation in larval and egg densities. Also shown are the original filtered sea water volumes. (Station 4, Gulf of Arauco, January 17-27, 1985. See foot-notes for identification of species and symbols).

Day-Hour	Filtered Volume (m ³)	Larval Density (N° / 100m ³)								Egg Density (N° / 100 m ³)			
		Species								Species			
		1	2	3	4	5	6	Other Taxa	All Larvae	1	2	Other Taxa	All Eggs
17-02:12	88.9	49.5	32.6	7.9	7.9	9.0	24.6	26.8	158.3	1435	938	47	2420
17-13:18	152.8	308.9	41.2	6.5	3.9	9.1	7.1	12.8	389.5	169	55	71	295
18-03:50	132.1	297.6	51.5	3.8	3.8	9.9	4.6	34.3	405.5	88	29	38	155
19-06:35	63.1	223.4	65.0	1.6	9.5	12.6	12.6	42.8	367.5	81	32	167	280
19-17:08	58.9	73.0	17.0	1.7	1.7	3.4	5.1	49.3	151.2	1104	25	404	1533
20-06:28	83.6	232.1	149.5	21.5	8.4	44.4	38.4	40.7	535.0	245	2	205	452
20-23:11	102.9	102.9	32.0	14.6	6.8	95.1	20.4	27.3	299.1	73	11	140	224
21-11:30	81.5	43.0	4.9	6.1	6.1	-	-	-	-	503	145	147	795
22-02:56	157.4	68.6	45.7	2.5	5.1	31.4	16.0	28.3	197.6	1366	12	136	514
22-15:01	99.5	96.5	18.1	2.0	3.0	1.0	30.1	19.0	169.7	113	1	176	290
23-02:27	84.5	197.6	53.2	4.7	4.7	18.9	54.3	33.0	366.4	179	2	90	271
23-16:00*	89.3	34.7	14.5	2.2	2.2	4.5	7.8	22.4	88.3	10	7	54	71
24-05:51	78.0	88.5	41.0	6.4	2.6	20.5	24.3	14.3	197.6	19	1	99	119
25-14:15	63.2	144.0	75.9	17.4	25.3	80.6	52.1	49.1	444.4	104	375	491	970
25-21:56	81.1	167.6	55.5	6.2	6.2	50.4	12.3	25.8	324.0	9	0	33	42
26-07:22	124.4	75.5	28.9	5.6	6.4	40.2	19.3	49.6	225.5	168	8	134	310
26-17:55	127.5	138.0	119.2	10.2	3.9	43.1	48.6	36.8	399.8	0	56	165	221
27-02:55	113.7	62.4	67.7	5.3	4.4	32.5	23.7	18.6	214.6	19	9	46	74
27-20:35	170.0	23.5	38.2	8.8	3.5	45.9	36.4	26.3	182.6	21	34	159	214

1: *Engraulis ringens*

2: *Sardinops sagax*

3: *Strangomera bentincki*

4: *Ethmidium maculatum*

5: *Normanichthys crockeri*

6: *Stromateus stellatus*

-: Partially damaged sample

*: Sampling time (+/- 1 hr.)

Table 3. Parameters for eggs of *Engraulis ringens*, *Sardinops sagax*, and for all other species found in the Gulf of Arauco at Station 4. (January 17 to 27 of 1985. Terms correspond to those of Table 1).

Species	Density (N°/100 m ³)	s.d.	V.C.	Total %	Occurrence	m*	m*/m
<i>Engraulis ringens</i>	282.6	477.4	168.9	55.0	94.4	1088.1	3.8
<i>Sardinops sagax</i>	88.5	228.8	258.0	17.2	94.4	679.0	7.7
Other species	142.4	124.8	87.6	27.6	100.0	250.8	1.8

detected between mean length frequencies of larvae caught during night and day (Kolmogorov-Smirnov test, $P > 0.05$).

Since lower larval densities were associated with smaller size ranges of larvae (Table 1), only the four dominant species were considered to estimate differences in larval size between day and night samples. The night/day ratios of larval density were greater than one for *E. ringens* and *S. sagax* over 9 mm SL (Figure 2). Due to the low densities of larger larvae in samples, unbiased estimates of night/day ratios by size intervals cannot be obtained for *S. sagax* over 11 mm SL and for *E. ringens* over 15 mm SL. Larvae of *S. stellatus* over 4 mm SL, and *N. crockeri* over 5 mm SL were more often collected at night, but not as clearly seen as in *E. ringens* or in *S. sagax*, which may be due to greater scarcity of larger

larvae, differences in larval evasion, or a combination of both. On the other hand, no differences in larval sizes were detected when comparing tows taken from the upper 40 m of depth to the surface with tows taken from greater depths to the surface. Thus, differences in capture of large individuals between day and night tows were not ascribed to vertical migration of fish larvae.

Density Fluctuations of Larvae and Relations among Species and Samples

Large differences in larval densities among species suggested attendant variations in spawning and/or early survival in the summer ichthyoplankton assemblage. Significant

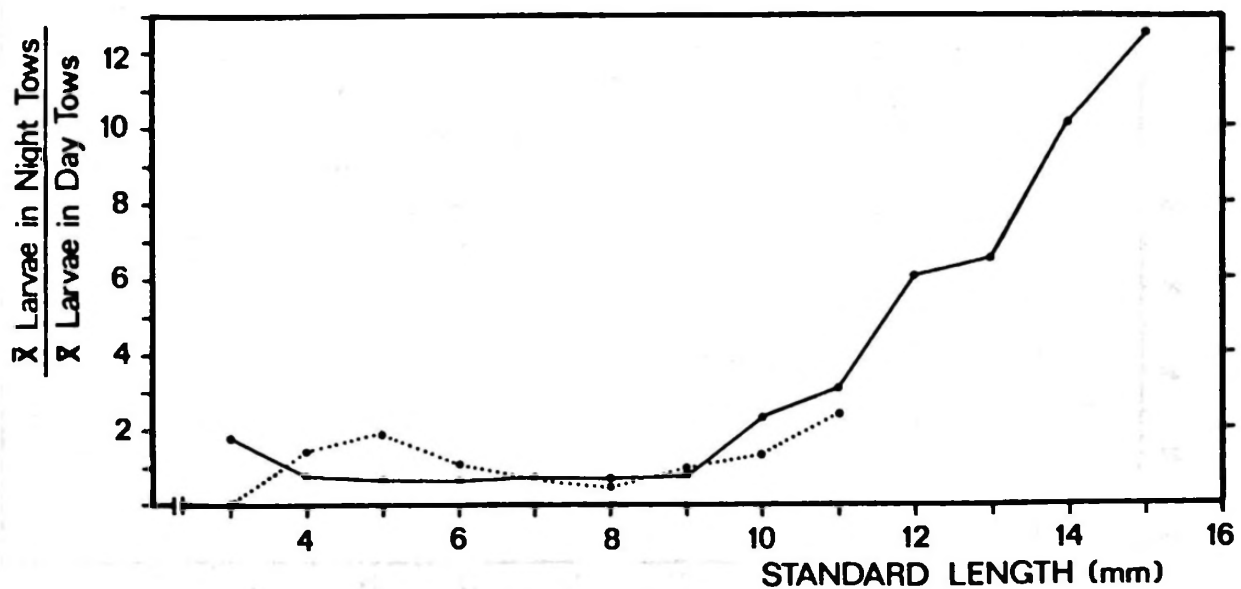


Figure 2. Night/day ratio of larval density by length intervals of 1 mm. Computed from the mean length composition of day and night tows. *Engraulis ringens*: (—•—•). *Sardinops sagax*: (•.....•).

Table 2. Daily variation in larval and egg densities. Also shown are the original filtered sea water volumes. (Station 4, Gulf of Arauco, January 17-27, 1985. See foot-notes for identification of species and symbols).

Day-Hour	Filtered Volume (m ³)	Larval Density (N° / 100m ³)								Egg Density (N° / 100 m ³)			
		Species								Species			
		1	2	3	4	5	6	Other Taxa	All Larvae	1	2	Other Taxa	All Eggs
17-02:12	88.9	49.5	32.6	7.9	7.9	9.0	24.6	26.8	158.3	1435	938	47	2420
17-13:18	152.8	308.9	41.2	6.5	3.9	9.1	7.1	12.8	389.5	169	55	71	295
18-03:50	132.1	297.6	51.5	3.8	3.8	9.9	4.6	34.3	405.5	88	29	38	155
19-06:35	63.1	223.4	65.0	1.6	9.5	12.6	12.6	42.8	367.5	81	32	167	280
19-17:08	58.9	73.0	17.0	1.7	1.7	3.4	5.1	49.3	151.2	1104	25	404	1533
20-06:28	83.6	232.1	149.5	21.5	8.4	44.4	38.4	40.7	535.0	245	2	205	452
20-23:11	102.9	102.9	32.0	14.6	6.8	95.1	20.4	27.3	299.1	73	11	140	224
21-11:30	81.5	43.0	4.9	6.1	6.1	-	-	-	-	503	145	147	795
22-02:56	157.4	68.6	45.7	2.5	5.1	31.4	16.0	28.3	197.6	1366	12	136	514
22-15:01	99.5	96.5	18.1	2.0	3.0	1.0	30.1	19.0	169.7	113	1	176	290
23-02:27	84.5	197.6	53.2	4.7	4.7	18.9	54.3	33.0	366.4	179	2	90	271
23-16:00*	89.3	34.7	14.5	2.2	2.2	4.5	7.8	22.4	88.3	10	7	54	71
24-05:51	78.0	88.5	41.0	6.4	2.6	20.5	24.3	14.3	197.6	19	1	99	119
25-14:15	63.2	144.0	75.9	17.4	25.3	80.6	52.1	49.1	444.4	104	375	491	970
25-21:56	81.1	167.6	55.5	6.2	6.2	50.4	12.3	25.8	324.0	9	0	33	42
26-07:22	124.4	75.5	28.9	5.6	6.4	40.2	19.3	49.6	225.5	168	8	134	310
26-17:55	127.5	138.0	119.2	10.2	3.9	43.1	48.6	36.8	399.8	0	56	165	221
27-02:55	113.7	62.4	67.7	5.3	4.4	32.5	23.7	18.6	214.6	19	9	46	74
27-20:35	170.0	23.5	38.2	8.8	3.5	45.9	36.4	26.3	182.6	21	34	159	214

1: *Engraulis ringens*

2: *Sardinops sagax*

3: *Strangomera bentincki*

4: *Ethmidium maculatum*

5: *Normanichthys crockeri*

6: *Stromateus stellatus*

-: Partially damaged sample

*: Sampling time (+/- 1 hr.)

Table 3. Parameters for eggs of *Engraulis ringens*, *Sardinops sagax*, and for all other species found in the Gulf of Arauco at Station 4. (January 17 to 27 of 1985. Terms correspond to those of Table 1).

Species	Density (N°/100 m ³)	s.d.	V.C.	Total %	Occurrence	m*	m*/m
<i>Engraulis ringens</i>	282.6	477.4	168.9	55.0	94.4	1088.1	3.8
<i>Sardinops sagax</i>	88.5	228.8	258.0	17.2	94.4	679.0	7.7
Other species	142.4	124.8	87.6	27.6	100.0	250.8	1.8

detected between mean length frequencies of larvae caught during night and day (Kolmogorov-Smirnov test, $P > 0.05$).

Since lower larval densities were associated with smaller size ranges of larvae (Table 1), only the four dominant species were considered to estimate differences in larval size between day and night samples. The night/day ratios of larval density were greater than one for *E. ringens* and *S. sagax* over 9 mm SL (Figure 2). Due to the low densities of larger larvae in samples, unbiased estimates of night/day ratios by size intervals cannot be obtained for *S. sagax* over 11 mm SL and for *E. ringens* over 15 mm SL. Larvae of *S. stellatus* over 4 mm SL, and *N. crockeri* over 5 mm SL were more often collected at night, but not as clearly seen as in *E. ringens* or in *S. sagax*, which may be due to greater scarcity of larger

larvae, differences in larval evasion, or a combination of both. On the other hand, no differences in larval sizes were detected when comparing tows taken from the upper 40 m of depth to the surface with tows taken from greater depths to the surface. Thus, differences in capture of large individuals between day and night tows were not ascribed to vertical migration of fish larvae.

Density Fluctuations of Larvae and Relations among Species and Samples

Large differences in larval densities among species suggested attendant variations in spawning and/or early survival in the summer ichthyoplankton assemblage. Significant

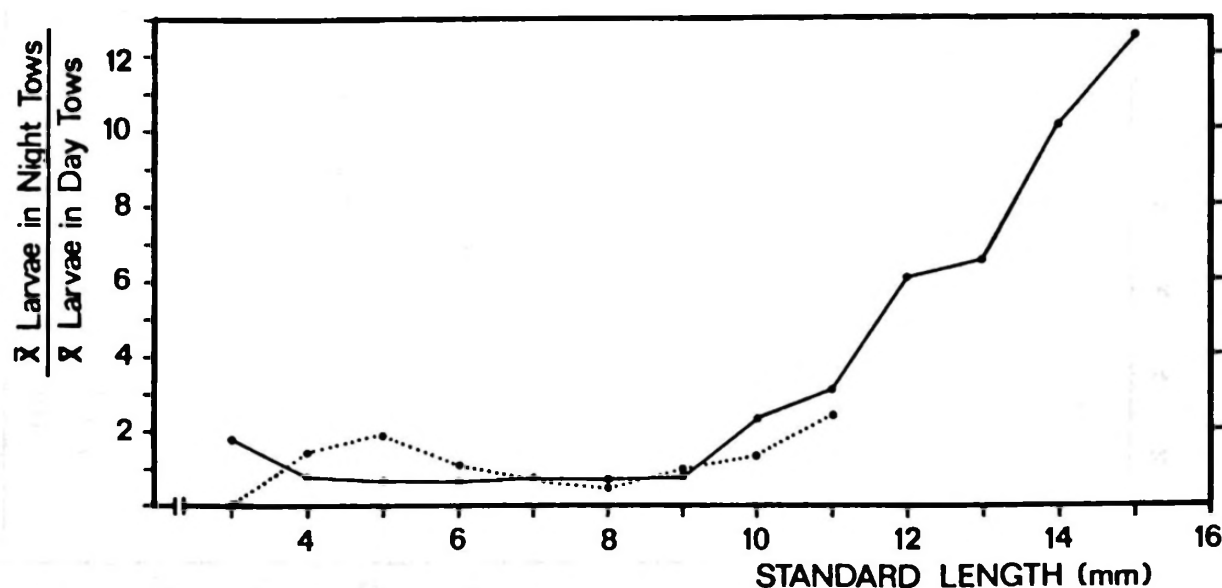


Figure 2. Night/day ratio of larval density by length intervals of 1 mm. Computed from the mean length composition of day and night tows. *Engraulis ringens*: (—•—•). *Sardinops sagax*: (.....•.....).

Kendall's coefficient of concordance (W_c) were obtained when comparing: (1) the ranking of density for each species among samples ($W_c = 0.87, P = 0.005$), and (2) the temporal changes in density among the eight most abundant species ($W_c = 0.35, P = 0.005$). Thus, the high consistency in the ranking of densities among species could be enhanced by the high temporal coincidence in density variations among species. A conceivable mechanism for such temporal pattern of larval densities is discussed later.

Total fish larval density was not clearly associated with environmental variables such as: (1) depth of the 12°C isotherm (Figure 3), (2) zooplankton displacement volume (Figure 4), and (3) chlorophyll concentration (Figure 5), (Spearman correlations, $P > 0.10$). Yet, two large differences in total larval density observed from paired sequential samples (median test, $P = 0.10$) were related to clear environmental changes. The first difference in total larval density coincided with a general sinking of isotherms and a sharp decrease in integrated chlorophyll concentration, both observed from January 22 to 23 (Figures 3 and 5). The second difference in

total larval density, observed between January 24 and 25, coincided with a rainy storm characterized by strong southward winds. This atmospheric frontal system may have also mixed the water column and induced a downwelling event (Figure 6). Although favorable winds for upwelling alternated with winds favorable for downwelling, Ekman transport index and isotherm depths (Figure 3), only seemed related prior to January 22.

The Bray-Curtis dissimilarity measure among species (Figure 7a), grouped 66% of all species at a dissimilarity value of 0.56, which correspond to species with greater densities and higher percentages of occurrence. In general, species less likely to be found together showed higher dissimilarity values. In the temporal classification of samples through Bray-Curtis metric (Figure 7b), two major groups that included 83% of the samples were distinguished at a dissimilarity value of 0.28. The first group contained -with a single exception- samples taken before the storm. The second group was only formed by samples obtained after the storm.

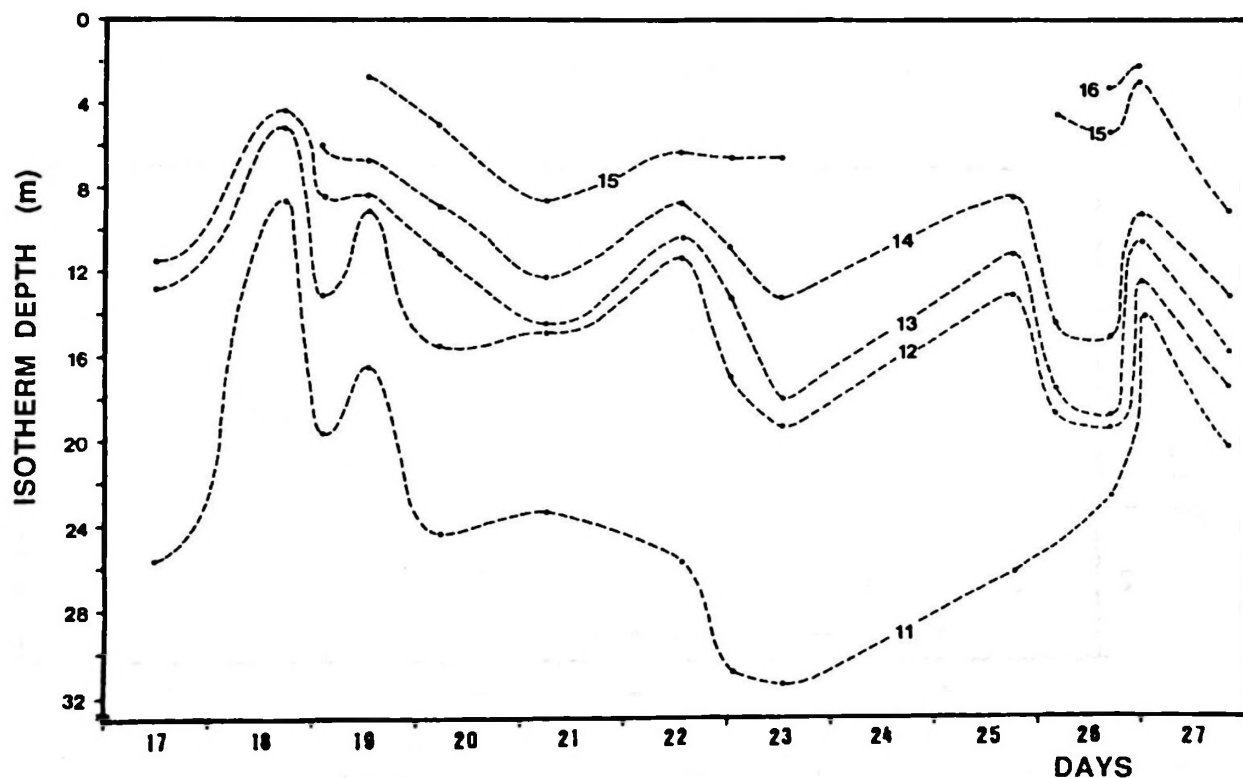


Figure 3. Temporal variability of isotherm depths in the upper 32 m of depth at Station 4 (temperature in °C).

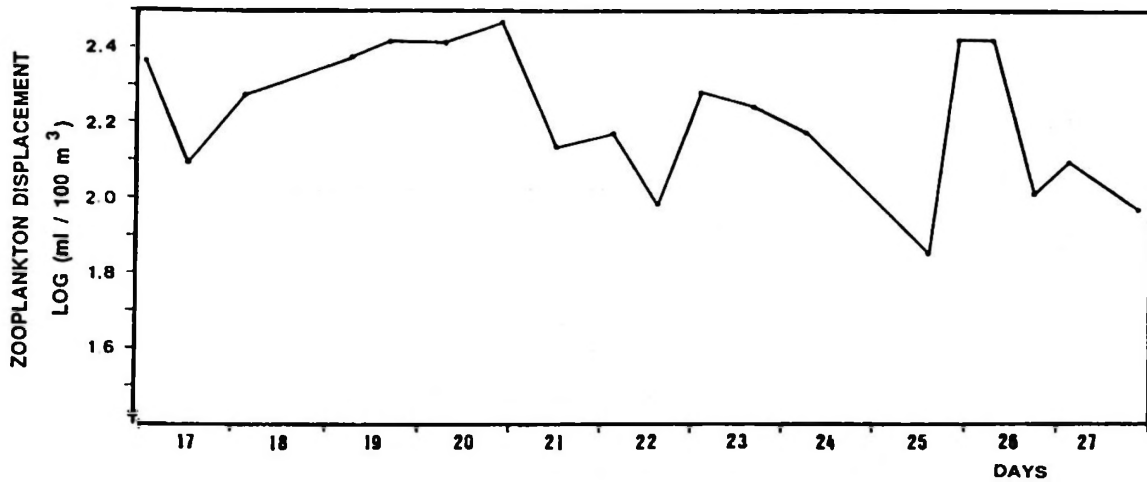


Figure 4. Temporal variation of log-transformed zooplankton displacement volume (ml/100 m³) at Station 4.

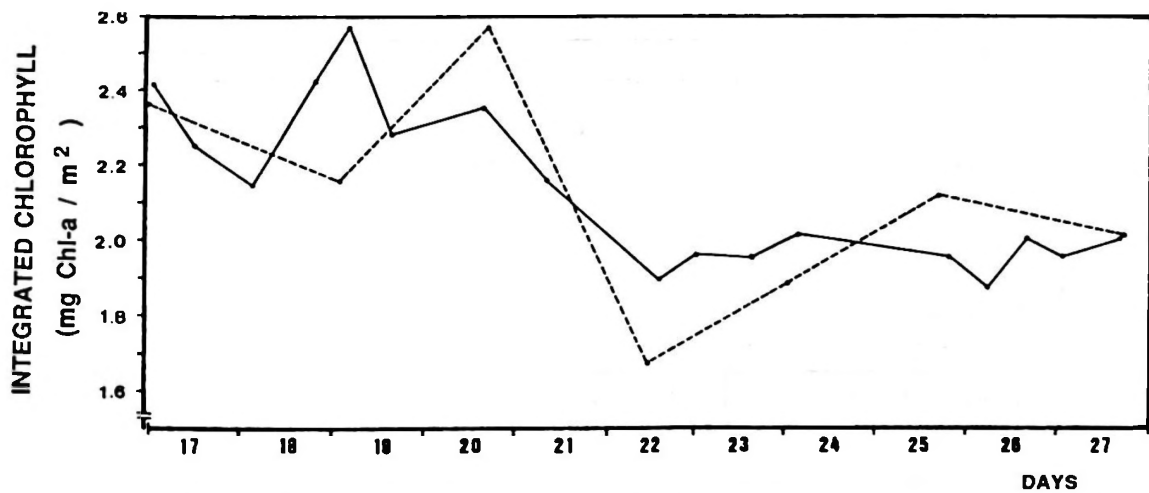


Figure 5. Log-transformed integrated chlorophyll concentration (mg Chl-a/m²) during the sampling period. Station 4: (—). Station 3: (---).

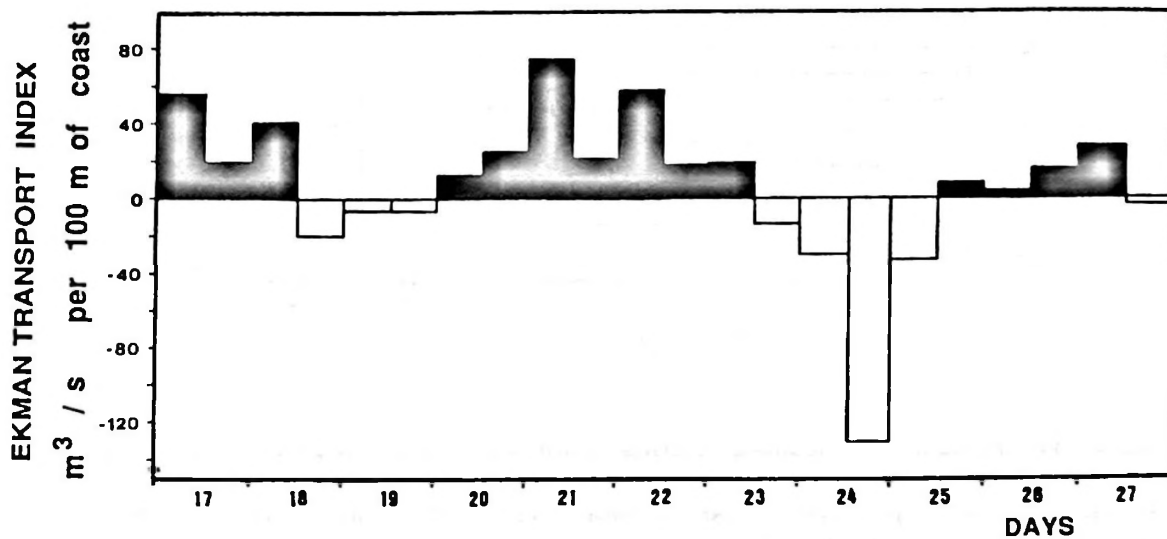


Figure 6. Index of mean Ekman transport (m³/s per 100 m of coastline) calculated every 12 hr. Positive and negative values indicate potential upwelling and downwelling events respectively. (Wind records are from Carriel Sur Airport: 36°46'S - 73°04'W).

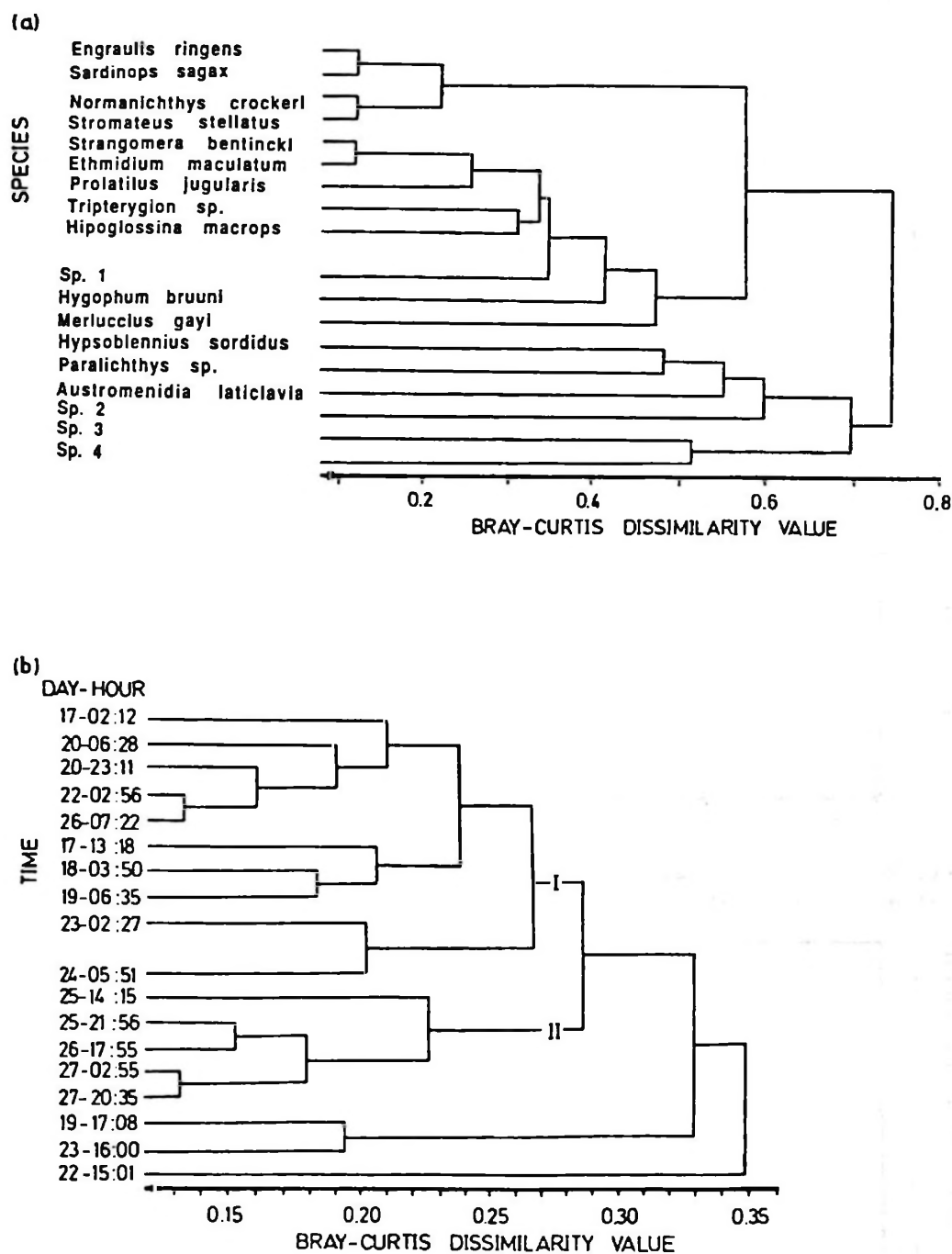


Figure 7. Bray-Curtis dendrogram after $\log(x+1)$ transformation of larval densities. (a): Clustering of species showing the lowest dissimilarities for the most frequent and abundant species. (b): Temporal comparison showing two major groups of samples: those collected mainly prior to the storm of January 24, 1985, and those only collected during or after the storm.

Analysis of Larval Length Frequencies

Only *E. ringens* and *S. sagax* were present in adequate numbers to be considered in this analysis. Length frequency comparisons were performed for larvae smaller than the approximate size of differential net evasion between day and night tows. For both species, two periods were identified in the whole series (Figure 8). The first period (January 17 to 23) showed relatively high positive length frequency correlations (LFC), and only one negative value for *S. sagax*: (*E. ringens*: mean LFC = 0.68, s.d. = 0.24; *S. sagax*: mean LFC = 0.59, s.d.

= 0.32). The second period (January 24 to 27) also showed similar LFC among samples (*E. ringens*: mean LFC = 0.58, s.d. = 0.19; *S. sagax*: mean LFC = 0.67, s.d. = 0.17). Yet, low mean LFC were found when correlating samples from both periods (*E. ringens*: mean LFC = -0.12, s.d. = 0.39; *S. sagax*: mean LFC = -0.18, s.d. = 0.36).

Both *E. ringens* and *S. sagax*, showed significant differences in average larval length-frequencies before and after the storm of January 24. Such differences were also detected in *N. crockeri* and *S. stellatus* (Kolmogorov-Smirnov test, $P < 0.03$, Table 4).

Table 4. Distribution of mean length frequency (DMLF, in percentage) for the four dominant fish larvae sampled at Station 4 (Gulf of Arauco, 1985). DMLF only includes sizes under the approximate threshold of different larval evasion between day and night tows. I: (DMLF of larvae during the pre storm period, January 17-23). II: (DMLF of larvae during the storm and post-storm period, January 24-27). s.d. (standard deviation).

Larval Size (mm)	DMLF of Dominant Fish Larvae ¹															
	<i>Engraulis ringens</i>				<i>Sardinops sagax</i>				<i>Normanichthys crockeri</i>				<i>Stromateus stellatus</i>			
	I	s.d.	II	s.d.	I	s.d.	II	s.d.	I	s.d.	II	s.d.	I	s.d.	II	s.d.
2	-	-	-	-	-	-	-	-	10.9	10.7	6.2	7.2	36.4	29.1	20.3	13.6
3	11.7	10.3	0.4	0.8	4.9	8.8	-	-	36.0	9.6	16.8	13.3	34.0	19.3	41.9	13.1
4	43.9	18.1	8.7	5.4	11.4	10.7	0.1	0.4	31.8	14.9	30.4	9.0	29.5	26.4	37.7	14.4
5	15.7	6.0	14.7	7.9	43.0	20.8	8.2	5.9	21.2	12.8	46.4	20.1				
6	13.5	7.2	27.7	7.0	33.0	22.5	17.0	7.6								
7	9.4	9.8	17.4	6.9	4.5	6.1	24.6	6.8								
8	3.2	3.1	19.7	6.8	1.4	2.4	27.5	9.3								
9	2.4	3.6	11.2	8.0	1.7	3.2	22.5	11.9								

¹: DMLF before and after the storm are significantly different ($P < 0.03$).

-: No larvae of these sizes were found after correcting for shrinkage.

DISCUSSION

This study investigated the high frequency variability of several factors relevant to ichthyoplankton ecology and survey planning which could not have been detected using weekly or monthly sampling. Our results

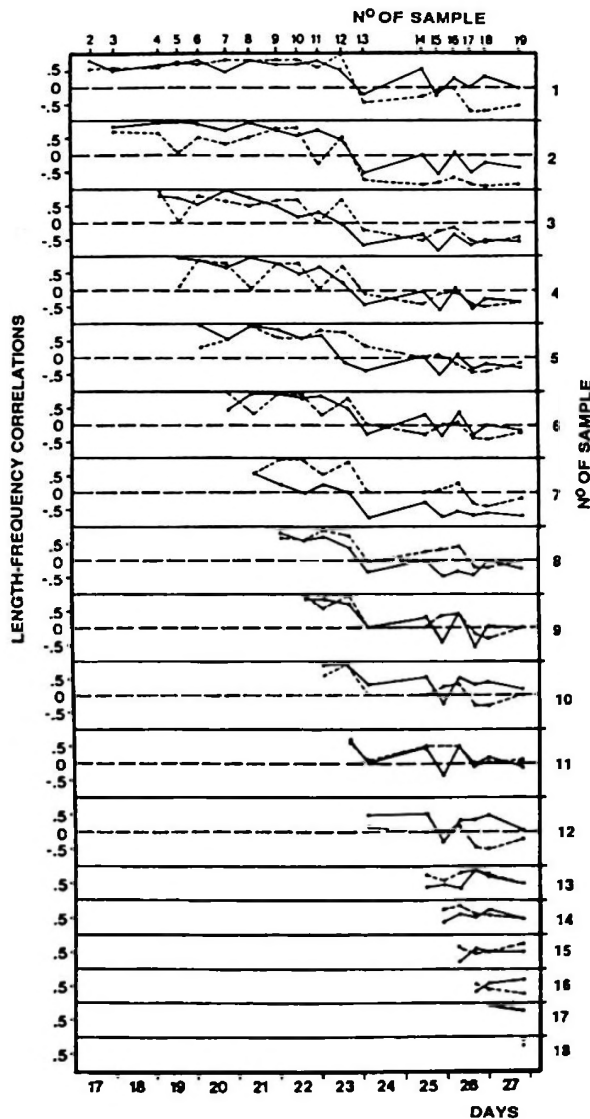


Figure 8. Temporal variation in length frequency correlations for larvae of *Engraulis ringens*: (—•) and *Sardinops sagax*: (• ··· ·). Length frequencies of fish larvae collected from January 17 to 23, 1985, tended to be negatively correlated with length frequencies of larvae collected after the storm of January 24 (Station 4, Gulf of Arauco).

indicate that coarse to mesoscale transport processes may cause significant short-term changes in the distribution, density and size composition of fish larvae, as well as marked changes in chlorophyll concentration in nearshore areas. Thus, in addition of appropriate design and statistical analysis in ichthyoplankton surveys (Colby, 1988), interpretation of ichthyoplankton data requires careful consideration of short-term environmental variation. This approach can be critical for understanding abundance and transport patterns, and for estimating survival of fish during early life stages.

In Concepcion Bay, (Figure 1), Aron (1980) found a total of 12 species from 1976 to 1977. All species reported in that work were also identified in the present study¹. Muñoz (1983) found almost the same present species' list in Coliumo Bay (Figure 1). Thus, the species richness of ichthyoplankton in the Gulf of Arauco may not increase substantially during an annual period.

Aron (1980) found lower abundances for *E. ringens* and *S. sagax* than those reported here for the summer period, he also detected a clear dominance of *S. stellatus* and *N. crockeri* throughout the year. The average abundances of eggs and larvae of *E. ringens* found in the present study suggest a recovery of the local spawning stock after the fishery collapse of *E. ringens* and *Strangomera bentincki* in the 1970's. Our interpretation is also supported by ichthyoplankton surveys in Concepcion Bay (Guillermo Herrera, pers. comm.). It must be pointed out that no spawning of *S. sagax* was detected prior to El Niño 1972-73 at these latitudes (Bernal et al., 1982). Thus, our finding of *S. sagax* larvae supports a southward extension of the geographical range of this species, and the establishment of a new local population (Bernal et al., 1982).

After analyzing differences between day and night, depth of tows, standardized and non-standardized larval densities and filtered sea water volumes (Table 2), the near semi-daily (and in some cases daily) agreement in density fluctuations for the dominant species (Figure 9)

¹ Unfortunately, *Prolatilus jugularis* was mistakenly classified as *Trachurus murphyi* in Aron's (1980) study.

was not ascribed to an artifact of sampling. Considering the general decrease in offshore larval densities for dominant fishes found in the

Gulf of Arauco (Rojas *et al.* 1983), it is possible that the observed density fluctuations of fish larvae had been forced by cross-shore advection.

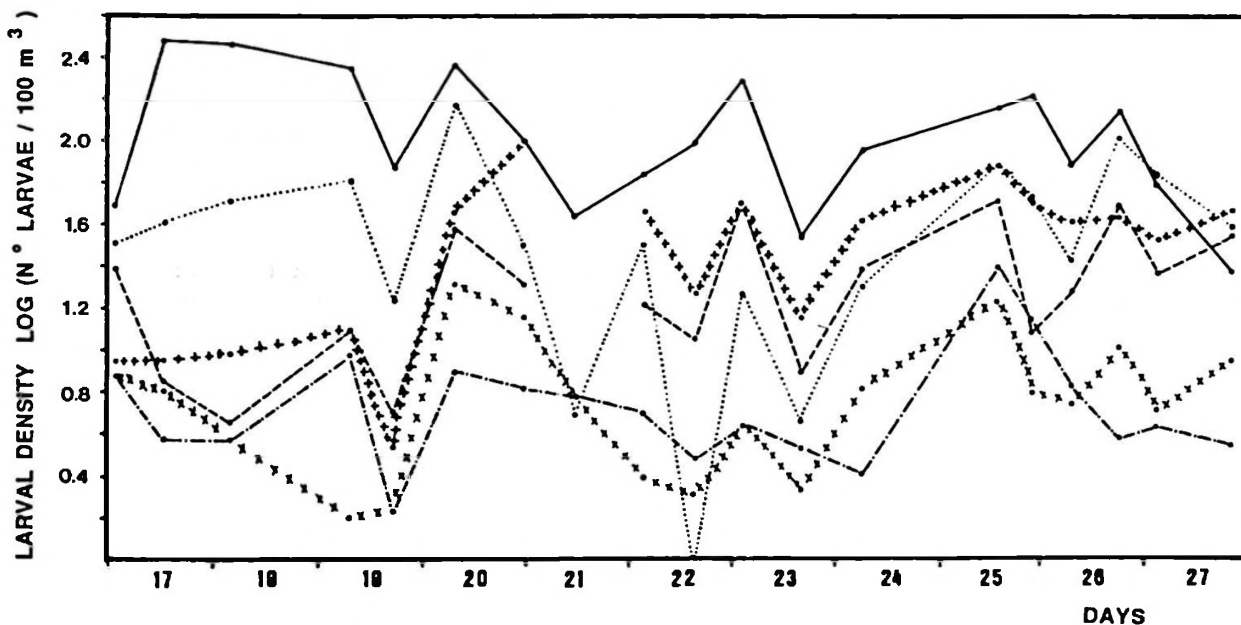


Figure 9. Temporal changes of log-transformed larval density (N° larvae/100 m^3) for the six most abundant species at Station 4. *Engraulis ringens*: (—), *Sardinops sagax*: (---), *Normanichthys crockeri*: (+ + +), *Stromateus stellatus*: (- - - -), *Strangomera bentincki*: (x x x x), and *Ethmidium maculatum*: (- o - o - o). 1: Larval density not available for January 21.

Ichthyoplankton densities found in the Gulf of Arauco and in adjacent embayments (Figure 1) have been found to be higher than in more distant nearshore areas (Rojas *et al.*, 1983). In addition to wind-driven upwelling, other conceivable factors associated with the existence of this multispecies spawning ground include high concentrations of chlorophyll in the proximity of the Bio-Bio River outflow (Uribe and Neshyba, 1983), topographic upwelling and a shallow continental shelf (Bernal and Shaffer, 1987). Hence, these particular conditions could favor fish colonization and local adaptation to spawning in response to higher food supply for larvae and subsequent life stages.

Although interspecific associations of fish larvae could also be an adaptation to reduce predation on species with lower larval abundance (Frank & Leggett, 1983), a potentially lower predation on the less abundant species may only be a secondary benefit derived from spawning in highly productive habitats such as the Gulf of Arauco.

Despite the dominance of pelagic eggs in the studied fish assemblage (Table 1), the existence of temporal differences in the annual peaks of larval abundances for different species (e.g., Aron, 1980; Rojas *et al.* 1983), suggests different adaptations to environmental conditions for the optimal survival of early life stages.

Negative coastal temperature anomalies, and a narrow coastal strip with high chlorophyll concentrations, are typical of nearshore areas surrounding and including the Gulf of Arauco (Bakun & Parrish 1982; Uribe & Neshyba 1983; Espinoza *et al.* 1983; Arcos & Salamanca, 1984). Yet, the conditions observed since January 22 in the present study included: sinking of isotherms, a sharp decrease of integrated chlorophyll concentration (56.6% at Station 4 and 62.5% at Station 3), a reduction of the chlorophyll maximum layer concentration, and a change in the direction of water flow at Station 4 (unpubl. data for the last two items). All these changes indicated that offshore warm waters, with low chlorophyll concentrations, entered the Gulf of

Arauco two days before the storm of January 24-25. A warming of sea surface waters in the Gulf of Arauco was further detected by satellites NOAA-C and NOAA-F from January 20 to 25, 1985 (Centro de Estudios Espaciales, Universidad de Chile). Moreover, inshore advection of waters with low chlorophyll content into the Gulf of Arauco seemed to have been enhanced by downwelling during the storm (Figure 6).

The environmental changes of January 22 were reflected in the ichthyoplankton by the: (1) greater difference in the median abundance of larvae between January 22 and 23 in relation to any other consecutive sample pair, (2) Bray-Curtis clustering for the majority of samples into two sets: one before and one after the storm, (3) temporal segregation of two groups of larvae defined through the length-frequency correlation analysis, and (4) a post-storm decrease in average egg densities for *E. ringens* (89%) and *S. sagax* (34%). Due to offshore dispersion of ichthyoplankton from coastal spawning areas, the large-scale distribution of larvae and eggs of *E. ringens* and *S. sagax*, shows an increase in larval size and a decrease in egg density towards offshore areas (Rojas et al., 1983). Thus, the sudden change in larval length-frequency from January 23 to 24 indicated that older cohorts can be maintained further offshore and eventually transported back onshore, displacing the younger cohorts present there. Hence, short-term mesoscale processes and their interaction with other factors determining the observed larval length-frequencies (e.g., spawning frequency, survival, growth and behavior of larvae, advection, dispersion, sampling filter) can negate the intuitive interpretation that shorter time intervals between samples result in more similar larval sizes. Smith & Hewitt (1985) indicated that in general, structures in the ocean of 0.6, 2.8, 27 and 147 km can persist respectively for 6 hrs., a day, a week and a month. Therefore, the maintenance of large larval sizes of *E. ringens* and *S. sagax* from the beginning of the storm to the end of the sampling period (at least four days), implies the occurrence of a mesoscale coastal process that may have included the entire Gulf of Arauco. It must be pointed out that onshore intrusions of waters with reduced food supply (low concentration of particles) could increase the mortality of first-feeding fish

larvae in nearshore regions. For example, insufficient food in the first 1.5 to 4.5 days of first-feeding larvae of *E. mordax* can reduce survival substantially (Lasker et al., 1970).

Satellite images of sea surface chlorophyll and temperature distributions off Chile (CZCS: Coastal Zone Color Scanner) have revealed complex patterns of coastal intrusions of oceanic waters, upwelling fronts and plumes, meso- and large scale eddies (Espinoza et al., 1983). Thus, similar changes in ichthyoplankton to those observed in the present study can occur in the absence of storms. On the other hand, Lobel and Robinson (1986) have shown that mesoscale eddies around islands can transport and retain coastal planktonic larvae for periods sufficient to complete their pelagic development phase. Thus, the potential role of eddies in generating entrainment structures for coastal ichthyoplankton deserves further consideration.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank all members of the Arauco-85 research team who worked at sea. Guillermo Herrera contributed with identification of species and Aquiles Sepúlveda with data analyses. Two anonymous reviewers provided valuable suggestions to the manuscript. Study supported by FONDECYT-Chile Project N° 1190-84.

LITERATURE CITED

- ALARCÓN, E. 1970. Descripción oceanográfica preliminar del Golfo de Arauco. Instituto de Fomento Pesquero, Chile, Boletín Científico N° 13, 35 pp.
- ARCOS, D. F. & M. A. SALAMANCA. 1984. Distribución de clorofila y condiciones oceanográficas superficiales frente a Chile Central. *Biología Pesquera* 13:5-14.
- ARON, A. P. 1980. Taxonomía, distribución y abundancia de las larvas de peces en Bahía Concepción (36°40'S; 73°02'W) Chile. Marine biologist thesis, Universidad de Concepción, Chile, 66 pp.
- BAKUN, A. 1973. Coastal upwelling indices, West Coast of North America, 1946-71. NOAA Technical Report, National Marine Fisheries Service, U.S.A., SSRF-671, 103 pp.
- BAKUN, A. & R. H. PARRISH. 1982. Turbulence, transport and pelagic fish in the California and Peru Current Systems. California Cooperative Fisheries Investigations Report 23:99-112.
- BAILEY, K. M. & S. L. INCZE. 1985. El Niño and the early life history and recruitment of fishes in temperate marine

- waters. *In*: El Niño North. Niño effects in the Eastern Subarctic Pacific Ocean. 143-165. W.S. Wooster & D.L. Fluharty (ed). Washington Sea Grant Program, University of Washington, U.S.A.
- BERNAL, P. A., F. L. ROBLES & O. ROJAS. 1982. Variabilidad física y biológica en la región meridional del Sistema de Corrientes Chile-Perú. *Monografías Biológicas* 2:75-102.
- BERNAL, P. A., & G. SHAFFER (coordinators). 1987. Arauco natural coordinate conservation experiment - 85. Data Report. Pontificia Universidad Católica de Chile. Sede Regional Talcahuano & Goteborgs Universitet Oceanografiska Institutionen. Sverige.
- CLIFFORD, H. T. & W. STEPHENSON. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press. New York, San Francisco, London, 229 pp.
- COLBY, D. R. 1988. Null hypotheses, models, and statistical designs in the study of larval transport. *American Fisheries Symposium* 3:149-162.
- CONOVER W. J. 1971. Practical nonparametric statistics, John Wiley & Sons Inc. New York, London, Sydney, Toronto, 462 pp.
- ESPINOZA, F. R., S. NESHYBA & Z. MAOXIANG. 1983. Surface water motion off Chile revealed in satellite images of surface chlorophyll and temperature. *In*: Marine Resources of the Pacific. 41-57. P.A. Arana (ed). Published jointly by the U.S. International Sea Grant Program and Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- FIELD, J. G., K. R. CLARKE & R. M. WARWICK. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* 8:37-52.
- GORBUNOVA, N. N. 1981. Distribution of ichthyoplankton in the East Pacific upwelling region. *Oceanology* 21(6):759-762.
- HAURY, L. R., J. A. MCGOWAN & P. H. WIEBE. 1978. Patterns and processes in the time space scale of plankton distributions. *In*: Spatial pattern in plankton communities. 3:277-327 J.H. Steele (ed). Plenum Press, New York.
- FRANK, K. T. & W. C. LEGGETT. 1983. Multispecies larval fish associations: Accident or Adaptation? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40:754-762.
- LASKER, R., H. M. FEDER, G. H. THEILACKER & R. C. MAY. 1970. Feeding, growth and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. *Marine Biology* 5:345-353.
- LASKER, R. & K. SHERMAN. (ed). 1981. The early life history of fish: recent studies. *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 178 (3-6), 607 pp.
- LLOYD, M. 1967. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology* 36:1-30.
- LOBEL, P. S. & A. R. ROBINSON. 1986. Transport and entrapment of fish larvae by ocean mesoscale eddies and currents in Hawaiian waters. *Deep-Sea Research* 33(4):483-500.
- MOOERS, N. K. & A. R. ROBINSON. 1984. Turbulent jets and eddies in the California Current and inferred cross-shore transports. *Science* 223 (4631):51-53.
- MORDOJOVICH, C. 1983. Plataforma continental de Chile y sus posibilidades petrolíferas. *In*: Marine Resources of the Pacific. 131-154. P.A. Arana (ed). Published jointly by the U.S. International Sea Grant Program and Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- MUÑOZ, H. 1983. Catálogo ilustrado de las larvas de peces presentes en el zooplancton de Bahía Coliumo (36°32'S; 72°57'W). VIII Región, Chile. *Marine Biologist Thesis*. Universidad de Concepción, Chile, 73 pp.
- NORCROSS, B. L. & R. F. SHAW. 1984. Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. *Transactions of the American Fisheries Society* 113:153-165.
- ROBINSON, A. R. (ed). 1983. Eddies in marine sciences. Springer-Verlag, Berlin, 609 pp.
- ROJAS, O. J., A. R. MUJICA, M. C. LABRA, G. H. LEDERMAN & H. U. MILES. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. *Instituto de Fomento Pesquero, Chile, AP* 83-31, 98 pp.
- SHARP, G. D. (Rapporteur). 1980. Report and supporting documentation of the workshop on the effects on environmental variations on the survival of larval pelagic fishes. *IOC Workshop Report* 28, 323 pp.
- SMITH, P. E. & R. P. HEWITT. 1985. Anchovy egg dispersal and mortality as inferred from close-interval observations. *California Cooperative Fisheries investigations Report* 26:97-110.
- TATE, M. W. & R. C. CLELLAND. 1957. Nonparametric and shortcut statistics in the social, biological and medical sciences. Interstate Printers and Publishers Inc. Illinois, 171 pp.
- THEILACKER, G. H. 1980. Changes in body measurement of larval northern anchovy, *Engraulis mordax* and other fishes due to handling and preservation. *Fishery Bulletin, U.S.* 78 (3):685-692.
- URIBE, E. & S. NESHYBA. 1983. Phytoplankton pigments from the NIMBUS-7 Coastal zone color scanner: Coastal waters of Chile from 18° to 40° S. *In*: Marine resources of the Pacific. 33-40. P.A. Arana (ed). Published by the U.S. International Sea Grant Program and Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

ANALISIS ECOLOGICO-PESQUERO DEL RECURSO LANGOSTINO COLORADO (*PLEURONCODES MONODON*) Y SU INTERACCION CON MERLUZA COMUN (*MERLUCCIUS GAYI*) Y LENGUADO DE OJOS GRANDES (*HIPPOGLOSSINA MACROPS*)

A FISHERY-ECOLOGICAL ANALYSIS OF THE RED SQUAT LOBSTER (*PLEURONCODES MONODON*) RESOURCE, AND ITS INTERACTION WITH CHILEAN HAKE (*MERLUCCIUS GAYI*) AND BIG-EYE FLOUNDER (*HIPPOGLOSSINA MACROPS*)

Hugo Arancibia ¹

RESUMEN

Se analiza la situación actual y la evolución de la biomasa presente ("standing stock") de *Pleuroncodes monodon* en Chile centro-sur, bajo perspectivas ecológico-pesqueras. Se estima, específicamente, la ración diaria de este crustáceo en *Merluccius gayi* e *Hippoglossina macrops*, a partir de información de los "Cruceros Langostino" de marzo y noviembre de 1984.

El consumo de *P. monodon* por *M. gayi* y *H. macrops* habría sido de unas 5.800 t en 1984, lo que corresponde a una biomasa equivalente a 18% de la biomasa presente del crustáceo. La mortalidad por depredación de *P. monodon* es alta y actuaría simultáneamente con la mortalidad por pesca para mantener la biomasa de *P. monodon* en un nivel de equilibrio menor que aquel existente antes del colapso de la pesquería, en 1978. Esta conclusión se apoya en la Teoría de Catástrofes.

Palabras claves: Stock, Ordenamiento, Pesca, Predación, Consumo.

ABSTRACT

In a fishery-ecological perspective, the state of *Pleuroncodes monodon* stock, at present, and its changes in Central-Southern Chile are analyzed. The daily ration of *P. monodon* by *Merluccius gayi* and *Hippoglossina macrops* is specifically estimated, with information of the "Red Squat Lobster Surveys" carried out in March and November 1984.

In 1984, the consumption upon *P. monodon* by *M. gayi* and *H. macrops* should have been ca. 5,800 t, which is equivalent to 18% of the *P. monodon* standing stock. The predation mortality of *P. monodon* is high and it should play a complementary role to the fishing. At present, both causes of mortality (predation and fishing mortality) should maintain the *P. monodon* standing stock in a lower equilibrium level than before the fishery collapse, in 1978. The Theory of Catastrophes supports this conclusion.

Key words: Stock, Management, Fishing, Predation, Consumption.

INTRODUCCION

A lo largo de la plataforma continental y talud superior de Chile central (30° S - 39° S) opera una flota arrastrera cuya especie objetivo es la

merluza común (*Merluccius gayi*). El desembarque de este recurso en 1989 fue de 46.881 t (SERNAP 1990). Otras especies acompañantes son el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), el congrio negro (*Genypterus maculatus*)

¹Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A., Casilla 350, Talcahuano (Chile).

y el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Además, hasta 1988, entre los 35°30' S y 37°10' S se ha desarrollado una pesquería de corta duración sobre *P. monodon*, cuando se levanta la veda y se permite la captura de una determinada cuota. La pesquería de langostino colorado colapsó en 1978 (Avilés 1980) y desde 1980 se halla bajo un régimen de vedas que incluye cuotas de captura. En 1988, último año en que se levantó la veda, la cuota total fue de 4.400 t, la que fue completada sólo en cinco días de ope-

ración de la flota. Las estadísticas oficiales señalan que el desembarque alcanzó a 5.187 t (SERNAP 1989), y que operaron 34 embarcaciones arrastreras.

Es bien conocido que a comienzos de la década de los años 70 la pesquería de langostino colorado abarcaba desde San Antonio (33°30' S) al Golfo de Arauco (37°10' S; Pávez y Peñailillo 1985); en la década de los años 80 el recurso se concentra en focos de alta abundancia especialmente restringidos (Bahamonde *et al.* 1986; Fig. 1).

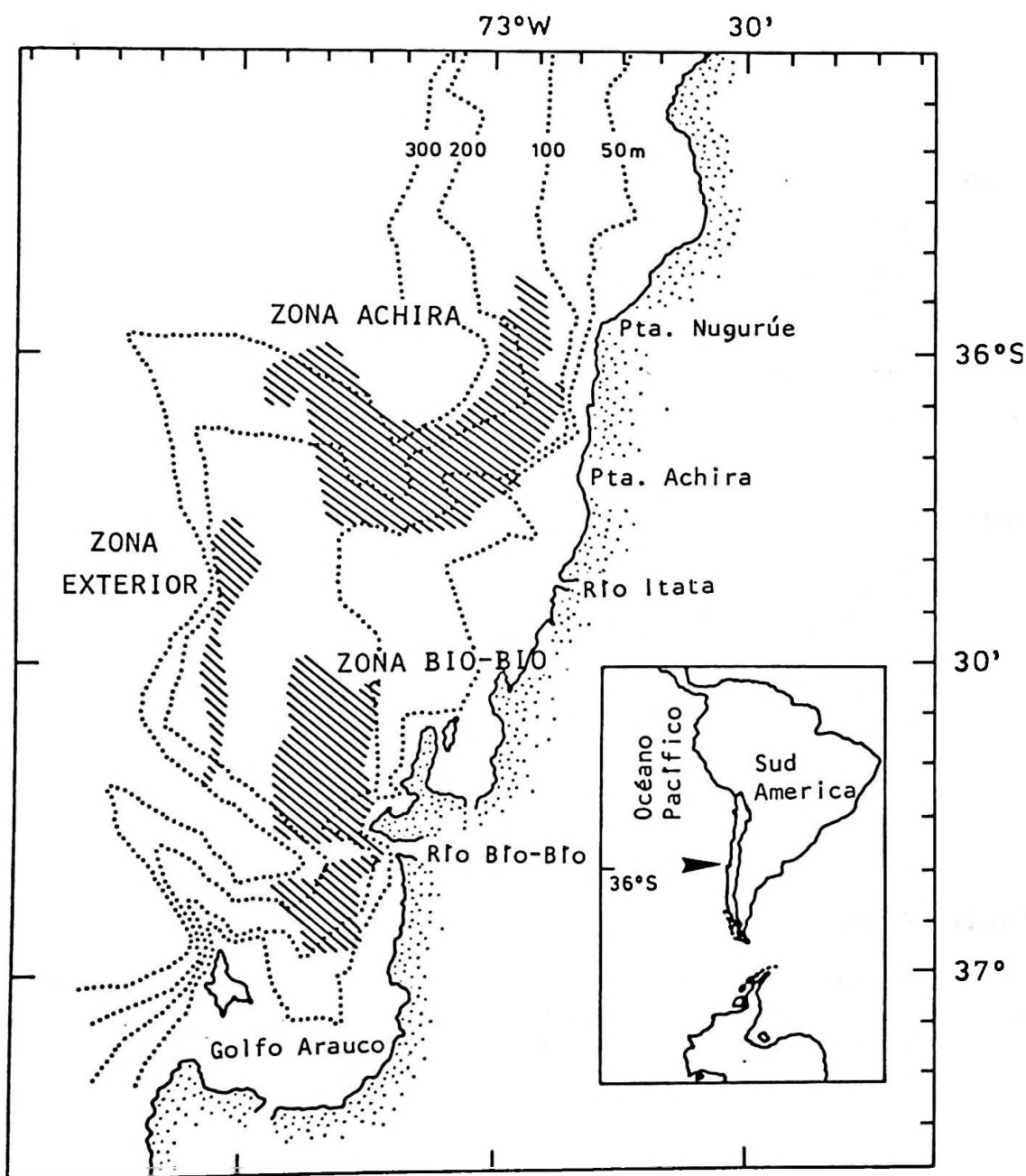


Fig. 1. Área de distribución de langostino colorado en Chile centro-sur.

La pesquería de langostino colorado colapsó, luego de un período de sólo 10 años, por no haberse implantado oportunamente medidas de regulación (Rodríguez *et al.* 1987). El máximo desembarque ocurrió en 1976, con alrededor de 50.000 t (Tabla 1). La pesquería no fue regulada sino hasta 1979, cuando se implantó una veda total en noviembre y diciembre, y que luego cubrió todo el año 1980, 1981 y 1982. A partir de 1983 se fijaron cuotas de captura, medida que se prolongó hasta 1988. En 1989, 1990 y 1991 la veda total fue reimplantada.

Tabla 1. Desembarque oficial (Fuente de información: SERNAP 1989, 1990), cuota de captura y temporada de pesca de langostino colorado en Chile central, entre 1968 y 1989.

Año	Desembarque oficial (t)	Cuota Captura (t)	Temporada de pesca
1968	9.961		
1969	23.277		
1970	37.678		
1971	36.804		
1972	32.971		
1973	24.444		
1974	28.305		
1975	26.805		
1976	49.729		
1977	33.087		
1978	29.403		
1979	18.717		
1980	1.514 (*)		
1981	0(*)		
1982	293(*)		
1983	8.689	9.000	Enero/octubre
1984	12.092	13.000	Marzo/julio
1985	4.383	4.000	Junio
1986	6.031	4.400	Julio
1987	5.060	4.400	Agosto
1988	5.187	4.400	Noviembre
1989	573(*)		
1990	0(*)		

El asterisco indica veda en aquel año.

En otro contexto, las investigaciones pesqueras y las estrategias de manejo toman en cuenta ahora las relaciones interespecíficas de los stock (Caddy 1985a). En el caso de *P. monodon*, este recurso es presa importante de varias especies de peces demersales, como *M. gayi*, *H. macrops* y *Genypterus maculatus*, entre otros (Henríquez y Bahamonde 1964; Arana y Williams 1970; Bahamonde y Zavala 1981; Meléndez 1983; Arancibia 1987; Arancibia y Meléndez 1987).

La tendencia actual en el manejo pesquero requiere entender el rol de las especies depredadoras dentro del ecosistema (Majkowski y Waiwood 1981; Caddy 1985 a; Livingston 1985; Macpherson 1985 a; Arancibia 1989 b). Como parte de dicho enfoque es necesario determinar los hábitos alimentarios y la ración diaria de los principales depredadores (Huebner y Langton 1982; Durbin *et al.* 1983).

Worobec (1984) destaca que la cuantificación del alimento consumido por las especies de peces más abundantes es una importante área de estudio en la trofodinámica marina. Actualmente, uno de los principales objetivos de las investigaciones pesqueras es determinar el efecto de la depredación sobre poblaciones explotadas (Caddy 1985 b; Macpherson 1983, 1985 b; Leonard *et al.* 1985 a, b; Roel y Macpherson 1988).

Como ha sido señalado anteriormente, *M. gayi* y *H. macrops* desempeñan un importante rol en el ecosistema bentodemersal como depredadores de *P. monodon* en Chile central. Además, dos de estas especies son recursos pesqueros demersales. Por lo tanto, el impacto de la depredación de *P. monodon* por esos peces es de considerable interés.

El objetivo de este trabajo es analizar al recurso *Pleuroncodes monodon* desde un punto de vista ecológico-pesquero considerando: 1) La ración diaria de *P. monodon* en *M. gayi* y *H. macrops*; 2) El consumo de crustáceos por ambas especies de peces; y, 3) La evolución de la biomasa poblacional, incorporando información biológica y pesquera.

MATERIALES Y METODOS

Area investigada y biomasa de peces

El área de estudio se localiza en la plataforma

continental y talud superior de Chile central (40 a 355 m de profundidad), entre 35°45'S y 37°10'S. La información de estimaciones de la biomasa de *P. monodon* proviene de los cruceros de evaluación realizados entre 1983 y 1989 por el Instituto de Fomento Pesquero y la Subsecretaría de Pesca (Henríquez *et al.* 1983; Anónimo 1984; Bahamonde *et al.* 1984; Subsecretaría de Pesca 1986).

Las biomásas de *M. gayi* y *H. macrops*, en marzo y noviembre de 1984, fueron obtenidas de Bahamonde *et al.* (1984) y de Arancibia (1989 a), respectivamente, quienes usaron en las estimaciones el método del área barrida (Alverson y Pereyra 1969).

Coefficiente instantáneo de evacuación gástrica, tiempo de digestión y ración diaria

El muestreo de estómagos de peces a bordo ha sido previamente descrito en los trabajos de Arancibia *et al.* (1986), Arancibia y Meléndez (1987) y Arancibia (1987, 1989 a). El peso individual de peces se estimó por retrocálculo, para cada sexo, a partir de relaciones longitud-peso publicadas (Aviles *et al.* 1979; Voigth y Balbontín 1981), y de igual modo para el peso de los langostinos (Henríquez 1979).

El coeficiente instantáneo de evacuación gástrica (R) y el tiempo de digestión (TD) fueron estimados por Arancibia (1989 a), de acuerdo a Elliot y Persson (1978) y Worobec (1984).

La ración diaria (RD) se estimó de acuerdo a Diana (1979), según la expresión

$$RD = \frac{W * N_i}{TD * N_t} \quad (1)$$

donde RD es la ración diaria (en porcentaje respecto del peso corporal del depredador, %PC); W es el peso inicial promedio de la presa (%PC); N_i es el número de estómagos muestreados; N_t es el número de estómagos con contenido estomacal; TD es el tiempo de digestión, en días.

Debido a que la muestra fue lo suficientemente grande en *M. gayi*, W se calculó para cada unidad ontogenética trófica, OTU (*sensu* Livingston 1982), como ha sido previamente establecido para *M. gayi* por Arancibia (1987).

Sin embargo, como la muestra fue más pequeña en *H. macrops*, se ha supuesto que W es igual en cada OTU. Con este criterio, ante muestras no lo suficientemente grandes, se reduce el error de la estimación, aunque no se elimina.

El peso promedio inicial de la presa, en este caso sólo de *P. monodon*, fue estimado en forma horaria. Debido a que sólo se realizó lances de pesca diurnos, se asumió que W_p , entre las 19.00 y 06.00 horas (período sin muestras) es igual al promedio entre las 07.00 y 18.00 horas (período con muestras). La temperatura del agua a la profundidad de captura se obtuvo de los registros del Instituto Hidrográfico de la Armada, para épocas similares en la misma zona.

Consumo poblacional

El consumo de la población fue estimado sobre bases mensuales, siguiendo a Livingston *et al.* (1986), modificado de Mehl y Westgard (1983), según la expresión

$$C_{ijk} = RD_{ij} * D_i * B_{ij} * P_{ijk} \quad (2)$$

donde C_{ijk} es el consumo de la presa k por el depredador j durante el mes i (en toneladas); RD_{ij} es la ración diaria (en porcentaje respecto del peso corporal del pez, %PC), medida como la fracción del peso corporal consumido diariamente por el depredador j en el mes i; D_i es el número de días en el mes i (término constante igual a 30); B_{ij} es la biomasa del depredador j en el mes i; P_{ijk} es la proporción (en peso) de la presa k consumida por el depredador j en el mes i (término constante igual a 1, debido a que se considera como presa sólo a *P. monodon*). Entonces, la Ecuación (2) se reduce a

$$C_{ij} = RD_{ij} * B_{ij} * 30 \quad (3)$$

El consumo debido a cada especie de pez se estimó tomando en consideración las OTUs. Entonces, la Ecuación (3) se expresa finalmente de la siguiente forma:

$$C_{ijm} = \sum_{m=1}^n (RD_{ijm} * B_{ijm} * 30) \quad (4)$$

donde los términos y subíndices han sido definidos previamente, considerando ahora el subíndice *m*, que representa a cada unidad

ontogenética trófica (OTU). Las OTUs utilizadas en este estudio, de acuerdo a lo informado por Arancibia (1987, 1989 a), son:

<i>Merluccius gayi</i>		
OTU	RANGO LONGITUD TOTAL (cm)	EDAD (años)
2	26 - 35	3
3	36 - 50	4, 5, 6
4	≥ 51	≥ 7

<i>Hippoglossina macrops</i>	
OTU	RANGOLONGITUD TOTAL (cm)
1	10 - 25
2	26 - 30
3	≥ 31

En cuanto a los aspectos de manejo pesquero del recurso langostino colorado, básicamente se ha tenido en consideración documentos como el "Plan de Manejo Pesquería de Langostino Colorado 1989" (Subsecretaría de Pesca 1989) e informes de cruceros (e.g. Subsecretaría de Pesca 1986). El análisis del recurso *P. monodon* se basa en información cuantitativa del presente trabajo, de Arancibia (1989 a), de cruceros de evaluación, de aquella obtenida en plantas pesqueras y con agentes del sector, y se apoya en enfoques relativamente recientes de análisis de pesquerías (Lleonart *et al.* 1985 a, b; Brander y Bennett 1986; Caddy 1985 a; Caddy y Sharp 1986; Pauly y Palomares 1987; entre otros).

Debido a que en Chile el horario continental normal (GMT +4 hr) es modificado cada año a horario de verano (GMT +3), entre mediados de octubre y mediados de marzo del año siguiente, en el presente trabajo los registros horarios del crucero de marzo y de noviembre de 1984 (horario de verano) han sido llevados a horario normal, por lo que las comparaciones pueden ser efectuadas directamente.

RESULTADOS

Consumo de *Pleuroncodes monodon*

A) Por *Merluccius gayi*

Los individuos de *M. gayi* permanecen tróficamente inactivos por un tiempo relativa-

mente largo después de alimentarse; el porcentaje de estómagos con sólo un taxón de presa, en el mismo estado de digestión, considerando sólo los estómagos con contenido estomacal, alcanzó a 77% en marzo de 1984 y a 60% en noviembre de ese año. Particularmente interesante es la conducta de alimentación diurna de *M. gayi* sobre *P. monodon* (Fig. 2), con el máximo de depredación entre las 14.00 y 17.00 horas en marzo, y entre las 13.00 y 16.00 horas en noviembre de 1984.

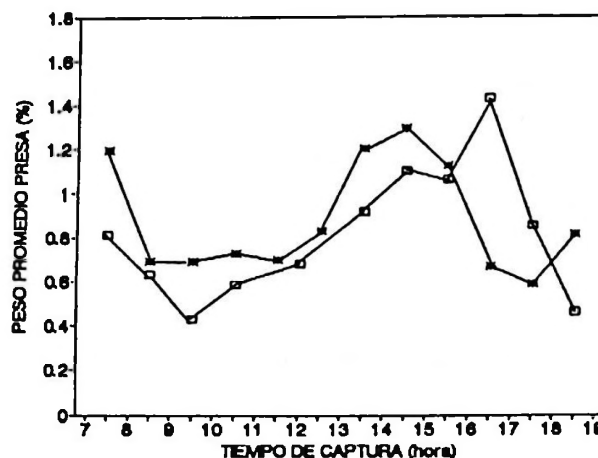


Fig. 2. *Merluccius gayi*. Variación diaria de la relación "peso de la presa (*P. monodon*) / peso del depredador (*M. gayi*)". La curva fue suavizada mediante el promedio móvil, por pares, para clarificar la tendencia. Nomenclatura: Cuadrados = marzo 1984; asteriscos = noviembre 1984.

Los valores estimados del peso promedio inicial del alimento ingerido (W), la ración diaria (RD), la biomasa del depredador (B) y el consumo (C) de *P. monodon* por *M. gayi* se hallan en las Tablas 2 a, b. En marzo de 1984, el consumo habría alcanzado a 42,2 t y en noviembre a 213,5 t. La RD de langostino colorado, en marzo de 1984, tiende a disminuir con la edad del pez y es mucho menor que en noviembre de ese año.

B) Por *Hippoglossina macrops*

Al igual que en *M. gayi*, los individuos de esta especie permanecen tróficamente inactivos después de la ingestión de presas; el porcentaje de estómagos con sólo un taxón de presa, en el mismo estado de digestión, considerando sólo los estómagos con contenido estomacal, alcan-

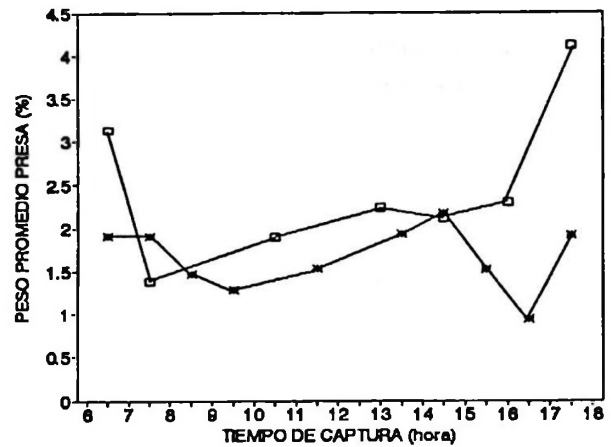


Fig. 3. *Hippoglossina macrops*. Variación diaria de la relación "peso de la presa (*P. monodon*) / peso del depredador (*H. macrops*)". La curva fue suavizada mediante el promedio móvil, por pares, para clarificar la tendencia. Nomenclatura: Cuadrados = marzo 1984; asteriscos = noviembre 1984.

Tabla 2. *Merluccius gayi*. Ración diaria (RD) y consumo de *P. monodon* (C), calculado de las ecuaciones (1) y (4). W = peso promedio inicial del alimento ingerido (% PC); N_t = número de estómagos conteniendo *P. monodon*; N_t = número de estómagos muestreados; B = biomasa del depredador. OTU = Unidades Ontogenéticas Tróficas.

A) MARZO 1984.

Coefficiente instantáneo de evacuación gástrica, R = 0,1308. Temperatura del agua a la profundidad de captura = 10 °C; profundidad promedio = 198 m. Tiempo de digestión, TD = 1,25 días.

OTU	W	N_t	N_t	RD (%PC)	B (t)	C (t/mes)
2	0,6944	55	299	0,1025	426,0	13,1
3	0,6540	103	596	0,0907	958,1	26,1
4	0,8469	19	195	0,0662	152,5	3,0
TOTAL		177	1.090		1.536,6	42,2

B) NOVIEMBRE 1984.

R = 0,140; temperatura del agua a la profundidad de captura = 10,5 °C; profundidad promedio = 133 m; TD = 1,160 días.

OTU	W	N_t	N_t	RD (%PC)	B (t)	C (t/mes)
2	1,8458	61	283	0,3430	469,1	48,3
3	2,1261	299	1.192	0,4598	1.055,1	145,5
4	1,5504	45	154	0,3906	167,9	19,7
TOTAL		405	1.629		1.692,1	213,5

zó a 88% en marzo y a 84% en noviembre de 1984. Sin embargo, a diferencia de *M. gayi*, *H. macrops* parece alimentarse sobre *P. monodon* sin preferencia durante el período diurno (Fig. 3). Los valores estimados de W, RD, B y C se hallan en las Tablas 3 a, b. En marzo de 1984, el

consumo habría alcanzado a 627,6 t y en noviembre de 1984 a 93,6 t. A diferencia de *M. gayi*, en *H. macrops* la RD de langostino colorado aumenta considerablemente con la talla en marzo y noviembre de 1984, no apreciándose grandes diferencias entre estos períodos.

Tabla 3. *Hippoglossina macrops*. Ración diaria (RD) y consumo de *P. monodon* (C), calculado de las ecuaciones (1) y (4). W = peso promedio inicial del alimento ingerido (%PC); N_i = número de estómagos conteniendo *P. monodon*; N_t = número de estómagos muestreados; B = biomasa del depredador. OTU = Unidades Ontogenéticas Tróficas.

A) MARZO 1984

R = 0,1308; temperatura del agua a la profundidad de captura = 10°C; profundidad promedio = 198 m; TD = 1,246 días.

OTU	W	N_i	N_t	RD (%PC)	B (t)	C (t/mes)
1	4,071	17	265	0,2096	761,4	47,9
2	4,071	18	100	0,5881	800,6	141,2
3	4,071	26	116	0,7323	1.966,0	438,5
TOTAL		61	481		3.558,0	627,6

B) NOVIEMBRE 1984

R = 0,140; temperatura del agua a la profundidad de captura = 10,5 °C; profundidad promedio = 133 m; TD = 1,160 días.

OTU	W	N_i	N_t	RD (%PC)	B (t)	C (t/mes)
1	3,43	27	277	0,2882	71,4	6,2
2	3,43	53	328	0,4778	187,5	26,5
3	3,43	63	317	0,5876	345,3	60,9
TOTAL		143	922		604,2	93,6

DISCUSION

Un enfoque adecuado de manejo pesquero requiere considerar los componentes social, económico, pesquero y biológico. A continuación se analizan estos componentes en la pesquería de *P. monodon*, hasta 1989.

Componente social

La mano de obra intensiva, aunque eventual, utilizada en el procesamiento de la materia prima hasta 1988, durante los períodos en que la pesquería fue regulada por vedas, fue sólo temporal y en reducido espacio de tiempo. Las

plantas pesqueras operaron en noviembre de aquel año sólo durante 8 días, aunque con 3 turnos diarios y con varios centenares de operarios.

Componente económico

El rendimiento en la pesquería de langostino colorado, durante los períodos en que se le reguló por vedas, fue extraordinariamente bajo. Se ha cuantificado que el rendimiento "materia prima-producto" habría sido bastante bajo (6 a 8%; noviembre de 1988). Para una cuota global de captura de unas 4.500 t, considerándose rendimientos potenciales de 12%, ello se habría traducido en beneficios adicionales de unos US\$ 3,5 millones (valor de octubre de 1990).

Componente pesquero

La no regulación de una cuota global de captura de langostino colorado habría influido en la biomasa del stock. Se estima que las capturas totales en noviembre de 1988 (5.187 t; SERNAP 1989) habrían sido de alrededor de 20% mayores que los desembarques registrados, principalmente por pérdidas debido a la descomposición de la materia prima o pesca no recepcionada en las plantas, producto de la gran concentración del esfuerzo de pesca.

Por otro lado, las temporadas en que se abrió la pesquería a lo largo de diferentes años (Tabla 1) fue inconsistente, pues fue cambiada cuatro veces entre 1985 y 1988.

Componente biológico

P. monodon parece cumplir un rol fundamental en el sistema bentodemersal, ya que es presa importante de varias especies de peces demersales. La mortalidad de depredación (M_p) de *P. monodon* por *M. gayi* en la cohorte de edad 0, calculada sólo para marzo de 1984 (Arancibia *et al.* 1986), habría sido de 2,5; en cohortes de más edad, M_p promedio, para el mismo mes, habría sido de 0,08. Además, la depredación por otras especies, como *H. macrops* y *G. maculatus*, es más selectiva hacia cohortes de *P. monodon* no reclutadas a la pesquería, de longi-

tud cefalotorácica inferior a 11 mm (Arancibia 1989 a).

En 1984, el consumo total que *M. gayi* y *H. macrops* habrían hecho sobre *P. monodon* sería de unas 5.787 t, lo que corresponde a una cantidad equivalente al 18% de la biomasa presente de este crustáceo (32.149 t), que es el promedio entre marzo (35.940 t; Bahamonde *et al.* 1984) y noviembre de aquel año (28.358 t; Anónimo 1984).

Plan de manejo pesquería de langostino colorado

El objetivo de largo plazo del Plan de Manejo Pesquería de Langostino Colorado (Subsecretaría de Pesca 1989) ha sido "... establecer una unidad de pesquería operando todo el año y estable en los retornos... Este objetivo significa retrotraer la pesquería a un nivel de "salud" similar a la primera mitad de la década del 70, pero administrada en forma preventiva. En el mediano plazo esto se traduce en dos metas: 1. Recuperar el nivel de biomasa a niveles de 60.000 t en el área comprendida entre los paralelos 36°10'S; y, 2. Restaurar la estructura del stock desovante a 40.000 t ..."

Al parecer, el objetivo de manejo de largo plazo y las metas de mediano plazo para esta pesquería, son difícilmente alcanzables. Primero, retrotraer la pesquería a niveles similares a los de la primera mitad de los años 70, mediante la recuperación de la biomasa (a 60.000 t) y la restauración de la estructura del stock desovante (a 40.000 t) en el mediano plazo (¿5 años?), se revelan como metas operacionales difíciles de lograr. La biomasa del stock estaría fluctuando alrededor de las 35.000 a 40.000 t (Rodríguez *et al.* 1987), para capturas anuales cercanas a 4.000 t. Para 1989 ha sido comunicada una biomasa de 38.465 t (Arana y Ziller 1990), siendo este valor el menor de tres métodos aplicados.

Si se acepta que la biomasa presente de langostino colorado, estimada mediante cruces de evaluación, corresponde a la biomasa promedio en cada año, probablemente la tasa instantánea de mortalidad por pesca, en el período en que la pesquería se reguló por vedas, habría sido de alrededor de 0,4/año en 1984, fluctuando alrededor de 0,2/año, a partir de 1985 (Tabla 4).

Tabla 4. Langostino Colorado. Desembarque oficial, biomasa, captura asumida y mortalidad por pesca entre 1984-1988.

Año	(1) Desembarque (t)	(2) Biomasa (t)	(6) Captura asumida (t)	(8) Mortalidad por pesca, F
1984	12.092	35.940 (3)	14.500	0,40-0,51
1985	4.383	35.000 (4)	5.260 (7)	0,15-0,19
1986	6.031	35.207	7.250	0,21
1987	5.060	36.000 (4)	6.100	0,17
1988	5.187	37.000 (4)	6.250	0,17
1989	573	38.465 (5)	690	0,02

(1): Fuente de información, SERNAP (1989, 1990).

(2): Estimada a partir de cruceros de evaluación, utilizando el método del área barrida.

(3): Información del crucero de marzo de 1984; el crucero de noviembre de 1984 arrojó un valor de 28.358 t.

(4): Valores supuestos; en los años 1985, 1987 y 1988 no se efectuó cruceros de evaluación.

(5): Valor comunicado por Arana y Ziller (1990); en 1989 la veda fue total.

(6): Se supone que el valor de captura es 20% mayor al desembarque oficial.

(7): Rodríguez *et al.* (1987) informan un desembarque de 6.500 t.

(8): $F = \text{Captura} / \text{biomasa promedio}$ (Cobb y Caddy 1989). Se ha supuesto que la biomasa estimada en cada crucero corresponde a la biomasa promedio anual.

El propósito de recuperar la biomasa de *P. monodon* a 60.000 t y de restaurar el stock desovante a 40.000 t, no aparece teóricamente muy consistente. Se sugiere que, durante la primera mitad de los años 70, la población de *P. monodon* se encontraba en un determinado nivel de equilibrio dentro del ecosistema bentodemersal. Después del colapso de la pesquería, a partir de comienzos de los años 80, la población se habría adaptado a las nuevas condiciones, entendidas como disminución o ausencia del esfuerzo de pesca, alcanzando un segundo nivel de equilibrio, más bajo que aquel que existía durante la primera mitad de los años 70. Entonces, se podría identificar al segundo quinquenio de los años 70 como un período de inestabilidad decreciente de la biomasa.

El esquema de Kerr (1977), adaptado por Caddy y Sharp (1986), y que se basa en la Teoría de Catástrofes (Rabinovich 1981), puede ser utilizado como modelo teórico para explicar los cambios de la abundancia del recurso *P. monodon* (Fig. 4). Se evidencia que la abundancia de las especies (o la biomasa de una población) puede estar oscilando en un determinado nivel de equilibrio (trazo A-B, en la Fig. 4) y descender

abruptamente a un segundo nivel (trazo E-F) debido al aumento de las perturbaciones ambientales; en otras palabras, debido a un importante esfuerzo de pesca o a cambios ambientales.

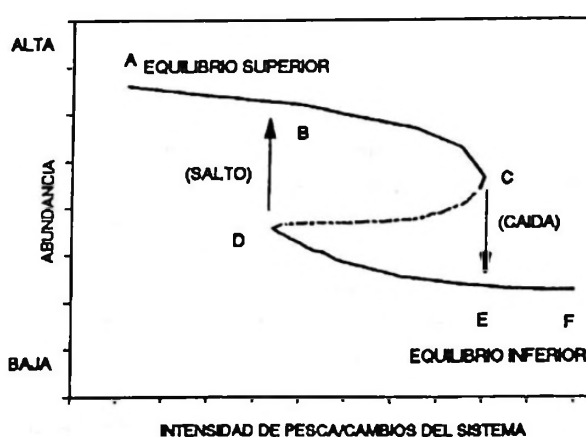


Fig. 4. Representación esquemática teórica de cambios en la abundancia y en los niveles de equilibrio de un recurso pesquero (adaptado de Kerr 1977, y Caddy y Sharp 1986; para explicaciones, ver el texto).

Probablemente, la abundancia de *P. monodon* durante el segundo quinquenio de los años 70 siguió una trayectoria como la del trazo A-B-C (Fig. 4), cuando el esfuerzo de pesca aumentó significativamente, para caer abruptamente poco antes del colapso de la pesquería, en 1978. Seguidamente (década de los 80), la abundancia del recurso se habría estabilizado en un segundo nivel de equilibrio, con una leve tendencia al aumento durante los años en que la pesquería estuvo cerrada (vedas). Este razonamiento supone que las condiciones ambientales abióticas han permanecido constantes o que no han afectado significativamente la abundancia del recurso.

Aparentemente, *P. monodon* presenta un bajo tiempo de resiliencia, esto es, una baja capacidad para absorber cambios y recuperarse en tiempos no muy largos (*sensu* Rabinovic 1981), por lo que su abundancia no necesariamente retornaría a su primer nivel de equilibrio después de la perturbación, entendida como sobrepesca. Arntz y Arancibia (1989), por otro lado, han documentado que varias poblaciones de peces demersales del Mar del Norte y del Océano Pacífico Suroriental se recuperan lentamente luego de una perturbación natural, como el evento El Niño, o por sobrepesca. Sin embargo, a diferencia de la comunidad de perciformes del lago Ontario estudiada por Kerr (1977), caracterizada por una alta resiliencia, la abundancia de *P. monodon* no ha seguido una trayectoria de recuperación según el trazo F-E-D-B-A (Fig. 4).

La disminución de la biomasa del stock de *P. monodon* en la zona centro-sur de Chile, desde un primer nivel de abundancia a otro más bajo, puede interpretarse sobre la base de la Teoría de Catástrofes. En el caso particular del recurso *P. monodon*, las fuerzas ambientales identificadas que mantienen al stock en el segundo nivel de equilibrio serían la mortalidad por pesca (Pavez y Peñailillo 1985), la mortalidad por depredación, especialmente en prerreclutas (Arancibia *et al.* 1986; Arancibia 1989 a) y, tal vez, la coterritorialidad con *Pterygosquilla armata*, especie que sería abundante en el sistema bentodemersal, habiendo ocupado gran parte del hábitat, lo que se infiere del cambio en la depredación en peces demersales como *G. maculatus* y *G. blacodes*, en los cuales ha habido un reemplazo importante de *P. monodon* por *P.*

armata (Bahamonde y Zavala 1981).

Cury (1988) sugiere que las fluctuaciones de largo término en stocks de peces pelágicos son del tipo "catástrofe", lo que parece ser válido en especies como sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En éstas, la tasa instantánea de crecimiento (K) es alta -alrededor de 0,8/año- y la cohorte de más edad en la pesquería alcanza los 4 años. Al contrario, el crecimiento individual de *P. monodon* es lento (K=0,25/año) y las cohortes de más edad en la pesquería tienen 10 o más años.

En consecuencia, hacia fines de los años 80 la biomasa de *P. monodon* se encontraría en un segundo nivel de equilibrio; su recuperación sería lenta, debido al efecto conjunto de la fuerte depredación que peces demersales ejercen sobre los prerreclutas, al lento crecimiento individual de los ejemplares que sostienen la pesquería, y, probablemente, a la interacción con *P. armata*, en el sentido de sobreposición de hábitat. Se postula, en consecuencia, que la recuperación del stock de *P. monodon* en el mediano plazo será lenta.

LITERATURA CITADA

- ALVERSON, D. L., & W. T. PEREYRA. 1969. Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean - an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 26: 1985-2001.
- ANÓNIMO. 1984. Informe Resultado Crucero Langostino Colorado. Noviembre 1984. Subsecretaría de Pesca (Chile), 32 p.
- ARANA, P. & S. ZILLER. 1990. Distribución y abundancia del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) entre Constitución e Isla Mocha. *Estudios y Documentos*, Universidad Católica de Valparaíso 6/90, 78 p. (+ Anexos).
- ARANA, P. & S. F. WILLIAMS. 1970. Contribución al conocimiento del régimen alimentario de la merluza (*Merluccius gayi*). *Investigaciones Marinas*, 1 (7) : 139-154.
- ARANCIBIA, H., J. TORO, V. FERNÁNDEZ & R. MELÉNDEZ. 1986. Estimación de la mortalidad por depredación del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por merluza común (*Merluccius gayi*) en el área 35°45' S - 37°10' S. *En: La pesca en Chile*. P. Arana (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso: 57-67.
- ARANCIBIA, H. 1987. On the application of multivariate analysis in the determination of "ontogenetic trophic units" in Chilean hake, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848). *ICES C. M. /G: 67 Demersal Fish Cttee, Ref. Statistics Cttee.*, 19 p.
- ARANCIBIA, H. & R. MELÉNDEZ. 1987. Alimentación de peces concurrentes en la pesquería de *Pleuroncodes monodon*

- Milne Edwards. Investigación Pesquera (Chile), 34 : 113-128.
- ARANCIBIA, H. 1989 a. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off Central Chile. Doctoral Thesis. University of Bremen, Federal Republic of Germany, 221 p.
- ARANCIBIA, H. 1989 b. El recurso langostino y peces concurrentes en su área de distribución: prioridades de investigación. *En: Genética y recursos renovables*. F. Alay, (Ed.) Universidad de Concepción: 27-33.
- ARNTZ, W. & H. ARANCIBIA. -1989-. Fluctuaciones en el ecosistema bento demersal del Pacífico Sur-Oriental y del norte de Europa: una comparación. *En: Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste*. Viña del Mar (Chile), 9-13 de mayo, 1988. R. Jordán, R. Kelly, O. Mora, A. Ch. de Vildoso y N. Henríquez (Eds). Revista de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (Número Especial): 35-48.
- AVILÉS, S., M. AGUAYO, F. INOSTROZA & J. CAÑÓN. 1979. Merluza común *Merluccius gayi* (Guichenot). Teleostomi Gadiformes Merlucciidae. *En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero*. I Peces. CORFO/IFOP (Chile) AP 78/18, 89 p.
- AVILÉS, S. 1980. Disponibilidad y perspectivas de los principales recursos pesqueros. *En: El desarrollo de la industria pesquera. Seminario sobre el Análisis de Decisiones de Inversión y Tecnología en el Sector Industrial Pesquero*. Fundación Chile: 19-27.
- BAHAMONDE, N. & P. ZAVALA. 1981. Contenidos gástricos en *Genypterus maculatus* (Tsch) y *Genypterus blacodes* (Schneider) capturados en Chile entre 31° y 37° S. Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 38: 53-59.
- BAHAMONDE, N., G. HENRÍQUEZ, A. ZULETA, H. BUSTOS & R. BAHAMONDE. 1986. Population dynamics and fisheries of squat lobsters, family Galatheididae, in Chile. *En: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates*. G. S. Jamieson y N. Bourne (Eds.) Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 92: 254-268.
- BAHAMONDE, R., H. BUSTOS & G. HENRÍQUEZ. 1984. Monitoreo del recurso langostino colorado - marzo 1984. Informe IFOP (Chile), 45 p.
- BRANDER, K. M. & D. R. BENNET. 1986. Interactions between lobster (*Nephrops norvegicus*) and cod (*Gadus morhua*) and their fisheries in the Irish Sea. *En: North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates*. G. S. Jamieson y N. Bourne (Eds.) Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 92: 269-281.
- CADDY, J. F. 1985 a. Species interactions and stock assessment. Some ideas and approaches. Simposio Internacional Afloramiento Oeste Africa, Instituto de Investigación Pesquera, Barcelona, 2: 703-734.
- CADDY, J. F. 1985 b. Research priorities in support of crustacean stock assessment in Chile: the example of the langostino colorado fishery. Report to Subsecretaría de Pesca de Chile, FI: DP/CHI/83/015, 52 p.
- CADDY, J. F. 1986. Modelling stock-recruitment processes in crustacea: some practical and theoretical perspectives. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44: 2330-2344.
- CADDY, J. F. & G. D. SHARP. 1986. An ecological framework for marine fishery investigations. FAO Fisheries Technical Paper (283), 152 p.
- COBB, J. J. & J. F. CADDY. 1989. The population biology of decapods. *En: Marine invertebrate fisheries: their assessment and management*. J. F. Caddy (Eds.), John Wiley and Sons, Inc.: 237-374.
- CURY, P. 1988. Pressions sélectives et nouveautés évolutives: une hypothèse pour comprendre certains aspects des fluctuations à long terme des poissons pélagiques côtier. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 45: 1099-1107.
- DIANA, J. S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). Canadian Journal of Zoology, 57: 2121-2127.
- DURBIN, E. G., A. G. DURBIN, R. W. LANGTON & R. E. BOWMAN. 1983. Stomach contents of silver hake, *Merluccius bilinearis*, and Atlantic cod, *Gadus morhua*, an estimation of their daily rations. Fishery Bulletin, 81(3) 437-454.
- ELLIOTT, J. M. & L. PERSSON. 1978. The estimation of daily rates of food consumption for fish. Journal of Animal Ecology, 47: 977-991.
- HENRÍQUEZ, G. & N. BAHAMONDE. 1964. Análisis cualitativo y cuantitativo del contenido gástrico del congrio negro (*Genypterus maculatus*) (Tschudi) en pescas realizadas entre San Antonio y Constitución (1961-1962). Revista Universitaria, Universidad de Chile, 49: 139-158.
- HENRÍQUEZ, G. 1979. Langostino colorado *Pleuroncodes monodon*. *En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero*. II Crustáceos. CORFO/IFOP (Chile) AP 78/18, 50 p.
- HENRÍQUEZ, G., R. BAHAMONDE & R. BUSTOS. 1983. Monitoreo del recurso langostino colorado 1983. Informe IFOP (Chile), 26 p. (+ Anexo).
- HUEBNER, J. D. & R. W. LANGTON. 1982. Rate of gastric evacuation for winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 39: 356-360.
- KERR, S. R. 1977. Structure and transformation of fish production system. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 34: 1889-1893.
- LIVINGSTON, P. A. 1985. An ecosystem model evaluations: the importance of fish food habits data. Marine Fisheries Review, 47(1): 9-12.
- LIVINGSTON, P. A., D. A. DWYER, D. L. WENCKER, M. S. YANG & G. M. LANG. 1986. Trophic interactions of key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North. Pacific. Fish. Com. Bulletin, 47: 49-65.
- LIVINGSTON, R. J. 1982. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system. Marine Ecology Progress Series, 7: 1-12.
- LLEONART, J., J. SALAT & E. MACPHERSON. 1985 a. CVPA, and expanded VPA with cannibalism. Application to a hake population. Fisheries Research, 3: 61-79.
- LLEONART, J., J. SALAT & E. MACPHERSON. 1985 b. Un MSVPA (Multispecies Virtual Population Analysis) empírico. Aplicación a la merluza del Cabo, considerando el canibalismo y la depredación de la rosada. *En: Simposio Internacional Afloramiento Oeste Africa*, Instituto de Investigación Pesquera, Barcelona, 2: 1041-1052.
- MACPHERSON, E. 1983. Feeding patterns of the kingklip (*Genypterus capensis*) and its effect on the hake (*Merluccius capensis*) resource of -Namibia-. Marine Biology, 78: 105-112.
- MACPHERSON, E. 1985 a. Daily ration and feeding periodicity of some fishes off the coast of Namibia. Marine Ecology Progress Series, 26: 253-260.

- MACPHERSON, E. 1985 b. Efecto de la depredación de *Lophius upsicephalus* sobre la población de *Merluccius capensis*. ICSEAF Collection Scientific Papers of the International Commission SE Atlantic Fishery: 155-162.
- MAJKOWSKI, J. & K. G. WAIWOOD. 1981. A procedure for evaluating the food biomass consumed by a fish population. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 38: 1199-1208.
- MEHL, S. & T. WESTGARD. 1983. The diet and consumption of mackerel in the North Sea (a preliminary report). ICES C.M./ H: 34 Pelagic Fish Cttee., 30 p.
- MELÉNDEZ, R. 1983. Alimentación de *Merluccius gayi* (Guichenot) frente a Chile central. (32°05' S - 36°50' S). Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 40: 145-151.
- PAULY, D. & M. L. PALOMARES. 1987. Shrimp consumption by fish in Kuwait waters: a methodology, preliminary results and their applications for management and research. Kuwait Bulletin of Marine Sciences, 9: 101-125.
- PAVEZ, P. & T. PEÑAILLO. 1985. Consideraciones teóricas sobre los datos empleados en modelos de dinámica de poblaciones marinas explotadas. La pesquería del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en el período 1970-1979. En: Estudios en pesquerías chilenas. T. Melo (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso: 75-85.
- RABINOVICH, J. E. 1981. Modelos y catástrofes: enlace entre la teoría ecológica y el manejo de los recursos naturales
- RODRIGUEZ, L., R. BAHAMONDE & G. HENRÍQUEZ. 1987. Impacto de las medidas de manejo en el recurso y perspectivas de la pesquería del langostino colorado (Resumen). En: Manejo y Desarrollo Pesquero. P. Arana (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso: 81-82.
- ROEL, B. A. & E. MACPHERSON. 1988. Feeding of *Merluccius capensis* and *M. paradoxus* off Namibia. South Africa Journal of Sciences, 6: 227-243.
- SERNAP. 1989. Anuario Estadístico de Pesca 1988. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca (Chile), 163 p.
- SERNAP. 1990. Anuario Estadístico de Pesca 1989. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Servicio Nacional de Pesca (Chile), 183 p.
- SUBSECRETARÍA DE PESCA. 1986. Prospección y cálculo de cuota de captura para 1986 de langostino colorado, 18 p. (+ 7 Figs. y 4 Tablas).
- SUBSECRETARÍA DE PESCA. 1989. Plan de Manejo Pesquería de Langostino Colorado, 26 p.
- VOIGH, M. A. & F. BALBONTIN. 1981. Madurez sexual y fecundidad del lenguado *Hippoglossina macrops* Steindachner. Boletín Museo Nacional Historia Natural, Chile, 38: 39-52.
- WOROBEC, M. N. 1984. Field estimation of the daily ration of winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum) in a southern New England pond. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 77: 183-196.

ESTIMACION MENSUAL DE LA BIOMASA, RECLUTAMIENTO Y MORTALIDAD POR PESCA DE LA ANCHOVETA (*ENGRAULIS RINGENS*) DE LA ZONA NORTE DE CHILE EN EL PERIODO 1986-1989

ESTIMATES OF MONTHLY BIOMASS, RECRUITMENT AND FISHING MORTALITY OF ANCHOVETA (*ENGRAULIS RINGENS*) OFF NORTHERN CHILE IN THE PERIOD 1986-1989

Luis Cubillos ¹

RESUMEN

Se estima mensualmente la biomasa, el reclutamiento y la mortalidad por pesca de la anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona norte de Chile (18°21'S-24°00'S), en el período 1986-1989, mediante el Análisis de Población Virtual estructurado para datos de frecuencia de longitud.

La serie de tiempo del reclutamiento considera a peces de 7,25 cm de longitud total, aproximadamente de 7 meses de edad. Las relaciones de stock-reclutamiento del tipo Ricker ajustadas, señalan un fuerte efecto denso-dependiente. Además, se demuestra el impacto sobre el reclutamiento del evento El Niño de 1987.

Palabras claves: Dinámica de Poblaciones, pesquería pelágica, frecuencias de longitud.

ABSTRACT

A length-structured version of Virtual Population Analysis was used to estimate, on a monthly basis, the biomass, recruitment, and fishing mortality of anchoveta (*Engraulis ringens*) off Northern Chile for the period 1986 to 1989.

The recruitment is considered as the number of fishes of 7.25 cm of total length, of about 7 month-old. The stock-recruitment relationships type Ricker curve fitted to the data showed a strong denso-dependent effect. The impact of the 1987 El Niño event on the recruitment is also demonstrated.

Key words: Populations dynamics, pelagic fishery, length-frequency.

INTRODUCCION

El recurso anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1946) se caracteriza por exhibir cambios bruscos en su distribución, biomasa disponible y, especialmente, en el reclutamiento (Pauly *et al.*,

1989). Por esta razón, las estimaciones mensuales de los principales parámetros poblacionales y la conformación de series cronológicas constituyen una herramienta valiosa para el estudio de la dinámica poblacional de la anchoveta. Esto ha sido implementado para la pesquería

¹Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique, Chile.

Dirección actual: Instituto de Investigación Pesquera, Octava Región S.A., Casilla 350, Talcahuano, Chile.

del norte y centro del Perú, con la finalidad de desarrollar modelos predictivos que permitan administrar a la pesquería en un contexto que considera los componentes y variables más significativas del ecosistema (Pauly & Tsukayama, 1987; Pauly *et al.*, 1989).

En el presente trabajo se analiza la evolución mensual de la biomasa, reclutamiento y mortalidad por pesca de la anchoveta de la zona norte de Chile, durante el período 1986 a 1989. Se estima los parámetros de crecimiento en longitud, y se analiza la relación stock-reclutamiento.

MATERIALES Y METODOS

Los datos básicos utilizados dicen relación con la información mensual de capturas y frecuencias de longitud de anchoveta, en el período 1986-1990. Estos datos fueron obtenidos del "Sistema Dinámico de Información Pesquera", del Instituto de Fomento Pesquero y de las industrias pesqueras del norte de Chile y de los muestreos propios realizados para el desarrollo de este trabajo durante 1990. Los datos de frecuencias de longitud originalmente agrupados en clases de 0,5 cm de longitud total (LT), fueron reagrupados en clases de 1 cm de LT, obteniéndose un número adecuado de clases para procesar la información con los programas ELEFAN (Tablas 1 a 5). La información de frecuencia de tallas sólo se refiere a muestras del desembarque en Iquique; sin embargo, se asume que ésta es representativa de las capturas realizadas en toda la zona norte (18°21'S - 24°00'S).

La composición por longitudes se expandió a las capturas totales, según los procedimientos descritos por Pauly *et al.* (1987), utilizando la siguiente relación longitud-peso para todo el período de estudio:

$$PT = 0,006963 LT^3 \quad (1)$$

donde PT es el peso total en gramos y LT es la longitud total en centímetros. Esta relación se obtuvo a partir del muestreo de los desembarques realizados en 1990 en Iquique.

La metodología utilizada en el presente trabajo se encuentra incluida en el programa ELEFAN III y es descrita en detalle por Pauly &

Tsukayama (1983), Pauly *et al.* (1987) y Pauly & Palomares (1989). En el programa se distinguen tres rutinas de Análisis de Población Virtual (APV). La rutina utilizada corresponde al APV III, que ejecuta estimaciones poblacionales sobre "cohortes" obtenidas por superposición de curvas de crecimiento, delineadas en intervalos mensuales, en un set de datos de captura por clase de longitud. Para ello, la captura perteneciente a cada "cohorte" y mes, es básicamente aquella fracción de la captura mensual contenida entre dos curvas de crecimiento adyacentes.

La curva de crecimiento utilizada es la versión de la función de crecimiento de von Bertalanffy con oscilación estacional (Pauly & Gaschütz, 1979), que se expresa como:

$$L_t = L_\infty [1 - \exp\{-K(t-t_0) - (KC/2\pi)\text{SEN}(2\pi(t-t_s))\}] \quad (2)$$

donde L_t es la longitud a la edad t , L_∞ es la longitud asintótica, K es la constante de crecimiento, t_0 es la edad teórica en la cual la longitud es cero, C es una constante adimensional que expresa la amplitud de la oscilación del crecimiento, y t_s es el tiempo (con respecto a $t=0$) en el comienzo de una oscilación de crecimiento del período de un año. Para propósitos prácticos, la estimación de t_s se reemplaza por la estimación de un punto de invierno (WP), definido como:

$$WP = t_s + 0,5 \quad (3)$$

Para estimar los parámetros de la ecuación (2) se utilizó el programa ELEFAN I, estimándolos por separado para cada año considerado. Posteriormente se obtuvo el promedio de cada parámetro, empleándolos en la rutina del APV III. Se indica que el APV III requiere de un set de datos completos, razón por la cual para los meses sin información de frecuencia de tallas (Tablas 1 a 5), se interpoló linealmente entre meses adyacentes según Pauly *et al.* (1987).

Los estimados del número de ejemplares en el mar, obtenidos por el APV III, fueron reagrupados mensualmente en intervalos de clases regulares. El número de individuos de la clase de longitud más pequeña (6,75 a 7,75 cm de LT), se definen en este estudio como reclutas; esto es,

Tabla 1. Composición mensual por clases de longitud (%) y capturas de anchoveta, 1986.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25												
8,25		0,16										
9,25		3,78	2,09	0,14	1,17	0,10						
10,25		13,32	12,43	9,10	8,08	0,34					0,10	
11,25		22,37	23,11	18,12	10,07	2,58		1,07	0,20	0,10	0,18	
12,25		14,31	15,27	16,84	11,48	4,73		2,81	1,21	0,19	0,21	
13,25		10,03	9,63	11,30	9,84	4,21		8,57	3,31	1,60	2,19	1,94
14,25		9,70	8,77	9,59	14,31	7,65		9,30	3,85	7,59	11,23	17,09
15,25		2,80	3,58	6,04	6,67	10,57		6,47	2,97	7,82	17,14	22,31
16,25		8,06	5,75	5,26	5,56	9,11		6,10	6,61	6,68	11,69	12,63
17,25		13,49	16,42	16,20	23,74	43,56		47,58	60,39	50,13	38,67	32,66
18,25		1,97	2,95	7,25	8,93	16,75		18,02	21,25	25,64	18,31	13,22
19,25				0,14	0,15	0,43		0,10	0,20	0,31	0,28	0,16
20,25												
Captura (ton)		21393	33649	63980	131356	126556		94273	61601	422013	276283	119522

Tabla 2. Composición mensual por clases de longitud (%) y capturas de anchoveta, 1987.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25												0,04
8,25												0,77
9,25												2,10
10,25												13,48
11,25	0,04											25,89
12,25	0,13											32,04
13,25	2,32		1,01			0,57						16,43
14,25	8,15	1,34	6,78			17,71						0,81
15,25	14,03	13,09	9,80			31,43						0,55
16,25	11,28	33,22	11,64			18,29						2,54
17,25	36,89	34,56	32,75			17,71						3,20
18,25	26,68	17,45	36,60			13,71						1,99
19,25	0,47	0,34	1,42			0,57						0,15
20,25												
CAPTURA (ton)	95055	54659	11986	875	3775	2294	21	1216	7		62	34877

Tabla 3. Composición mensual por clases de longitud (%) y capturas de anchoveta, 1988.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25				0,05								0,07
8,25	1,70			0,26							1,50	0,80
9,25	16,99			0,70							10,88	5,11
10,25	29,94			0,30							18,21	9,76
11,25	22,28			1,06	0,76						10,70	10,29
12,25	14,01			4,97	4,96	0,06	0,02				2,74	26,49
13,25	11,23			15,07	24,03	3,48	0,53		0,18	1,67	1,33	26,69
14,25	0,53			37,96	39,41	29,17	5,34	0,35	0,68	4,72	0,97	11,75
15,25	0,22			34,91	26,39	47,95	40,26	15,28	27,74	9,74	3,36	2,59
16,25	1,28			3,43	4,12	18,91	49,21	58,68	64,58	58,40	29,71	1,59
17,25	1,17			1,01	0,34	0,37	4,30	23,26	6,46	24,61	19,63	4,45
18,25	0,58			0,24		0,06	0,26	2,43	0,31	0,86	0,88	0,33
19,25	0,06			0,03			0,07		0,06		0,09	0,07
20,25												
Captura												
(ton)	121119	108	16 173285	34135	20455	111385	1567	109291	138854	49719	51124	

Tabla 4. Composición mensual por clases de longitud (%) y capturas de anchoveta, 1989.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25												
8,25	0,17											2,31
9,25	2,68						0,75				0,11	20,28
10,25	9,32	0,58					2,25			0,03	1,01	37,99
11,25	20,36	14,36					0,75			0,08	4,37	14,43
12,25	29,36	30,90	3,47	0,69	0,18		0,33			0,38	10,65	9,76
13,25	26,35	29,34	23,22	7,81	1,76	0,08	0,14			1,65	17,94	4,79
14,25	9,06	17,28	31,20	29,31	18,07	2,62	1,40		0,12	4,06	9,42	3,11
15,25	1,26	3,67	28,08	33,15	43,72	24,69	12,64		2,35	2,38	7,96	4,35
16,25	0,60	1,70	9,01	19,18	24,80	41,10	37,27	27,42	39,60	19,46	9,87	1,20
17,25	0,79	1,80	3,81	7,76	9,10	29,24	40,64	64,52	54,29	60,18	30,04	1,33
18,25	0,07	0,37	1,21	2,11	1,76	2,24	3,84	8,06	3,64	11,72	8,30	0,44
19,25						0,02				0,08	0,34	
20,25												
Captura												
(ton)	68839	93632	72497	205125	35876	274469	138835	3670	7773	273482	62249	100761

Tabla 5. Composición por clases de longitud (%) y capturas de anchoveta, 1990.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
7,25	0,74		0,02				
8,25	7,60	0,20	0,08	0,03	0,03		
9,25	23,64	2,35	1,04	0,66	0,03		
10,25	34,38	17,38	4,14	2,13	1,12		
11,25	16,90	27,97	16,08	6,70	9,33		0,10
12,25	6,20	19,50	23,20	11,99	13,82	0,19	2,19
13,25	0,45	6,04	18,73	16,03	7,87	7,29	33,33
14,25	0,45	0,98	9,86	16,85	9,14	29,52	45,42
15,25	1,40	1,37	6,51	14,51	19,78	28,99	14,27
16,25	2,27	3,69	3,50	7,88	16,31	20,13	2,81
17,25	3,97	12,55	10,10	13,23	14,31	8,76	0,73
18,25	1,90	7,81	6,22	9,56	7,93	4,82	1,04
19,25	0,08	0,16	0,53	0,43	0,33	0,25	0,10
20,25						0,05	
Captura (ton)	7739	9710	124243	58501	44347	32592	12600

peces con longitud total promedio de 7,25 cm, los cuales tienen aproximadamente 7 meses de edad.

Posteriormente, para obtener la biomasa mensual por clase de longitud, el número de ejemplares por clase de longitud y por mes se multiplicó por el peso promedio, calculado a partir de la ecuación (1). La biomasa total (juveniles y adultos) se considera como la suma de la biomasa de peces de 7,25 cm de LT y más. Se considera como fracción adulta a la suma de la biomasa de peces de 13,25 cm de LT y más. La talla de 13,25 cm de LT representa la edad en que se expresa el máximo de biomasa de una cohorte inexplorada; esta fracción sostiene con mayor importancia las capturas totales.

La mortalidad por pesca (F) fue estimada para cada mes (i), a través de la siguiente expresión:

$$F_i = \text{Captura del mes } i / \text{Biomasa de 13,25 cm de LT y más en el mes } i.$$

El APV III se aplicó utilizando una mortalidad por pesca terminal (Ft) igual a la tasa de mortalidad natural (M), estimada mediante la ecuación empírica de Pauly (1980).

Finalmente, el modelo de stock-reclutamiento de Ricker (1975) se ajustó a las estimaciones mensuales del reclutamiento y a las de biomasa total y de adultos.

RESULTADOS

Crecimiento y mortalidad natural

La estimación de los parámetros de crecimiento, para cada año, se entrega en la Tabla 6. Como se puede observar, el coeficiente Rn, que mide el "grado de ajuste", alcanza valores por sobre 0,5 e indica que las estimaciones de los parámetros de crecimiento son satisfactorias. A modo de ejemplo, la Fig. 1 muestra una de las curvas de crecimiento ajustada a los datos de frecuencia de tallas del año 1988.

Por consiguiente, el crecimiento en longitud de la anchoveta de la zona norte de Chile puede ser descrito por los parámetros $L^\infty = 20,25$ cm de LT; $K = 0,875$ /año; $C = 0,285$ y $WP = 0,63$ de la versión del modelo de Von Bertalanffy con oscilación estacional de Pauly & Gaschütz (1979) (Tabla 6).

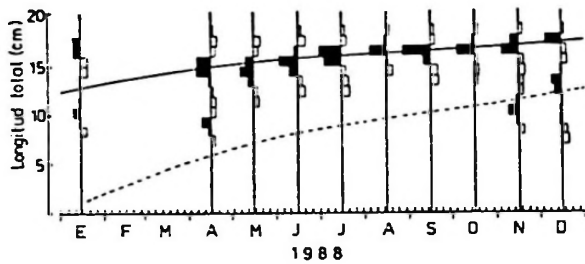


Figura 1. Curva de crecimiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona norte de Chile en 1988, obtenida con el programa ELEFAN I.

Los parámetros de crecimiento en longitud de la anchoveta indican que en el invierno la tasa de crecimiento se reduce en aproximadamente un 30% ($C = 0,285$). Además, se aprecia un rápido crecimiento en longitud, que viene dado por los valores de K entre 0,8 y 0,9 por año. A su vez, de acuerdo a Taylor (1958), el alto valor de K determina una longevidad máxima teórica de aproximadamente cuatro años para la anchoveta.

Tabla 6. Parámetros de crecimiento de la anchoveta, en el período 1986-1989, obtenidos con el programa ELEFAN I.

Año	Loo (cm)	K (1/año)	WP	C	Rn
1986	19,50	0,90	0,60	0,31	0,526
1987	20,50	0,80	0,62	0,27	0,792
1988	20,50	0,90	0,66	0,29	0,630
1989	20,50	0,90	0,64	0,27	0,505
Promedio	20,250	0,875	0,630	0,285	

Las características del crecimiento de la anchoveta: rápido crecimiento y corto ciclo de vida, determinan entonces una elevada tasa de mortalidad natural. En efecto, ésta se estimó en 1,2/año mediante la ecuación empírica de Pauly (1980), considerando para ello los parámetros de crecimiento promedios (Tabla 6), sin la componente estacional, y una temperatura promedio de 18°C. La tasa de mortalidad natural estimada, da cuenta de una sobrevivencia anual de un 30% y, en consecuencia, de una tasa anual de mortalidad de un 70%.

Reclutamiento, biomasa y mortalidad por pesca

La evolución mensual del reclutamiento, biomasa y de la mortalidad por pesca es mostrada en la Fig. 2 y en las Tablas 7 a 12. El reclutamiento, correspondiente a peces de 7,25 cm de LT, fue muy bajo durante casi todo el año 1986, pero se observa una recuperación progresiva desde comienzos de 1987 hasta mediados del mismo año; asimismo, a comienzos de 1988 se observa una brusca recuperación del reclutamiento, para posteriormente comenzar a declinar hasta fines de 1989 (Fig. 2a).

La biomasa poblacional, en cambio, fue alta a comienzos de 1986 y presentó posteriormente una disminución sostenida hasta fines de 1987. La biomasa se recupera bruscamente en 1988, manteniéndose alta en ese año, pero con una leve tendencia decreciente hasta fines de 1989 (Fig. 2b).

Las estimaciones de la mortalidad por pesca indican que ésta fue alta y concentrada entre fines de 1986 y comienzos de 1987, y prácticamente nula durante el segundo semestre de

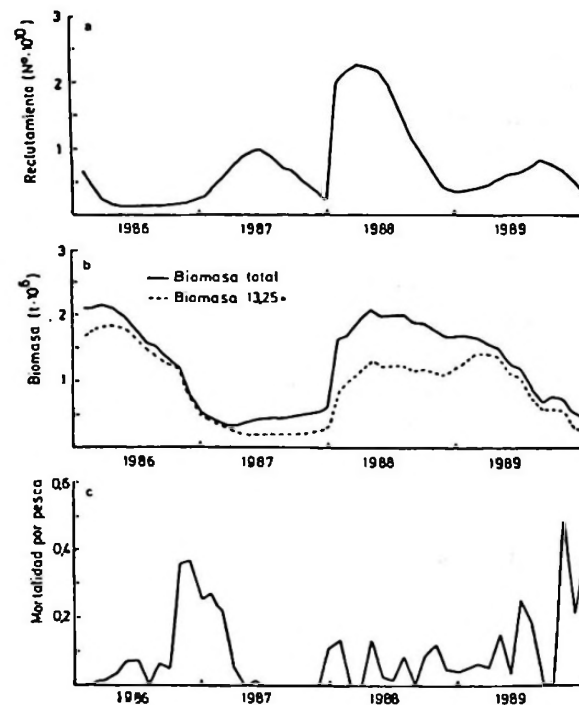


Figura 2. Parámetros poblacionales estimados para la anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona norte de Chile, en el período 1986-1989: (a) Reclutamiento; (b) Biomasa total y de adultos; y (c) Mortalidad por pesca.

Tabla 7. Reclutamiento promedio anual y mensual de la anchoveta en la zona norte de Chile (en número x10⁶).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1986	7,137	4,561	2,424	1,597	1,331	1,399	1,469	1,502	1,703	1,938	2,281	2,749	2,508
1987	3,551	5,626	7,415	8,743	9,781	9,943	8,852	7,370	6,508	4,957	3,620	1,917	6,524
1988	19,675	21,743	22,608	22,230	21,523	19,322	15,045	11,418	9,192	6,443	4,336	3,546	14,757
1989	3,633	3,949	4,329	5,178	6,063	6,434	7,180	8,372	7,982	6,891	5,280	3,060	5,696
PROM.	8,499	8,970	9,194	9,437	9,675	9,275	8,137	7,166	6,346	5,057	3,879	2,818	7,371

Tabla 8. Biomasa por clase de longitud y mes de la anchoveta (ton.); Zona norte de Chile, 1986.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25	19026	12160	6462	4259	3549	3731	3917	4003	4539	5167	6080	7328
8,25	30772	27445	15978	9185	6284	4974	5028	5245	5370	5970	7368	8883
9,25	48491	42761	38109	23099	13396	8961	7047	6485	6715	7143	7714	10044
10,25	70254	65624	57425	50680	35330	18169	13889	10557	8520	8273	9091	10071
11,25	101856	92745	85056	73945	62933	52635	35206	21084	16568	12298	10332	11271
12,25	162578	136236	118147	107005	92216	75465	66714	61924	43294	25076	18109	13381
13,25	228770	212662	183842	151345	129396	109298	96810	86629	75973	70679	46700	22936
14,25	330240	304756	272358	245098	207264	162463	135931	123730	109256	98122	76846	59352
15,25	377080	399835	392397	360241	318756	277663	237048	205796	170416	144207	108013	72693
16,25	337600	381015	422152	449542	445550	404697	355613	327014	283361	247042	158104	98000
17,25	257976	306195	347149	370562	389044	383741	357889	366024	343053	326446	191717	114908
18,25	130425	164916	192053	220600	237753	235857	222701	233334	222565	220616	128587	82706
19,25			17449	34569	46493	51836	52554	56702	55684	58491	34202	19733
20,25												
Biomasa												
total	2095068	2146350	2148577	2100130	1987964	1789490	1590347	1508527	1345314	1229530	802863	531306
Biomasa												
13,25+	1662091	1769379	1827400	1831957	1774256	1625555	1458546	1399229	1260308	1165603	744169	470328

Tabla 9. Biomasa por clase de longitud y mes de la anchoveta (ton.); Zona norte de Chile, 1987.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25	9467	15000	19769	23308	26076	26510	23601	19649	17352	13217	9650	5112
8,25	10818	14529	23148	28837	32913	36144	37194	35227	29679	25565	19480	13891
9,25	12526	15226	20426	31301	38394	42452	45587	47803	47935	42563	35980	27589
10,25	13255	16807	20391	26168	37043	47187	50322	54313	58157	61245	58826	48508
11,25	12876	16792	21136	25937	30424	36886	48046	57563	60579	67619	75992	79090
12,25	13824	15888	19906	24248	29177	31953	36539	40943	54009	67952	76372	89668
13,25	16526	15426	18371	21434	25707	29466	32490	35702	38800	44398	64275	86307
14,25	35537	19088	17540	19273	21729	23927	26508	28620	32842	36896	43105	54566
15,25	53268	46308	31995	19815	19661	20124	20943	22281	23897	25487	32312	40434
16,25	70674	53312	39920	45336	39401	33699	26883	20245	19258	20242	22276	26819
17,25	86168	59897	44571	41236	40963	39291	40084	42208	38404	34812	30501	25971
18,25	72173	55136	47012	44654	43701	41666	39968	38506	36973	36118	35927	37371
19,25	14496	9668	9503	11993	15942	18351	20123	21526	22705	24143	25900	27929
20,25					21	11	1	8				80
Biomasa												
total	421608	353077	333688	363540	401152	427667	448289	464594	480590	500257	530596	563335
Biomasa												
13,25+	348842	258835	208912	203741	207125	206535	207000	209096	212879	222096	254296	299477

Tabla 10. Biomasa por clase de longitud y mes de la anchoveta (ton.); Zona norte de Chile, 1988.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25	52454	57969	60277	59266	57383	51513	40110	30441	24505	17178	11559	9453
8,25	71470	77443	85652	87347	84995	81418	76392	64401	48742	37509	25433	16512
9,25	95247	95859	108419	118037	119393	115144	109930	104588	93650	72044	54287	35840
10,25	136716	113363	128306	142561	152257	155742	150236	143302	132122	129944	105965	72149
11,25	184570	155548	146111	162942	175475	183581	187983	187903	180971	174072	168294	147117
12,25	238060	206230	204010	185590	185932	197443	209034	211786	218953	222606	218857	211668
13,25	256758	265729	262335	254299	222835	207291	206735	219274	229112	240662	258881	269501
14,25	214092	257787	303134	323534	267452	254058	241985	221577	221020	227855	252669	284002
15,25	164152	199665	253547	306379	286732	290098	282686	240988	241402	217604	210092	240414
16,25	117624	138641	170678	206317	212942	233997	246282	225547	237033	208751	172395	181867
17,25	94888	101556	113491	127952	131232	142597	153389	143290	154610	144272	122738	131038
18,25	41883	53723	67797	79775	83646	89516	90847	84649	86903	81996	70270	71164
19,25		1191	4265	8408	10913	13427	17536	19276	22665	24530	27794	30285
20,25												
Biomasa												
total	1667914	1724704	1908022	2062407	1991187	2015825	2014145	1897022	1891688	1799023	1699234	1701010
Biomasa												
13,25+	889395	1018292	1175247	1306664	1215752	1230984	1239460	1154601	1192745	1145670	1114839	1208271

Tabla 11. Biomasa por clase de longitud y mes de la anchoveta (ton.); Zona norte de Chile, 1989.

LT (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
7,25	9687	10529	11541	13804	16165	17153	19142	22320	21281	18371	14078	8158
8,25	13565	14395	15491	16791	19389	22239	23586	23675	28583	30339	26720	20183
9,25	22402	18529	20154	21388	22597	24540	27452	29578	30956	35385	41670	37352
10,25	48583	28478	24539	26496	27878	28443	29153	31379	35084	38348	42946	55453
11,25	98441	61611	34408	31782	32785	34157	34268	34084	34602	39426	46732	50919
12,25	188777	123385	74289	49665	39788	38327	39137	79160	39619	40545	43221	51283
13,25	254351	228484	159894	102190	66097	53276	45484	43271	43319	44645	45094	44723
14,25	304620	298337	263080	221065	140955	99792	68246	58211	53435	49265	45305	43972
15,25	286783	325813	337481	314436	239136	210875	136416	98782	82995	70323	50512	45374
16,25	208496	253606	296531	328327	301150	287558	191767	140291	132731	122957	54934	46743
17,25	148425	169747	196978	215657	213709	233017	173918	139391	145440	147350	51912	38561
18,25	81134	94677	109644	123385	120837	126309	97117	78725	79846	83535	30945	24613
19,25	34398	39800	45272	50182	51753	52503	40656	39529	39121	40305	18280	14677
20,25					222	500	558	668	767	970	1012	1118
Biomasa												
total	1699652	1667391	1589302	1515168	1292461	1228689	926900	819064	767779	761764	513461	483129
Biomasa												
13,25+	1318197	1410464	1408880	1355242	1133859	1063830	754162	598868	577654	559350	297994	259781

Tabla 12. Tasa de mortalidad por pesca de la anchoveta, por mes y año, Zona norte (1986 - 1989).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA
1986	0,000	0,012	0,018	0,035	0,074	0,078	0,000	0,067	0,049	0,362	0,371	0,254	1,321
1987	0,272	0,211	0,057	0,004	0,018	0,011	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,116	0,697
1988	0,136	0,000	0,000	0,133	0,028	0,017	0,090	0,001	0,092	0,121	0,045	0,042	0,705
1989	0,052	0,066	0,051	0,151	0,032	0,258	0,184	0,006	0,013	0,489	0,209	0,388	1,900
PROM.	0,115	0,072	0,032	0,081	0,038	0,091	0,069	0,020	0,038	0,243	0,156	0,200	

1987. A partir de 1988, en cambio, se observa un comportamiento pulsátil de la mortalidad por pesca con tendencia creciente hasta fines de 1989 (Fig. 2c). Anualmente, la mayor intensidad de pesca sobre la anchoveta ocurrió en 1986 y 1989, mientras que estacionalmente, y en promedio, ésta ocurrió entre octubre y enero durante el período de estudio (Tabla 12).

Relación Stock-Reclutamiento

Las relaciones de stock-reclutamiento de la anchoveta, ajustadas a los datos, se muestra en la Fig. 3, donde los puntos marcados con círculos corresponden al reclutamiento proveniente del desove ocurrido entre noviembre de 1986 y mayo de 1987, meses en los que se manifestó un

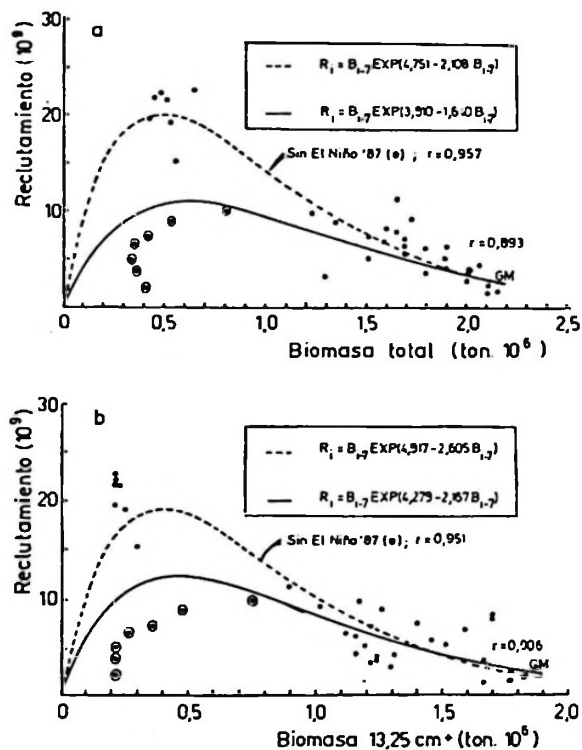


Figura 3. Relación stock-reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona norte de Chile, en el período 1986-1989: (a) Reclutamiento vs biomasa total; (b) Reclutamiento vs la fracción adulta de la biomasa. Los puntos marcados con círculos corresponden al reclutamiento ocurrido entre junio y diciembre de 1987, el que proviene del desove de noviembre de 1986 a mayo de 1987, meses en que un evento El Niño moderado se manifestó en la zona norte de Chile.

evento: El Niño, de moderada intensidad (ERFEN, 1987). Se deduce, por lo tanto, que si no hubiera existido tal evento oceanográfico, el reclutamiento habría sido mucho más alto, como aquel ocurrido a comienzos de 1988 y que proviene del desove de julio a octubre de 1987, esto es, una vez normalizadas las condiciones oceanográficas.

DISCUSION

Los parámetros de crecimiento en longitud de la anchoveta de la zona norte de Chile, estimados en el presente estudio, son concordantes con aquéllos obtenidos por Palomares *et al.* (1987) para la anchoveta de Perú. Se destaca el rápido crecimiento y ciclo de vida corto del recurso, lo que determina una elevada tasa de mortalidad natural ($M = 1,2$ por año).

Pauly & Palomares (1989) indican que la mortalidad natural de la anchoveta de Perú fue, en promedio, 1,9/año entre 1953 y 1985, pero considerando el efecto del consumo por depredadores naturales. Dentro de éstos: merluza (*Merluccius gayi*), jurel (*Trachurus murphyi*), caballa (*Scomber japonicus*), bonito (*Sarda chiliensis*), aves guaneras (*Phalacrocorax bougainvilli*, *Sula variegata* y *Pelecanus thagus*), mamíferos marinos (*Arctocephalus australis* y *Otaria flavescens*), y una mortalidad residual debida a otras causas. Estos autores señalan que la mayor incidencia de la predación de anchoveta es realizada por el jurel y la caballa. Sin embargo, en la zona norte de Chile no se ha confirmado un efecto importante de la predación de estos peces sobre la anchoveta (Medina, 1990), razón por la cual el valor de $M = 1,2$ /año parece razonable para la anchoveta de esta área.

Con respecto a las estimaciones del reclutamiento, se advierten cambios mensuales con cierta tendencia estacional y asimismo cambios interanuales notables. El reclutamiento promedio anual fue claramente mayor en 1988; a su vez, los promedios mensuales indican que éste es de mayor magnitud durante los meses de marzo a junio (Tabla 7) correspondiendo a individuos nacidos entre agosto y noviembre. En estos meses se manifiesta la máxima actividad reproductiva poblacional del recurso en la zona norte de Chile (Martínez *et al.*, 1990).

El reclutamiento promedio más bajo ocurrió

en 1986, lo cual puede explicar la baja biomasa poblacional de la anchoveta en 1987, sin dejar de considerar el impacto del evento El Niño ocurrido ese año (ERFEN, 1987). En efecto, es muy probable que este evento haya afectado la distribución de la abundancia y disponibilidad del recurso en el área de operación normal de la flota, reflejándose en la baja mortalidad por pesca en ese año (Fig. 2c).

Asimismo, se establece que el evento El Niño de 1987 afectó al reclutamiento de la anchoveta. Si tal evento no hubiera ocurrido, el reclutamiento pudo haber sido mucho más alto, como aquel ocurrido a comienzos de 1988. Esto, a pesar del fuerte efecto denso-dependiente sobre el reclutamiento de la anchoveta (Fig. 3), probablemente debido al canibalismo de huevos y larvas como ocurre en *Engraulis mordax* de California (MacCall, 1981) y *E. ringens* de Perú (Santander, 1987).

En consecuencia, de acuerdo a la relación stock-reclutamiento, se infiere que *E. ringens* de la zona norte de Chile es capaz de recuperarse a partir de un stock desovante de tamaño reducido (menor a 500 mil toneladas), y sólo cuando las condiciones oceanográficas del área le son favorables.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento al Departamento Ciencias del Mar de la Universidad Arturo Prat (Iquique, Chile), y a las industrias pesqueras del norte de Chile que financiaron el Programa INPESCON-1990. Especial agradecimiento a los colegas Ulises Parker y Eduardo Núñez, quienes colaboraron en la ejecución del proyecto, y al Dr. Hugo Arancibia por la revisión y comentarios del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ERFEN. 1987. Caracterización de El Niño, 1987, en el Pacífico Sudeste. Comité Científico de ERFEN, CPPS, Boletín 22, 31 p.
- MACCALL, A.D. 1981. The consequences of cannibalism in the stock-recruitment relationships of planktivorous fishes such as *Engraulis*. IOC Workshop Rep. 28: 201-220.
- MARTÍNEZ, C., L. CABALLERO, G. BÖHM, R. GILI, V. BOCIC, P. BARRÍA & R. SERRA. 1990. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1989. Estado de situación y perspectivas del recurso pesquerías pelágicas Zona Norte (I-IV Región). Convenio CORFO-IFOP, Corp. Fom. Prod. (AP 90/10), Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile, 119 p.
- MEDINA, M. 1990. Interacciones tróficas entre el jurel (*Trachurus murphyi* Nichols) y la caballa (*Scomber japonicus* Jordan y Hubbs) en el ecosistema pelágico de la zona norte de Chile. Tesis para optar al título de biólogo pesquero, Universidad Arturo Prat (Iquique), 76 p.
- PALOMARES, M. L., P. MUCK, J. MENDO, E. CHUMAN DE FLORES, O. GÓMEZ & D. PAULY. 1987. Growth of the Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*), 1953 to 1982. *En: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change*. D. Pauly and I. Tsukayama (Eds.). ICLARM Studies and Reviews, 15: 179-207.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fishes stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 39(3): 175-192.
- PAULY, D. & G. GASCHUTZ. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculator. ICES C.M. 1979/G: 24 Demersal Fish Cte, 26 p.
- PAULY, D. & I. TSUKAYAMA. 1983. On the seasonal growth, monthly recruitment and monthly biomass of Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens* J.) from 1961 to 1979. *FAO Fish. Rep.* 291 (3): 987-1004.
- PAULY D., M.L. PALOMARES & F.C. GAYANILO. 1987. VPA estimates of monthly population length composition, recruitment, mortality, biomass and related statistics of Peruvian anchoveta, 1953 to 1981. *En: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change*. D. Pauly and I. Tsukayama (Eds.). ICLARM Studies and Reviews, 15: 142-166.
- PAULY, D. & M.L. PALOMARES. 1989. New estimates of monthly biomass, recruitment and related statistics of anchoveta (*Engraulis ringens*) off Peru (4-14°S), 1953-1985. *En: The Peruvian upwelling ecosystem: Dynamics and interactions*. D. Pauly, P. Muck, J. Mendo and I. Tsukayama (Eds.). ICLARM Conference proceedings, 18: 189-206.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191, 382 p.
- SANTANDER, H. 1987. Relationship between anchoveta egg standing stock and parent biomass off Peru, 4-14°S. *En: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change*. D. Pauly and I. Tsukayama (Eds.). ICLARM Studies And Reviews, 15: 179-207.
- TAYLOR, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons., Cons. Int. Explor. Mer*, 23: 366-370.

VERTICAL DISTRIBUTION OF DISSOLVED FREE AMINO ACIDS AND PHYTOPLANKTON AND ZOOPLANKTON BIOMASSES*

DISTRIBUCION VERTICAL DE AMINOACIDOS LIBRES DISUELTOS Y BIOMASAS FITO Y ZOOPLANCTONICAS*

Víctor A. Troncoso¹, José Iriarte², Humberto González³ and Victorino Martínez⁴

ABSTRACT

Dissolved Free Amino Acids (DFAA) concentrations were measured in the water column during a night and day sampling period, following a Lagrangian drogue within Concepción Bay (Chile). For the night-time sampling period no correlations between DFAA and either chlorophyll-*a* or zooplankton were observed, although a positive and significant correlation between phytoplankton and zooplankton biomass did exist. During the day chlorophyll-*a* and DFAA were correlated throughout the water column, suggesting that excretion, enhanced by photosynthetic activity of primary producers was occurring.

Key words: DFAA, Chlorophyll, Copepods, Concepción Bay, Chile.

RESUMEN

La distribución vertical de aminoácidos libres disueltos (DFAA) fue medida y correlacionada con la biomasa zoo- y fitoplanctónica en la columna de agua de la Bahía de Concepción (Chile).

En la noche no se encontró correlación entre DFAA y clorofila-*a*, tampoco con la biomasa de zooplancton, aunque existe una correlación positiva entre la biomasa zooplanctónica y la fitoplanctónica.

Durante el día, clorofila-*a* y DFAA se correlacionaron positivamente en superficie, sugiriendo procesos de excreción estimulados por la actividad fotosintética de los productores primarios.

Palabras claves: DFAA, Clorofila, Copépodos, Bahía de Concepción, Chile

INTRODUCTION

Dissolved free amino acids (DFAA) are key components supporting heterotrophic growth in the pelagic ecosystem and, hence undergo rapid consumption by heterotrophic bacteria (Fuhrman, 1987; Kirchman, 1990). DFAA are

produced in the water column by excretion of both zooplankton (during the night) and phytoplankton (during the day) as well as by spillage during grazing by herbivorous zooplankton (sloppy feeding) during the night.

The vertical distribution of DFAA and their relation with the phyto- and zooplankton

*Financial support by grants DIUC INB-088-a, to V.A. Troncoso (Dirección de Investigación, Pontificia Universidad Católica de Chile) and FONDECYT 646/87 to P. Bernal (Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología).

¹Facultad de Ciencias, Universidad Católica Sma. Concepción. P.O. Box 127, Talcahuano, Chile.

²Department of Oceanography, Texas A&M University, College Station, Texas 77840 U.S.A.

³Alfred-Wegener Institut für Polar und Meeresforschung. An Handelshafen 12. D-2850, Bremerhaven, F.R.G.

⁴Vicaría Pastoral Obrera, Area Pesquera, Arzobispado Sma. Concepción, P.O. Box 65 C, Concepción, Chile.

biomasses (Figure 1) were studied in Concepción Bay. Changes in the DFAA concentrations between night and day water column profiles, and their co-variation with chlorophyll-*a* and zooplankton biomass are described.

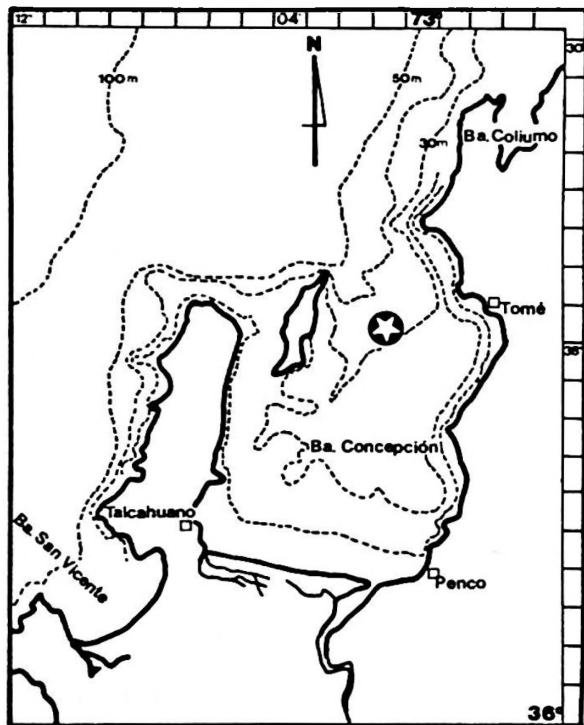


Figure 1. Concepción Bay ($36^{\circ}40'S$, $73^{\circ}01'W$), showing the position where the screen drogue was installed.

MATERIALS AND METHODS

A Lagrangian sampling was carried out within Concepción Bay ($36^{\circ}40'S$, $73^{\circ}01'W$) during October 1987. A 6 m^2 screen drogue, set at the maximum chlorophyll-*a* layer (9 m) was followed over 24 hours. Nocturnal (03.07 h) and diurnal (11.40 h) samples were collected at 1, 3, 6, 9, 12, 15, 20 and 25 m, using an on board pumping-system fitted with a 2' hose. Zooplankton samples were obtained with a deck-mounted collector device provided with a $335\ \mu\text{m}$ mesh net. Zooplankton samples were concentrated to a final volume of 0.33 m^3 and preserved in 4% neutralized formalin. Zooplankton biomass was determined as wet weight (mg (ww) m^{-3}).

Triplicate samples (20 ml) for DFAA were analyzed following the methodology described by Dawson *et al.* (1983). DFAA were derived with *o*-phthalaldehyde and 2-mercaptoethanol (OPT/2MERC), and quantified as Glycine equivalent concentrations ($\mu\text{M-Gly}$) after adjustments for blank correction (OPT/2MERC-Buffer). Measurements were done onboard immediately after collection, using a Fluorometer (Turner Designs, Mod. 10.000R).

For chlorophyll-*a* determinations, duplicate 50 ml samples of seawater were filtered ($0.45\ \mu\text{m}$, Millipore HAWP). Filters were stored at low temperature (-5°C) before extraction. Chlorophyll-*a* determinations ($\text{mg Chl. } -a\ \text{m}^{-3}$) were carried out using the fluorometric method of Yentsch & Menzel (1963).

The Spearman rank correlation coefficient (r_s) (Conover, 1980) was used to assess the association between DFAA concentrations and both phytoplankton and zooplankton biomasses. The Wilcoxon paired-samples test (Conover, 1980) was used to compare night and day DFAA concentrations in the water column.

RESULTS AND DISCUSSION

The mean concentration (night-day) of DFAA observed in the standardized water column was $1.35\ \text{mM-Gly m}^{-3}$. Vertically, DFAA ranged from 0.37 to $2.37\ \mu\text{M-Gly}$. These concentrations are one or two orders of magnitude higher than previous measurements for open and coastal waters (Lee & Bada, 1975, 1977; Williams & Poulet, 1986) and the Baltic Sea (Mopper & Lindroth, 1982). Our measurements are similar to those found by Bohling (1972) in surface waters of the North Sea (near Helgoland), with a maximum of $6\ \mu\text{M}$ (for one depth.).

The vertical distribution of Chl.-*a*, DFAA, and zooplankton biomass (night-day) are shown in Figure 2. The daytime averages of phytoplankton and zooplankton biomasses and DFAA were higher than at night (29.4, 33.8 and 17%, respectively).

The nighttime vertical distribution of DFAA showed a maximum that coincides with the maximum of chlorophyll and zooplankton biomass. During the day, higher DFAA concentrations were observed with a clear increase at surface, similar to what was observed

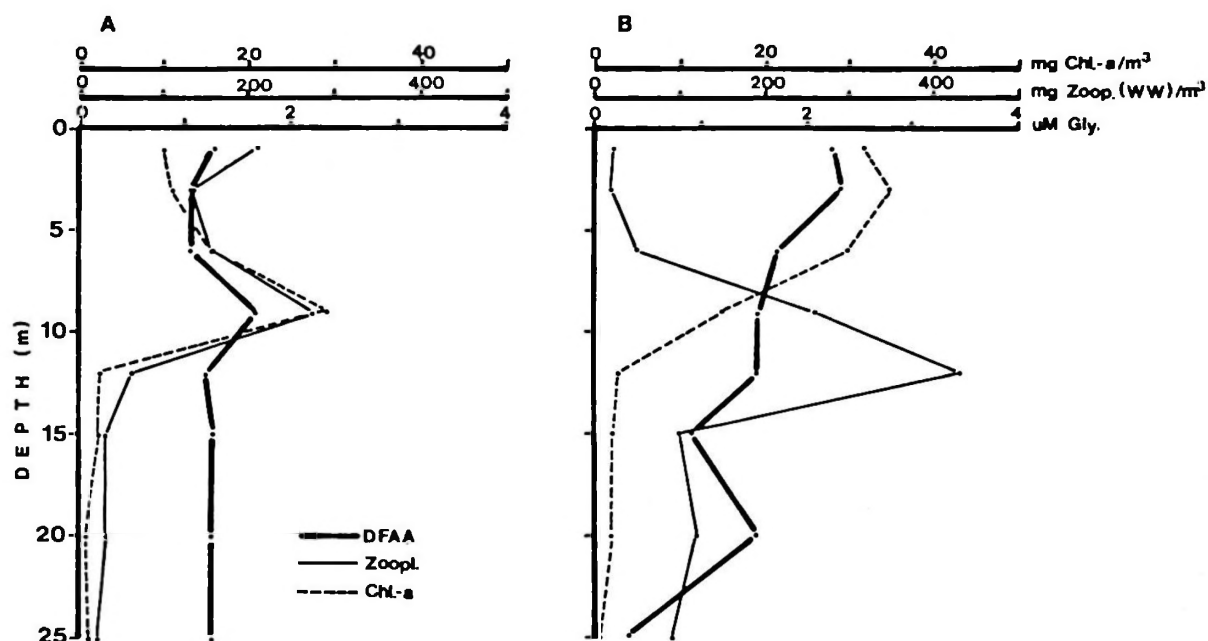


Figure 2. Vertical distribution of DFAA ($\mu\text{M-Gly}$), zooplankton biomass (mg (ww) m^{-3}) and phytoplankton biomass (mg Chl.-a m^{-3}). A.- at night (03.00 h local time). B. at day (11.40 h local time).

for the chlorophyll distribution. However, considering only the upper six meters, higher DFAA concentration by app. a factor of 2 were observed during the day relative to the night.

The correlation between zooplankton biomass and Chl.-a at night is positive and significant (Spearman $r_s = 0.9$, $P < 0.05$, $n = 8$, see Table 1). Similar results obtained in Arauco Gulf were attributed to the vertical migration of herbivorous copepods that aggregate at subsurface levels close to the phytoplankton maximum (Troncoso & Castro, 1985; Bernal *et al.*, 1986).

A conspicuous increase of DFAA was found

to be associated with the Chl. *a*- zooplankton maximum at 9 m depth (Figure 2). This finding indicates the importance of sloppy feeding as an input source of DFAA at night at the chlorophyll maximum layer. At night, in the upper three meters, the low values of Chl. *a* and the high zooplanktonic biomass observed (three- and eight-fold increase, respectively) suggests that active grazing is likely to be occurring.

Vertical distribution of DFAA during the day was positively correlated with phytoplankton biomass (Table 1). On average, no differences in DFAA concentrations between night and day in the water column were

Table 1. Spearman rank correlation coefficients (r_s) between dissolved free amino acid (DFAA) in seawater, phytoplankton biomass (Chl.-a) and zooplankton biomass (Zoo), $n = 8$.

	NIGHT		DAY	
DFAA	Chl.-a	Zoo	DFAA	Chl.-a
DFAA	.04	.23	.93**	
Chl.-a		.90*		
				Zoo

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

observed (Wilcoxon $T = 11$, $P = .3285$, $n = 8$). High concentrations of DFAA in the first three meters were coincident with high concentrations of Chl.-*a* (between 32.07 and 35.18 mg Chl.-*a* m^{-3}). The low zooplankton biomass in these depths during the daytime suggests that production of DFAA is caused mainly by photosynthetic activity (exudation of low molecular weight metabolites), as it has been previously reported by Hellebust (1974).

The pool of DFAA in the water column is strongly modified by biological processes, such as phytoplankton exudation (EOC) which in turn is related to photosynthetic activity, and zooplankton excretion (Webb & Johannes, 1967; Small *et al.*, 1983 and Andersson *et al.*, 1985) and grazing (Lampert, 1978). The importance of removal processes such as the uptake by heterotrophic bacteria (Hagström *et al.*, 1984) and phytoplankton (North, 1975) and oxidation of amino acids by cell-surface amino oxidases in phytoplankton (Palenik & Morel, 1990; Pantoja, 1992) needs to be considered.

LITERATURE CITED

- ANDERSSON, A., C. LEE, F. AZAM & A. HAGSTRÖM, 1985. Release of amino acids and inorganic nutrients by heterotrophic marine microflagellates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 23:99-106.
- BERNAL, P., L. CASTRO & V.A. TRONCOSO, 1986. Variabilidad espacio-temporal de los máximos de biomasa zooplancton en el Golfo de Arauco durante surgencias activas, enero 1985. *Biota* 1:178.
- BOHLING, H., 1972. Geloste aminosäuren in oberflächenwasser der Nordsee bei Helgoland: konzentrationsveränderungen in sommer 1970. *Mar. Biol.*, 16: 281-289.
- CONOVER, W.J., 1980. Practical nonparametric statistics. 2 ed., John Wiley & Sons, New York. 493 pp.
- DAWSON, R., G. LIEBEZEIT & B. JOSEFSSON, 1983. Determination of amino acids and carbohydrates. *In: Methods of seawater analysis*. 319-346 pp. K. Grasshoff, M. Ehrhardt & K. Kremling (ed.). Verlag Chemie, Weinheim.
- FUHRMAN, J.A., 1987. Close coupling between release and uptake of dissolved free amino acid in seawater studied by and isotope dilution approach. *Mar. Eco. Prog. Ser.*, 37:45-52.
- HAGSTRÖM, A., J.W. AMMERMAN, S. HENRICH & F. AZAM, 1984. Bacterioplankton, growth in seawater: II. Organic matter utilization during steady state growth in seawater culture. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 18:41-48.
- HELLEBUST, J.A., 1974. Extracellular products. *In: Algae physiology and biochemistry*. Botanical monographs, 10:838-863. W.D.P. Stewart (ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- LAMPERT, W., 1978. Release of dissolved organic carbon by grazing zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 23:831-834.
- LEE, C. & J.L. BADA, 1975. Amino acids in Equatorial Pacific Ocean water. *Earth & Planetary Science Letters*, 26:61-68.
- LEE C. & J.L. BADA, 1977. Dissolved amino acids in the Equatorial Pacific, The Sargasso Sea, and Biscayne Bay. *Limnol. Oceanogr.*, 22:502-510.
- MOPPER, K. & P. LINDROTH, 1982. Diel and depth variations in dissolved free amino acids and ammonium in the Baltic Sea determined by shipboard HPLC analysis. *Limnol. Oceanogr.*, 27:336-347.
- NORTH, B.B., 1975. Primary amines in California coastal waters: utilization by phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 20:20-27.
- PALENIK, B.P. & F.M. MOREL, 1990. Amino acid utilization by marine phytoplankton: a novel mechanism. *Limnol. Oceanogr.*, 35:260-269.
- PANTOJA, S., 1992. Measurement of cell-surface enzymatic oxidation of amines acids and amines in seawater using synthetic fluorescent compounds. M. Sc. Thesis, State University of New York.
- SMALL, L.F., S.W. FOWLER, S.A. MOORE & J. LA ROSA, 1983. Dissolved and fecal pellet carbon and nitrogen release by zooplankton in tropical waters. *Deep-Sea Res.*, 30:1199-1220.
- TRONCOSO, V.A. & L. CASTRO, 1985. Distribución vertical del zooplancton durante enero de 1985 en el Golfo de Arauco, Chile. V Jornadas de Ciencias del Mar, octubre de 1985, Coquimbo, Chile. Libro de resúmenes: 48.
- WEBB, K.L., R.E. JOHANNES, 1967. Studies of release of dissolved free amino acids by marine zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 12:376-382.
- WILLIAMS, R. & S.A. POULET, 1986. Relationship between the zooplankton, phytoplankton, particulate matter and dissolved free amino acids in the Celtic Sea. I. Unstratified water conditions. *Mar. Biol.*, 90:279-284.
- YENTSCH, C.S. & D.W. MENZEL, 1963. A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.*, 10:221-231.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

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

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

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

Se sugiere que el manuscrito conste de las siguientes secciones:

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

Comience en hoja separada cada una de las siguientes secciones:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Si se refiere a capítulo de un libro use el siguiente ejemplo: BIDDER, A.M. 1966. Feeding and digestion in Cephalopods. En: Physiology of Mollusca. 2: 97-124. K.M. Wilburn and C.M. Young (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 21.5x28 cm with a margin of 2.5 cm.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Cite only papers that have been published or in-press. In this last case in the Literature Cited section mention the name of the author, comma, the form "in-press" between parenthesis, the citation of the title, and the name of the journal. Do not include in the Literature Cited section references to "manuscript in preparation" or "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 parenthesis, and if possible, the year it took place.

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

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

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

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

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

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

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

Each copy of the manuscript should be sent together with one copy of the set of figures and tables, in the appropriate format (21,5x28 cm, letter size). Only B/W photographs will be accepted. Color photographs will be exceptionally considered and printing costs will be charged to the author.

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

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

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION



INDICE N° 20

1991

Oyarzún, C.

Obituario, Dr. Mario Leible Díaz. *Obituary, Dr. Mario Leible Díaz* 3-4

Cervellini P. y J. Mallo

Distribución especial de estadios larvales de *Penaeidea* en Bahía Blanca, Argentina. *Spatial distribution of Penaeidea larvae at Blanca Bay, Argentina* 5-11

Bello M.T., M.M. Bunge y M. de L. Baiz

Alimentación natural del pejerrey (*Patagonina hatcheri*) introducido en la laguna Ñe-luan, Río Negro. *Natural food of the introduced "pejerrey" (Patagonina hatcheri) in Ñe-luan lagoon, Río Negro* 13-19

Castillo, G., H. Muñoz, H. González & P. Bernal

Daily analysis of abundance and size variability of fish larvae in relation to oceanic water intrusions in coastal areas. *Análisis diario de la variabilidad en abundancia y tamaño de larvas de peces en relación a intrusiones de aguas oceánicas en áreas costeras* 21-35

Arancibia, H.

Análisis ecológico-pesquero del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y su interacción con merluza común (*Merluccius gayi*) y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*). *A fishery ecological analysis of the red squat lobster (Pleuroncodes monodon) resource and its interaction with chilean hake (Merluccius gayi) and big eye flounder (Hippoglossina macrops)* 37-48

Cubillos, L.

Estimación mensual de la biomasa, reclutamiento y mortalidad por pesca de la anchoveta (*Engraulis ringensi*) de la zona norte de Chile en el período 1986-1989. *Estimates of monthly biomass, recruitment and fishing mortality of anchoveta (Engraulis ringens) off northern Chile in the period 1986-1989* 49-59

Troncoso, V.A., J. Iriarte, H. González & V. Martínez

Vertical distribution of dissolved free amino acids and phytoplankton and zooplankton biomasses. *Distribución vertical de aminoácidos libres disueltos y biomasa fito y zooplanctónicas* 61-64



FONDO DE PUBLICACION
VICERRECTORIA ACADEMICA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION