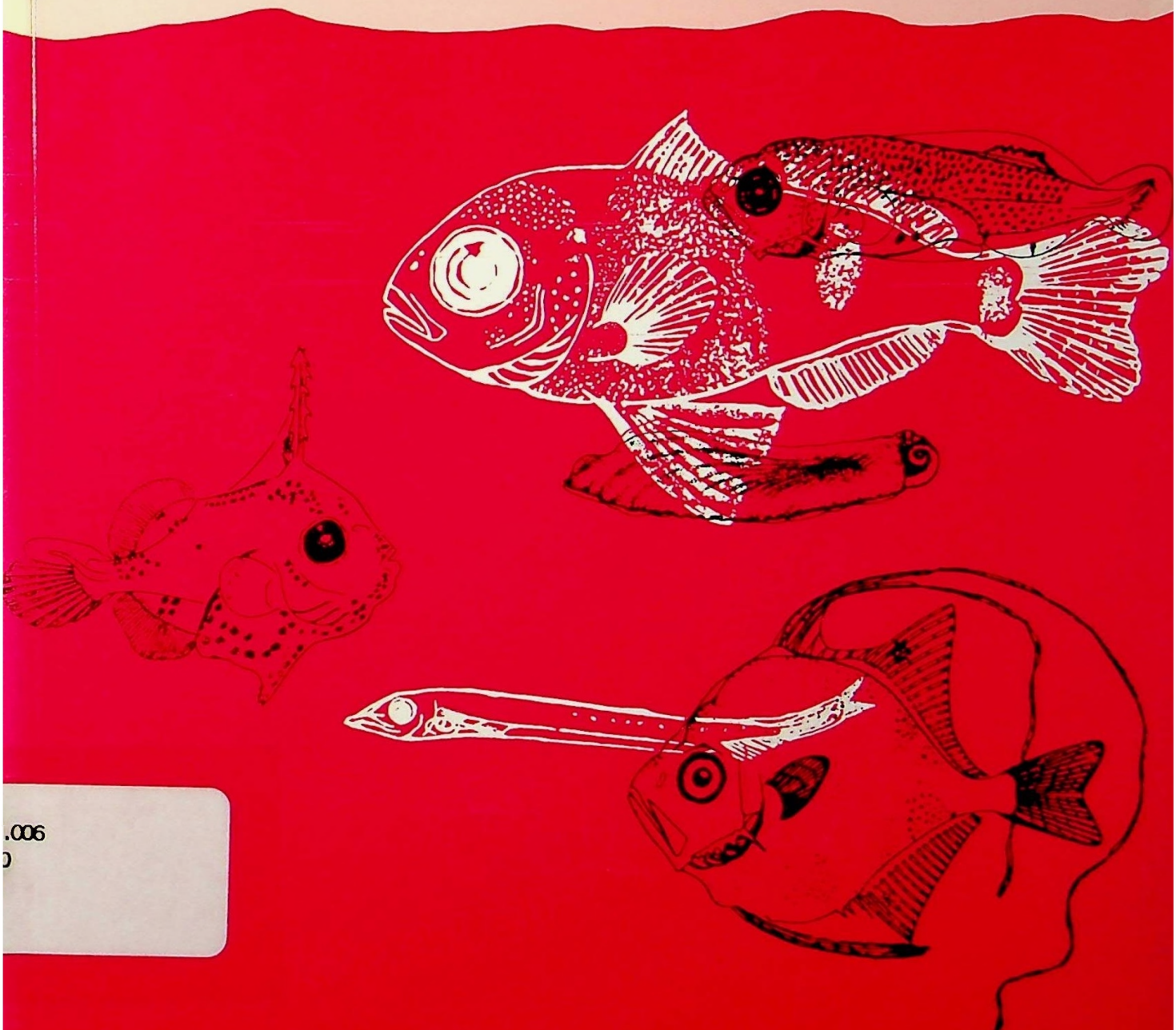


Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

Nº 21



.006
0

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. Nivaldo 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 Campodónico
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 Nº 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 Anibal Pinto S.A.
Concepción, Chile

Biología Pesquera

POLITICA EDITORIAL

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

La responsabilidad de la gestión editorial de BIOLOGIA PESQUERA recae en la Facultad de Ciencias de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Concepción, Chile) a contar del N° 20 (diciembre 1991), 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 Universidad 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 Antarctic Ocean. Submission can be made in Spanish or English.

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



FONDO DE PUBLICACION
VICERRECTORIA ACADEMICA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

ISSN 0067 - 8767



INDICE N° 21

1992

Elena B. Louge y Harald E. Christiansen

Dinámica reproductiva de la merluza *Merluccius hubbsi* Marini 1933, durante su concentración estival de 1988 en la costa de Argentina. *Reproductive dynamics of hake Merluccius hubbsi Marini, 1933 during summer of 1988 at the Argentinian coast* 3-14

Luis Cubillos y Hugo Arancibia

Evaluación del recurso merluza común (*Merluccius gayi*) de la zona Centro-Sur de Chile por análisis de reducción de stock. *Stock assessment of the Chilean hake (Merluccius gayi) off central-southern Chile by stock reduction analysis* 15-19

Marco A. Méndez y Juan M. Cancino

Crecimiento de ejemplares postmetamórficos y juveniles de *Concholepas concholepas* (Bruguière) en condiciones de laboratorio. Efecto de densidad, dieta y temperatura. *Growth of postmetamorphic and juvenile Concholepas concholepas (Bruguière) in the laboratory. Effect of density, diet and temperature* 21-30

Ricardo Guñez, María V. Gómez y Juan C. Castilla

Diferenciación genética poblacional en *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) (Gastropoda, Muricidae) en su área de distribución Centro-Norte. *Population genetic differentiation of Concholepas concholepas (Bruguière, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in their Central-Northern range of geographical distribution* 31-41

Hugo Arancibia

Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile. *Patrones de distribución de la asociación de peces demersales frente a Chile Central* 43-53

NOTA

Elena B. Louge y Harald E. Christiansen

Fecundidad de la anchoita *Engraulis anchoita* Hubbs y Marini, proveniente de la pesca costera marplatense en octubre de 1987. *Analysis on the fecundity of anchovy Engraulis anchoita Hubbs y Marini caught by Mar del Plata coastal fleet in october 1987* 55-59

DINAMICA REPRODUCTIVA DE LA MERLUZA *MERLUCCIUS HUBBSI* MARINI 1933, DURANTE SU CONCENTRACION ESTIVAL DE 1988 EN LA COSTA DE ARGENTINA

REPRODUCTIVE DYNAMICS OF HAKE *MERLUCCIUS HUBBSI* MARINI, 1933 DURING SUMMER OF 1988 AT THE ARGENTINIAN COAST

Elena B. Louge ¹ y Haraldo E. Christiansen ¹

RESUMEN

El presente trabajo tiene por finalidad conocer la actividad reproductiva de la merluza *Merluccius hubbsi* a través del análisis histológico. Se extrajeron 523 ovarios de ejemplares adultos provenientes de la campaña del Buque de Investigación Pesquera OCA BALDA Nº 08-88 que operó en la zona comprendida entre 43°S y 47°S y 63°W y 66°W, durante diciembre de 1988. Las gónadas se incluyeron en parafina y se colorearon con hematoxilina-eosina. Se identificaron los estadios de maduración III, IV, V, VI y los de reversión VII-5, VII-4, VII-3, VII-2 y VII.

Se calculó la distribución porcentual de estadios gonadales para cada lance de pesca y se realizó un análisis de agrupamiento que definió cuatro grupos ubicados en espacios geográficos diferentes: grupo 1 de maduración y desove (estadios III, IV, V, VI); grupo 2 de maduración, y reversión VII-3; grupo 3 de reversión en todos los estadios, y el grupo 4 de reversión VII-4.

Se vincularon nueve variables para cada lance a través de un análisis de componentes principales. Las variables fueron: porcentaje de individuos en estadio III, VII-5, VII-4, VII-3, VII-2, VII, talla, porcentaje de estómagos con contenido, temperatura y salinidad. El resultado fue similar al obtenido mediante el análisis de agrupamiento, ya que se mantuvo la misma agrupación de lances.

Palabras claves: Reproducción, merluza, *Merluccius hubbsi*, Argentina.

ABSTRACT

The purpose of this work is to analyze the productive activity of *Merluccius hubbsi* hake through the histologic analysis ovaries (523) were extracted from adult fish obtained by the RV OCA-BALDA, which operated on the zone between 43°S and 47°S and 63°W and 66°W, during December 1988. The gonads were included in paraffin and stained with hematoxylin-eosin.

The maturation stages III, IV, V, VI and the reversion ones VII-5, VII-4, VII-3, VII-2 and VII, were calculated.

The distribution of percentage of gonadal stages for each fishing haul were calculated and analysed through a cluster analysis which determined four groups placed in different geographical spaces: group 1 = maturation and spawning stage III, IV, V and VI; group 2 = maturation, and reversion VII-3; group 3 = reversion in all stage and group 4, reversion VII-4.

Nine variables for each haul were analyzed through the principal component analysis. The variables were percentage of individuals in stage III, VII-5, VII-4, VII-3, VII-2, VII, length, percent stomach with content, temperature and salinity. The result was similar to the one obtained through the cluster analysis.

Key words: Reproduction, hake, *Merluccius hubbsi*, Argentine.

¹ Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP CC 175 Playa Grande, 7600 Mar del Plata, Argentina.

INTRODUCCION

Las primeras investigaciones sobre el proceso de desove en la merluza *Merluccius hubbsi* Marini 1933, fueron realizadas por Ciechomski (1967), quien determinó la existencia de más de un desove en el mismo período reproductivo. Posteriormente, se realizó la descripción histológica de las gónadas (Christiansen y Cousseau, 1971) y se profundizó en la estructura del ovario, estadios gonadales y determinación de la fecundidad mediante la aplicación de la estereometría (Christiansen *et al.*, 1986).

La merluza es un desovante parcial, que presenta dos épocas de reproducción, una durante el otoño-invierno en la plataforma bonaerense principalmente en el sector uruguayo entre 36°S y 39°S, y la otra en la primavera tardía en la Patagonia norte y central, mostrando las mayores concentraciones frente a la Isla Escondida (43° 45'S) (Otero *et al.*, 1986). Durante el desove otoñal, Olivieri y Christiansen (1987) estimaron la frecuencia de los desoves en aproximadamente 20 días.

El presente trabajo describe cualitativa y cuantitativamente los estadios de madurez ovocitaria a nivel histológico durante la concentración estival de la temporada 1988 (noviembre-diciembre). Además se analizó la existencia de conjuntos desovantes y de estados de reversión y se vincula la incidencia de los mismos con el espacio geográfico explorado por el buque de investigación.

MATERIALES Y METODOS

Se extrajeron 523 ovarios de ejemplares adultos de merluza *Merluccius hubbsi* provenientes de la campaña de investigación del BIP OCA-BALDA (N° 08-88) que operó en la zona comprendida entre 43°S y 47°S y entre 63°W y 66°W, durante noviembre-diciembre de 1988 (Fig. 1). Luego las gónadas se fijaron en formol 10%, se incluyeron en parafina y se colorearon con hematoxilina-eosina. Se realizó un diagnóstico de los estadios gonadales y se calculó la superficie relativa ocupada por los ovocitos de crecimiento más avanzado, tanto para los estados de reversión como para los de vitelogénesis. La superficie relativa se denomina Vv según Weibel y Gómez (1969). Para ello se leyeron 15

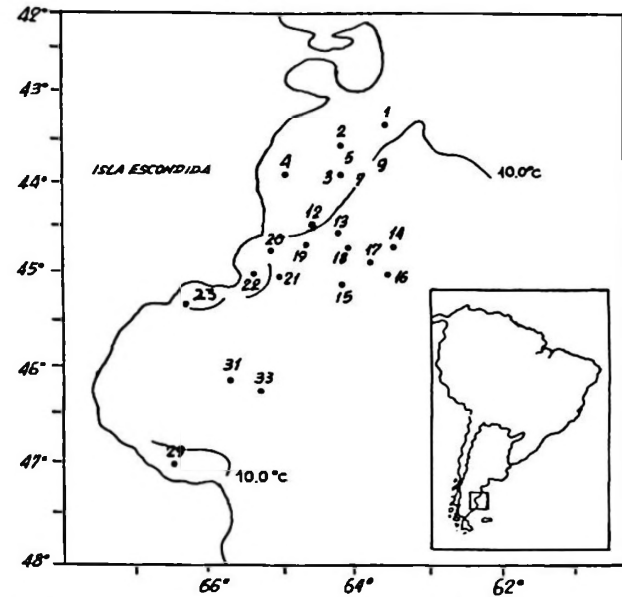


Figura 1. Mapa con la isoterma de 10° C de fondo y de la distribución de los lanzes efectuados en la Patagonia norte y central de Argentina, durante la campaña del BIP Oca-Balda (N° 08-88) que operó durante nov. dic. de 1988.

campos microscópicos por ejemplar con la placa del ocular integrador Carl Zeiss Obercköchen (Fig. 2) y se utilizó la metodología descrita por Christiansen *et al.*, (1973) y Olivieri y Christiansen (1987). Para vincular la distribución geográfica de los estadios gonadales, se aplicó el método de "cluster" jerárquico, utilizando como índice de similitud la distancia

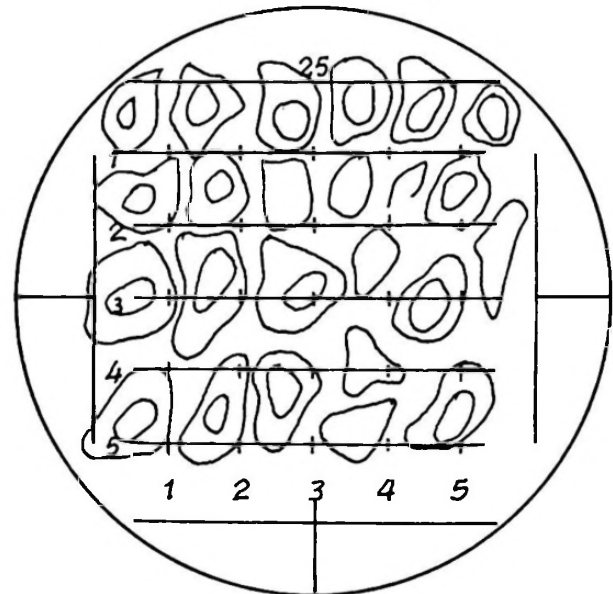


Figura 2. Placa del ocular integrador Carl Zeiss Obercköchen de 25 puntos.

euclidiana y la estrategia de aglomeración de Ward (Mather, 1976), mediante el cálculo de porcentaje de estadios gonadales por cada lance del área explorada. Posteriormente se sumaron las variables talla, porcentaje de hembras con contenido estomacal, temperatura y salinidad del agua para cada lance, y se implementó el método de componentes principales a partir de la matriz de correlación teniendo en cuenta que las variables involucradas tienen magnitudes y unidades distintas. Para ambos análisis se utilizaron los programas AMCL y AMACP implementados en el lenguaje FORTRAN para el computador HP 1.000 del Laboratorio de Computación del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

RESULTADOS

Histología de los estadios gonadales

La descripción microscópica del ovario de merluza llevada a cabo sobre la base de los datos obtenidos durante la campaña OB (Nº 08/88), confirma y amplía los resultados de los estudios histológicos realizados por Christiansen y Cousseau (1971) y Olivieri y Christiansen (1987).

Dado que se trabajó sólo con individuos adultos, no se contó con los estadios virginales I y II que poseen incipiente formación de vitelo primario tal como lo describieran Christiansen y Cousseau (1971). A continuación, se describen las características más significativas para los estadios identificados.

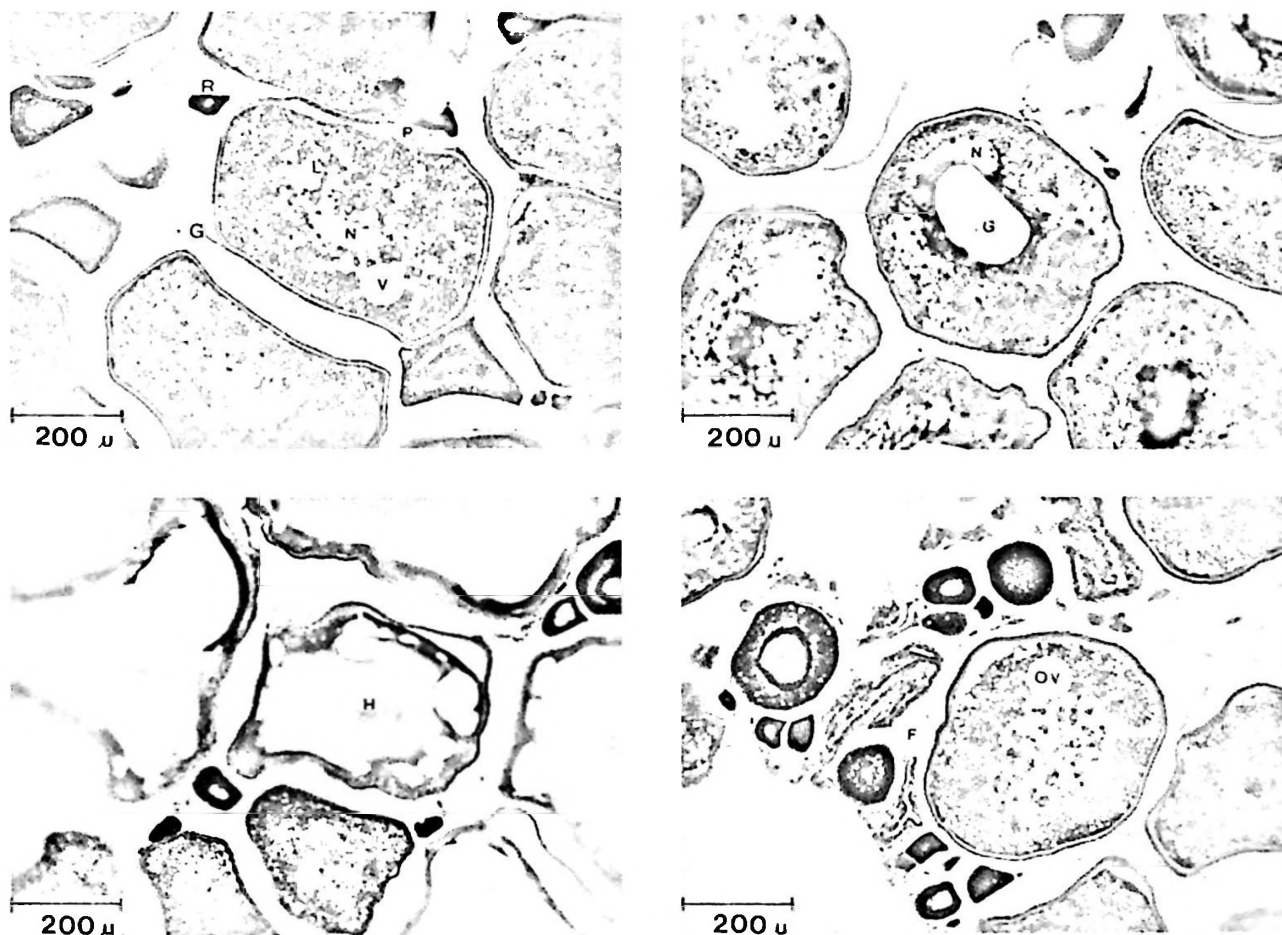


Figura 3. a-d. Cortes histológicas de ovarios de *Merluccius hubbsi* en estadios de maduración III a VI.

a: Estadio III, N=núcleo, L=vacuolas lipídicas, V=gránulos de vitelo, P=membrana pelúcida, G=granulosa, R=ovocitos de reserva;

b: Estadio IV, G=gota oleosa, N= núcleo

c: Estadio V, H=ovocito hidratado;

d: Estadio VI, F=folículo postovulatorio en fase 2, OV=ovocito con vitelo y vacuolas lipídicas.

Estadio III. El ovario se encuentra maduro, los ovocitos se disponen en forma compacta, con escaso componente intercelular. (Fig. 3a).

Se observan tres tipos de ovocitos:

1. Ovocitos de menor tamaño, inmaduros, basófilos y con función de reserva, diámetro promedio (D) = 158 μm , dispersión (S) = 13, número de ejemplares (N) = 50.

2. Ovocitos con vitelo primario y gránulos de vitelo (D) = 240 μm , (S) = 30, (N) = 50.

3. Ovocitos con el citoplasma cargado de gránulos de vitelo y vacuolas lipídicas, el núcleo permanece central y se destaca la membrana pelúcida; D = 384 μm , S = 58 y N = 50.

Estadio IV. Es un estadio de maduración avanzada que aparece en pocos ejemplares. Se caracteriza por presentar, en los ovocitos de mayor crecimiento, un desplazamiento del núcleo acompañado de la gota oleosa (D=439 μm , S=58 y N=50); esta última está formada por la

unión de vacuolas lipídicas (Fig. 3b). Siguen presentes los tres tipos de ovocitos descritos para el estadio III.

Estadio V. Los ovocitos más abundantes están hidratados y el desove es inminente. Este estadio también aparece en pocos ejemplares; persisten aún los cuatro tipos de ovocitos descritos para el estadio anterior. Diámetro promedio del ovocito hidratado=400 μm *, 2 S=40 y N=27 (Fig. 3c).

Estadio VI. La descripción de este estadio corresponde al estadio III, con ovocitos maduros próximos a ser liberados, pero es mayor la vacuidad interovocitaria como consecuencia del desove. La diferencia radica en la presencia de

*El diámetro es menor que en el ovocito con migración de núcleo que caracteriza el estadio IV, debido a que los ovocitos hidratados son más sensibles a la retracción celular causada por la técnica de inclusión en parafina.

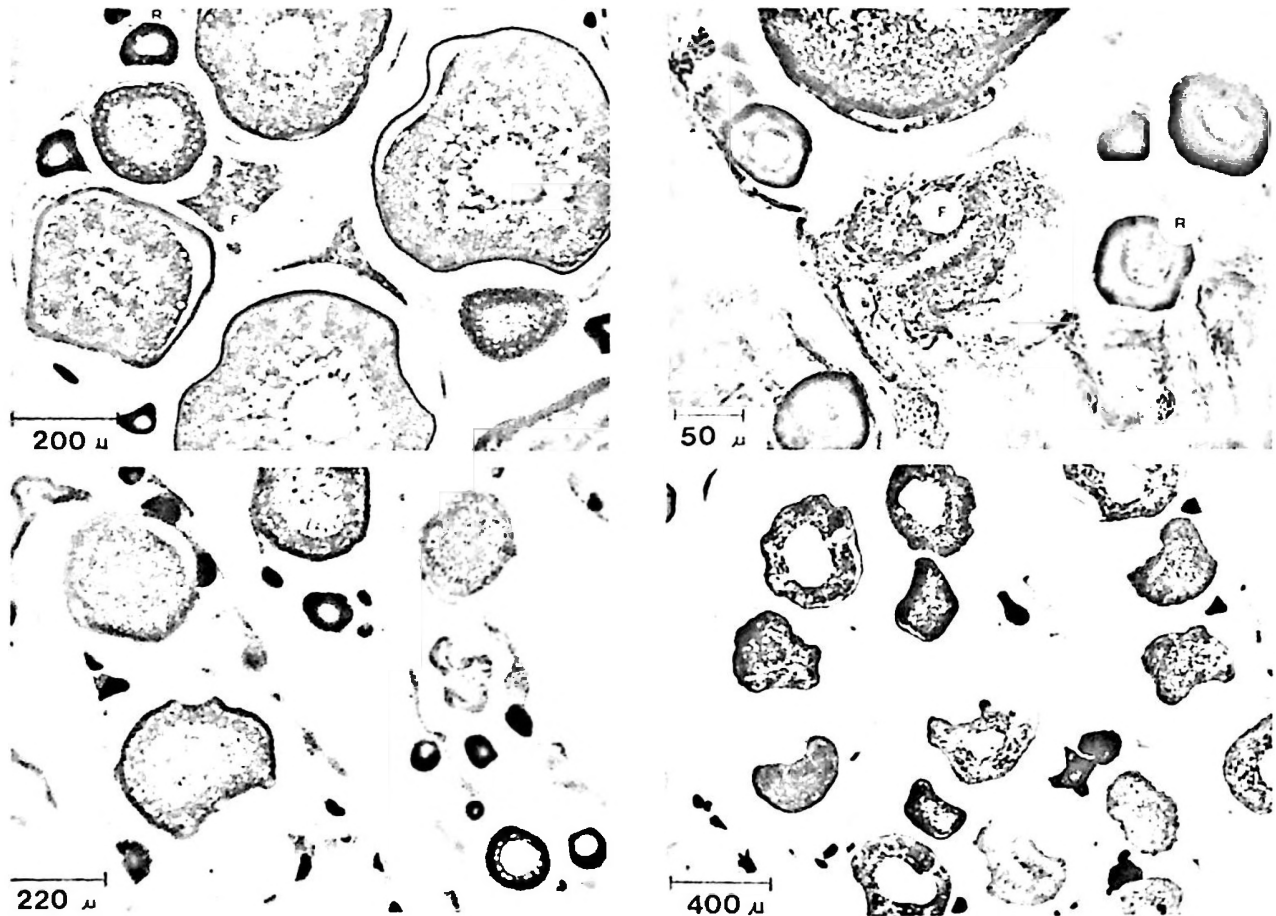


Figura 4 a-d. Cortes histológicos de ovarios de *Merluccius hubbsi* en estadios VI a VII-4.

a: Estadio VI, F=folíc. post. en fase 3, R=ovocito de reserva;

b: Estadio VI, F=folíc. post. en fase 4;

c: Estadio VII-5, obsérvese los espacios vacíos entre ovocitos y restos de tejido conjuntivo como vestigio del desove;

d: Estadio VII-4, vista panorámica donde se observa el ovario desorganizado con ovocitos en avanzado estado de maduración, pero con retracción celular.

folículos postovulatorios que indican un desove ocurrido en un breve lapso de tiempo. Los folículos postovulatorios (FPO) son estructuras residuales constituidas por la teca y el epitelio folicular que permanecen en el ovario luego de la evacuación del ovocito. En su posterior involución presentan cuatro fases, desde su formación hasta su reabsorción (FPO1, FPO2, FPO3, FPO4) (Olivieri y Christiansen, 1987).

FPO1. No se encontró en ningún ejemplar debido posiblemente al desfase horario entre el muestreo y el desove; además es una estructura que se altera rápidamente antes de que el fijador penetre en la totalidad del ovario.

FPO2. El epitelio folicular se presenta replegado, definiendo un espacio o luz menor que en la fase 1. Hunter y Goldberg (1980) determinaron para *Engraulis mordax* que los FPO en esta fase no superan las 48 horas después del desove (Fig. 3d).

FPO3. Desaparece la luz folicular continuando con la involución del epitelio que posteriormente se reabsorberá (Fig. 4a).

FPO4. Es de tipo necrobiótico con significativa presencia de células muertas y núcleos picnóticos (Fig. 4b).

Finalizada la época de reproducción, los ovarios entran en estado de regresión, donde se distinguen 5 estadios: VII-5, VII-4, VII-3, VII-2 y VII.

Estadio VII-5. Comienza el proceso de reversión gonadal. Se observa una marcada retracción celular, restos de tejido conectivo y tecas libres derivadas de la ovulación. Hay tres o cuatro tipos de ovocitos como se describió para los estadios III y IV, donde los más maduros comenzarán el proceso de reabsorción (Fig. 4c). Diámetro promedio del ovocito más maduro=335 μm , S=39 y N=50.

Estadio VII-4. Continúa el proceso de reversión con mayor retracción celular. Se observan espacios vacíos entre los ovocitos que se presentan separados entre sí (Fig. 4d). La presencia de ovocitos maduros en reabsorción (est. VII-5, VII-4) indican que hubo un lapso de tiempo relativamente corto". Diámetro promedio del ovocito más maduro=329 μm , S=37 y N=50.

Estadio VII-3. El ovario se presenta más organizado. Se destaca la formación de crestas ováricas separadas entre sí por un amplio lumen. Existen tres tipos de ovocitos: los ovocitos pe-

queños, inmaduros, de reserva (D=57 μm , S=13 y N=50), los ovocitos con incipiente formación de vitelo (D=109 μm , S=22 y N=50), y los ovocitos de mayor tamaño, con vitelo, pero sin formación de gránulos de vitelo y de vacuolas lipídicas conspicuas (D=237 μm , S=43,92 y

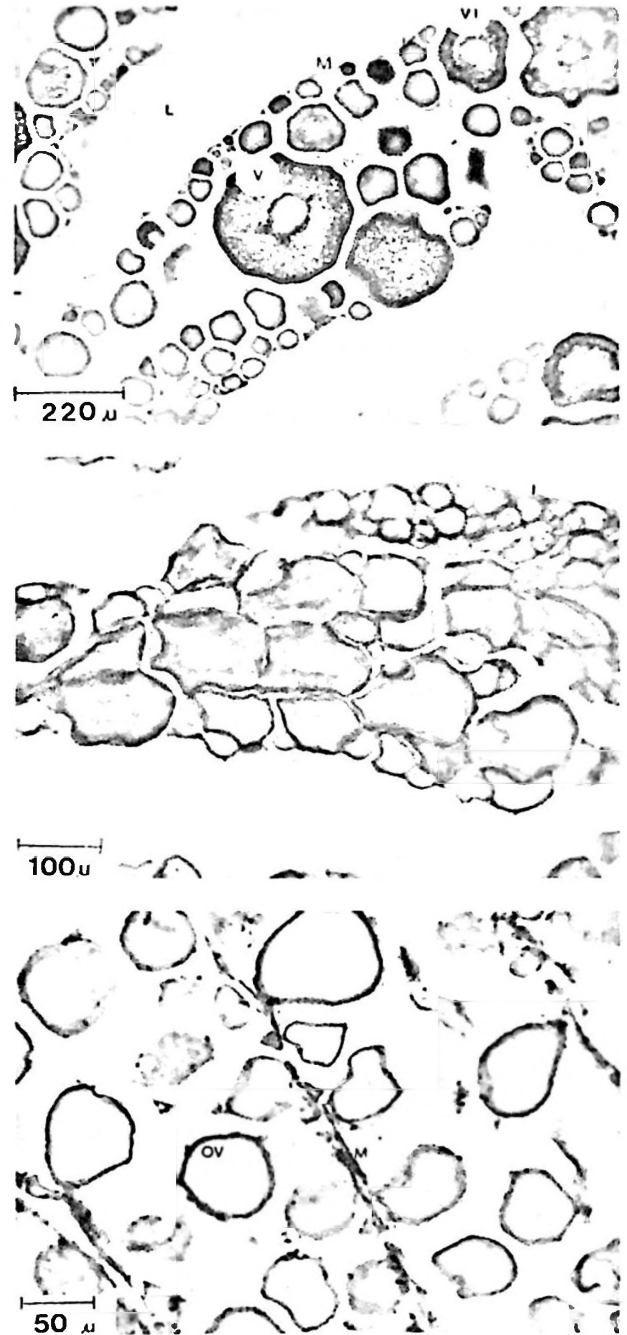


Figura 5 a-c. Cortes histológicos de ovarios de *Merluccius hubbsi* en estadios VII-3 a VII. a: Estadio VII-3, L=lumen, I=ovocito inmaduro, VI=ovocito con vitelo incipiente, V=ovocito vitelado; b: Estadio VII-2, I=inmaduro; c: Estadio VII, OV=ovocito inmaduro, M=membrana germinativa.

N=50) (Fig. 5a). Los ovocitos maduros de los estadios de reversión anteriores se han reabsorbido completamente.

Estadio VII-2. Se observan dos tipos de ovocitos: los pequeños e inmaduros y los ovocitos de mayor tamaño, con o sin formación de vitelo. Continúa la disposición de las crestas separadas entre sí por un amplio lumen, Fig. 5b (D=57 a 109 μ m).

Estadio VII. Se distingue un tipo de ovocito pequeño e inmaduro (D=54 μ m). Persisten los espacios vacuos entre las crestas y es notoria la membrana germinativa de las mismas (Fig. 5c).

Ovocitos atrésicos

En las etapas de reversión es muy frecuente la presencia de ovocitos que detienen su crecimiento y comienzan a reabsorberse. Este proceso se denomina atresia que, según el grado de evolución, puede ser agrupado en dos estados:

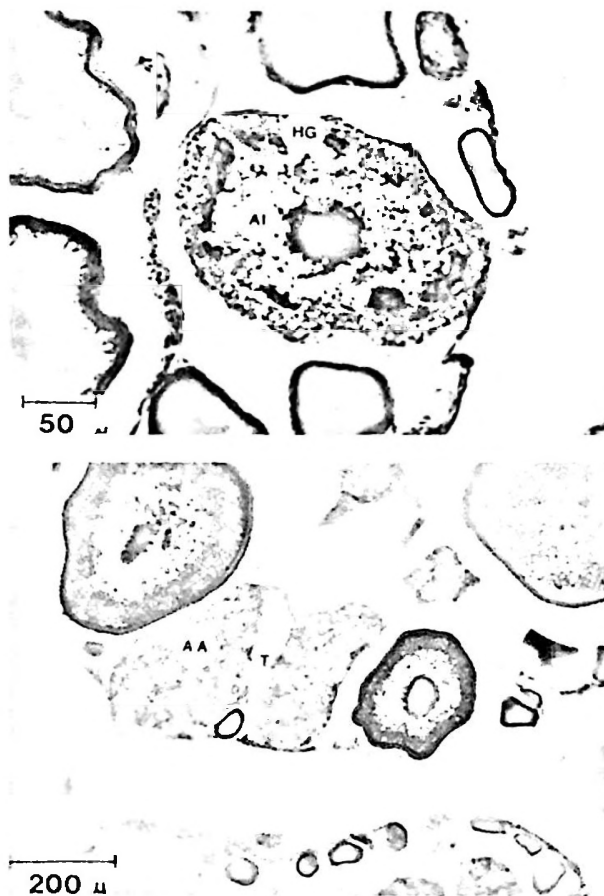


Figura 6 a-b. Cortes histológicos de ovarios de *Merluccius hubbsi* con ovocitos atrésicos.

a: AI=ovocito atrésico en estado inicial, HG=hipertrofia de la granulosa;

b: AA=ovocito atrésico en estado avanzado, T=membrana tecal.

uno inicial y otro avanzado. Estos estadios corresponden a aquéllos propuestos por Hunter y Macewicz (1985) para *E. mordax*, quienes los denominan alfa y beta. No se encontraron diferencias significativas entre las atresias de esta especie y las de *M. hubbsi*.

Estado inicial. La reabsorción del ovocito comienza por la disolución de la membrana pelúcida y la hipertrofia de la granulosa. El núcleo se desintegra, tomando un aspecto irregular y granuloso. Las células de la granulosa invaden el citoplasma y se reabsorbe el vitelo.

Estado avanzado. Continúa la reabsorción de la granulosa hasta su desintegración total; se distinguen células desorganizadas con núcleos picnóticos y vacuolas intracelulares. Existen cavidades intercelulares y en algunos ovocitos atrésicos se observa la membrana tecal (Fig. 6b).

Ciclo gonadal

Este ciclo está esquematizado en la Fig. 7. Los estadios I y II corresponden al estado virginal presente en juveniles. Luego de la maduración

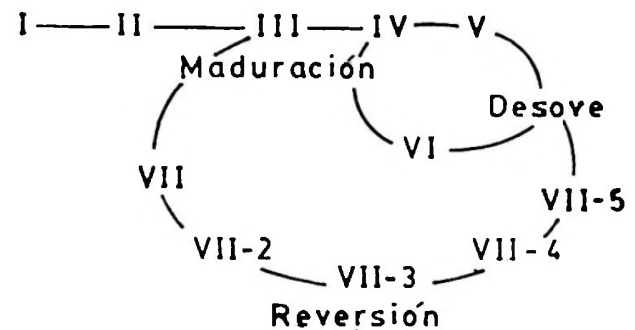


Figura 7. Ciclo gonadal en el ovario de *M. hubbsi*. El círculo pequeño indica los desoves parciales en la misma época de freza. El círculo mayor indica el proceso de reversión, reposo y activación para la próxima temporada reproductiva.

de los ovocitos (estadio III), comienza la migración del núcleo y se forma la gota oleosa (estadio IV). Finalmente predominan los ovocitos hidratados (estadio V), que son liberados por el desove; como prueba del mismo, quedan en el ovario los FPO y ovocitos maduros que serán evacuados posteriormente (estadio VI), con lo cual se confirma más de un desove para la misma temporada reproductiva. Este período de recuperación está representado por el círculo pequeño del ciclo esquematizado en la Fig. 7.

El proceso de reversión ocurre después de tres o cuatro desoves (Olivieri y Christiansen, 1987), el cual comienza con los estadios VII-5 y VII-4, donde los ovocitos en maduración avanzada inician su reabsorción, desapareciendo completamente en el estadio VII-3. Por último, se distinguen sólo ovocitos inmaduros (VII-2, VII).

Superficie relativa (Vv) de los ovocitos

Luego del análisis cualitativo de los estadios gonadales, se procedió a la cuantificación de los mismos mediante el cálculo de las superficies relativas Vv. Las superficies son relativas al campo microscópico y están expresadas en porcentajes. Los valores máximos están dados por el estado de maduración total, y al producirse el desove, estos valores disminuyen notablemente (Olivieri y Christiansen, 1987).

En la Tabla 1 se indican los valores de Vv promedio para cada estadio donde se confirma la brusca caída luego del desove (Vv=58% a Vv=28%).

Tabla 1. Superficie relativa (Vv) promedio para cada estadio.

Estadio	Vv	Nº ejemplares
III	58	10
IV	43*	1
V	58	10
VI	32	
FPO2	28	1
FPO3	30	7
FPO4	41	2
VII5	33	10
VII4	17*	10
VII3	30	10
VII2	18	10
VII	16	10

*El valor para el estadio IV y VII4 es bajo debido a un artificio técnico que provocó el barrido de estructuras celulares.

Tabla 2. Distribución porcentual de los estadios gonadales (III-VII) para cada lance de pesca y las variables biológicas y ambientales correspondientes.

Lance	III-VI	VII5	VII4	Estadios VII3	VII2	VII	Lt cm	Estomagos con contenido	Salin. %	Temp. °C
1	100						-	-	-	-
2	100						-	-	-	-
3	94						49.6	40	33.37	10.41
4				6			43.3	52	33.46	10.17
5	94			5			48.7	31	33.37	10.41
7	96			3			52.3	17	33.37	10.41
9	100						50.5	7	33.37	10.41
12	90			4			47.0	64	33.49	10.29
13	86			13			42.0	83	33.35	9.99
14	60			21			47.2	26	33.21	8.88
15	61			28			44.0	63	33.21	7.99
16	46		4	30	4	16	-	-	-	-
17	37		16	45			46.1	93	33.43	10.51
18			55	6	31	6	42.4	31	33.22	8.18
19			100				42.3	77	33.36	9.69
20			100				46.4	11	33.36	9.69
21	20			20			43.6	83	33.31	9.49
22			100				43.6	47	33.43	10.68
23	4		83		12		36.1	58	33.42	11.11
29		7	37	14	22	14	37.1	95	33.21	10.50
31		42	50		7		-	-	-	-
33		12	19		51	16	37.7	44	33.07	7.45

Para el análisis de componentes principales se excluyeron los lances con información incompleta (lances 1, 2, 16 y 31).

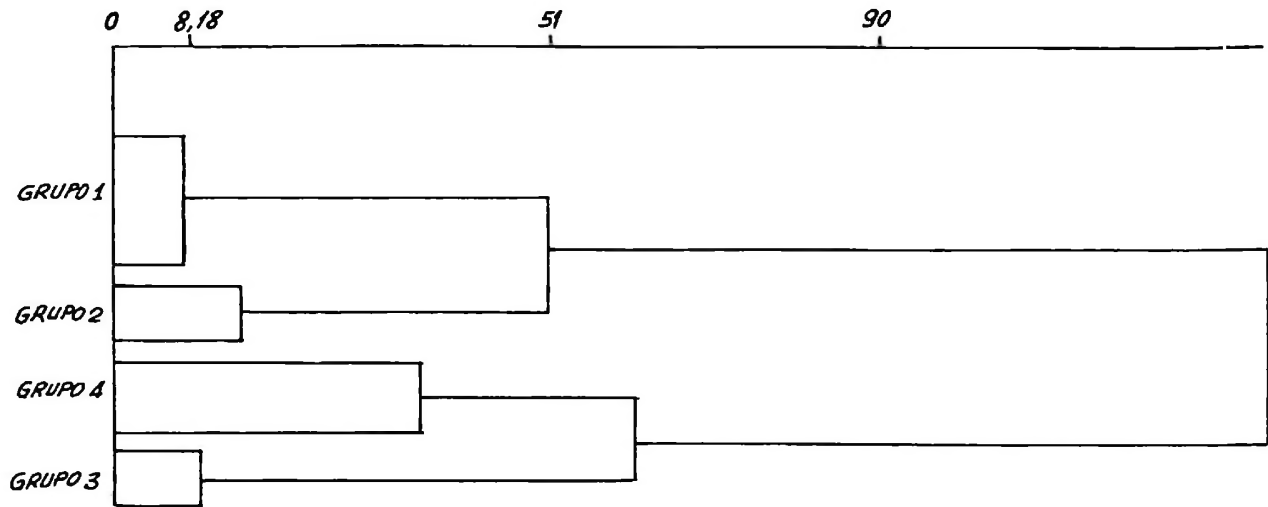


Figura 8. Dendrograma confeccionado con la distribución porcentual de estadios gonadales de *M. hubbsi* para cada lance mediante un análisis de agrupamiento.

A medida que el ovario se recupera para volver a desovar, aumentan los valores de 28% a 41%. Cuando culmina el proceso de reversión (estadio VII) la superficie relativa de los ovocitos no sobrepasa el 16%.

Distribución espacial de los estadios gonadales en el área explorada.

Se realizó un análisis de agrupamiento para vincular la distribución espacial de los estadios

Tabla 3. Porcentajes de los estadios gonadales en *M. hubbsi* para los cuatro grupos definidos por el análisis de agrupamiento.

	III	VII5	Estadio gonadal VII4	VII3	VII2	VII
Grupo 1, lances 1, 2, 3, 5, 7, 9, 12, 13	96.26			3.73		
Grupo 2, lances 14, 15, 16, 17	51.61		5.17	31.73	8.76	4
Grupo 3, lances 18, 21, 29, 31, 33	5	24.63	41.20	6.84	16.19	6.07
Grupo 4, lances 19, 20, 22, 23	1.04		95.83		3.13	

gonadales. En la Tabla 2, primeras seis columnas, se muestra la distribución porcentual de los estadios para cada lance. Los estadios IV, V y VI que están poco representados, se incluyeron en el estadio III.

En la Fig. 8 se esquematiza un dendrograma en el cual se observa que por encima del nivel 8, se

identifican cuatro agrupamientos por lances, los cuales a un nivel superior a 51, conforman dos agrupamientos mayores (A y B de la figura).

En la Tabla 3 se resumen los porcentajes de estadios para los cuatro grupos, definidos por este análisis, lo que permite llegar a las siguientes interpretaciones:

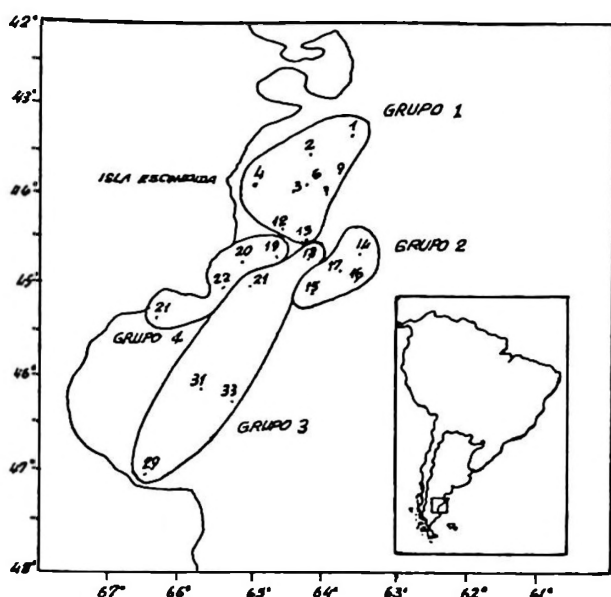


Figura 9. Mapa de la Patagonia Argentina que indica la agrupación de lances definida por el análisis de agrupamiento.

Grupo 1: individuos en maduración y desove (estadios III, IV, V, VI);

Grupo 2: individuos en maduración y reversión (estadios III y VII-3);

Grupo 3: individuos en reversión (VII-5, VII-4, VII-2 y VII);

Grupo 4: individuos en reversión (estadio VII-4).

a) Lances con predominio de estadios de desove.

Grupo 1. Integrado mayoritariamente por individuos maduros en desove (estadios III a VI). Se ubica en la zona frente a Isla Escondida comprendida entre 43°-44°S y 64°-65°W (Fig. 9).

Grupo 2. Incluye los lances en el cual la mitad de los ejemplares se encuentran en estadio III (51.61%), y la mitad en reversión, donde el estadio VII-3 tiene el porcentaje más alto. Se halla entre 44°25'S-45°00'S y 63° 45'W-64°15'W (Fig. 9).

b) Lances con predominio de estadios de reversión.

Grupo 3. Integrado por individuos en reversión en todos sus estadios. Es el grupo más heterogéneo y ocupa una amplia zona desde 44°25'S hasta el extremo sur del Golfo San Jorge (47°S) (Fig. 9).

Grupo 4. Constituido mayoritariamente por ejemplares en reversión temprana (estadio VII-4); ocupa el área costera de 44°25'S a 45°15'S.

Tabla 4. Coeficientes de correlación significativos de las variables que intervienen en los tres primeras componentes.

Componentes	Contribución	Porcentajes de acumulación	Variables	Coef. de correl.
1	0.43	43.22	Est. VII2	-0.89
			Est. VII	-0.86
			Salinidad	0.79
			Talla	0.77
			Est. III	0.75
			Temperatura	0.62
2	0.21	64.70	Est. VII4	-0.83
			Estomagos contenidos	0.88
3	0.18	83.36	Est. VII3	0.83

Otras variables biológicas y ambientales.

Se realizó un análisis de componentes principales considerando además de las variables ya tratadas para cada lance, la temperatura, la talla media y el porcentaje de hembras con estómagos con contenido, esta última información cedida por el Laboratorio de Ecología Trófica, perteneciente al INIDEP. Como las variables

pertenecientes a los estadios gonadales suman entre todas el 100% se elimina una de ellas (est. VII-5).

En la Tabla 4 se detallan las variables que intervienen en las tres primeras componentes, que contribuyen con un porcentaje de acumulación de 83,86.

Los componentes 1 y 2 están graficados en la Fig. 10a, y se puede apreciar un agrupamiento

de lances similar al obtenido mediante el análisis de "cluster".

El grupo 1, definido por el análisis de "cluster", se concentra en el cuadrante superior derecho, donde la temperatura, la salinidad, la talla, y el porcentaje del est. III presenta valores altos.

El grupo 2 se ubica en los bordes del mismo, donde no es tan mayoritaria la presencia del est. III, y la temperatura y la salinidad disminuyen, correspondiendo a una región de aguas más profundas.

El grupo 3 queda incluido en el cuadrante izquierdo, y los valores de salinidad y temperatura son menores junto con una marcada presencia de los estadios VII-2 y VII.

El grupo 4 se mantiene en el cuadrante inferior izquierdo, cerca del límite con el derecho, con características de temperatura y salinidad similares al grupo 2, no obstante el estadio VII-4 es el que predomina.

En la Fig. 10b se grafican las componentes 1 y 3, los lances no se destacan claramente en su

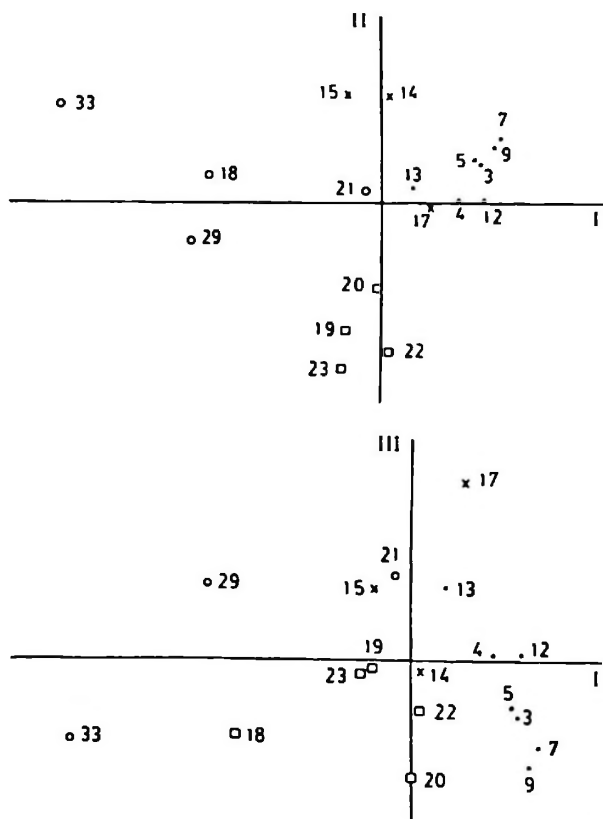


Figura 10 a-b. Resultado del análisis de componentes principales de los lances de pesca efectuados en la Patagonia norte y central de Argentina.

a: Espacio definido por los ejes 1 y 2;

b: Espacio definido por los ejes 1 y 3.

• Grupo 1; x Grupo 2; o Grupo 3; □ Grupo 4.

agrupamiento, pero se puede apreciar que el grupo 1 (est. III) y el grupo 4 (est. VII-4) presentan bajos porcentajes de estómago con contenido (cuadrante inferior) en comparación con el grupo 2. El grupo 3 no se define en los valores de estómago con contenido.

DISCUSION

Del análisis de los estadios gonadales se describen siete estados de los cuales el de reversión presenta cinco fases (VII5, VII4, VII3, VII2, VII) en la medida que se van reabsorbiendo los ovocitos remanentes luego del desove. Los ovarios posdesovados recientes sin recuperación (estadios VII-5 y VII-4), indican la elevada proporción de ovocitos en maduración avanzada que comienzan el proceso de reabsorción. Estos estadios son análogos a las hembras "desovadas III y IV" descritas por Christiansen (1971), quien además explicó que el remanente ovocitario después de la puesta presenta ovocitos desde etapas iniciales de maduración hasta etapas más avanzadas. Foucher y Beamish (1977) en *M. productus* también observaron una sustancial reabsorción de ovocitos, ya que el conjunto de los vitelados supera ampliamente el número de aquéllos que serán desovados, excepto en años excepcionales.

En la Tabla 1 se muestra que a mayor crecimiento ovocitario en un ovario desovado, mayor es el grado de involución de los FPO. Esta relación confirma los valores presentados por Olivieri y Christiansen (1987) de superficie relativa en gónadas con FPO1 iniciales ($Vv=13\%$) y con FPO4 finales ($Vv=37\%$).

La existencia de un área de desove y crianza patagónica en la zona de Isla Escondida ya fue señalada por Otero (1986) y Otero *et al.* (1986) mediante el estudio de índices de densidad poblacional y estructuras de tallas. La isoterma de fondo de 10°C (Fig. 1) separa al norte, los individuos desovantes y posdesovantes recientes (grupo 1 y 4, Fig. 9), y al sur de la misma, con temperaturas inferiores, se distribuyen los individuos maduros y en reversión (grupo 2 y 3). Así vemos que la temperatura de fondo del agua propicia para el desove de la merluza en esta área, oscila entre el $10,1^{\circ}\text{C}$ y $10,4^{\circ}\text{C}$ (Tabla 2).

Ciechomski *et al.*, (1975, 1979, 1983) hallaron

altas concentraciones de huevos y larvas en la zona de Isla Escondida. Ehrlich y Ciechowski (en prensa) relacionan el área de desove con el frente de marea de Península de Valdés; este frente separa aguas costeras de mezclado vertical intenso por acción de las mareas, de áreas con aguas estratificadas térmicamente; por procesos de afloramientos en el frente existen altas biomasa de fitoplancton (Carreto *et al.*, 1986). La duración del frente de marea desde noviembre a marzo coincide en gran medida con la temporada reproductiva estival de la merluza (Ehrlich y Ciechowski, en prensa). Con respecto a la biomasa de zooplancton, alimento para larvas y juveniles de merluza, no es mayor en la zona del frente con respecto a las áreas circundantes muy cercanas (Viñas *et al.*, en prensa).

El grupo desovante de Isla Escondida provendría de un stock de merluza ubicado durante el invierno aproximadamente entre 43° y 48°S y 61 y 63°W en aguas de la plataforma Pérez Comas (1990). Durante esta estación estaría alimentándose para luego migrar en la primavera al sector de Isla Escondida con fines reproductivos.

El conjunto de individuos pertenecientes al grupo 2 es el más cercano a este stock y probablemente derive de él; presenta los mayores porcentajes de estómagos con contenido además de ejemplares maduros y en reversión; dadas estas características, seguramente se dirijan hacia la zona que ocupa el grupo 1 para desovar; éstos a su vez se desplazarían hacia el área que ocupa el grupo 4 (postdesovados recientes) y finalizado el verano regresarían a aguas más profundas de la plataforma.

Con respecto a la zona del Golfo San Jorge el muestreo fue muy escaso ya que escapaba a los objetivos del trabajo; Ehrlich y Ciechowski (en prensa) señalan la presencia de huevos y larvas en el extremo sur del golfo y lo relacionan con el frente termohalino presente en esa zona.

Es interesante señalar para el mismo sector la existencia de otra isoterma de fondo de 10°C. En este frente tampoco se hallaron valores más elevados de biomasa de zooplancton (Viñas *et al.*, en prensa). Pérez Comas (1990) señala que pertenecerían a un stock de merluza permanente en el interior del Golfo San Jorge.

De esta manera, contemplando el estudio entre diversas tipificaciones histológicas correlativas con la información de parámetros am-

bientales, se contribuye a esclarecer sobre la existencia de diferentes conjuntos desovantes y aspectos de la dinámica involucrada en los mismos, con aplicación en la administración pesquera.

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del Laboratorio de Histología del INIDEP, quienes procesaron el material, al Lic. Daniel Hernández por la orientación estadística brindada y al Dr. Angelescu por la revisión del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- CARRETO, J.I., M.R. BENAVIDES, R.M. NEGRI & P.D. GLORIOSO. 1986. Toxic red tide in the Argentine Sea, Phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate *Gonyaulax excavata* in a frontal area. *J. Plank. Res.*, 8(1): 171-238.
- CHRISTIANSEN, H.E. & M.B. COUSSEAU, 1971. La reproducción de la merluza en el mar argentino. *Boletín N° 20 del Instituto de Biología Marina*.
- CHRISTIANSEN, H.E., S.R. BRODSKY & M.E. Cabrera, 1973. La microscopía aplicada con criterio poblacional en el estudio de las gónadas de vertebrados e invertebrados marinos. *Physis, Sección A*, 32(85): 467-480.
- CHRISTIANSEN, H.E., P.D. GLORIOSO & C.E. OLIVIERI, 1986. Aplicación de la histología en la determinación de efectivos de merluza (*Merluccius hubbsi*). Tipificación de tejidos, cálculos de la fecundidad y vinculación con las condiciones ambientales. *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar.*, 1(2): 567-574.
- CIECHOMSKI, J.D., 1967. Carácter del desove y fecundidad de la merluza argentina, *Merluccius hubbsi* del sector bonaerense. *Boletín N° 13 del Instituto de Biología Marina*: 30 p.
- CIECHOMSKI, J.D., M.C. CASSIA & G. WEISS, 1975. Distribución de huevos y larvas y juveniles de peces en los sectores surbonaerenses, patagónico y fueguino del Mar Epicontinental argentino, en relación con las condiciones ambientales, en noviembre 1973-enero 1974. *Ecosur*, 2(4): 219-248.
- CIECHOMSKI, J.D., R.P. SÁNCHEZ, M.D. EHRLICH & C.A. LASTA, 1979. Distribución de huevos y larvas de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el mar argentino en diferentes épocas del año y evaluación de sus efectivos de adultos desovantes. *Contrib., Inst. Nac. Invest. Des. Pesq.*, 380: 12p.
- CIECHOMSKI, J.D., R.P. SÁNCHEZ, C.A. LASTA, & M.D. EHRLICH, 1983. Distribución de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) y de merluza (*Merluccius hubbsi*), evaluación de sus efectivos desovantes y análisis de los métodos empleados. *Contrib. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq.*, 432: 3-37.
- EHRLICH, M.D. & J.D. CIECHOMSKI. Reseña sobre la distribución de huevos y larvas de merluza (*Merluccius hubbsi*)

- basada en veinte años de investigaciones. Contrib. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq. Nº 779 (en prensa).
- FOUCHER, R.P. & R.J. BEAMISH, 1977. A review of oocyte development in fishes with special reference to Pacific hake (*Merluccius productus*). Can. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep., 755: 16p.
- HUNTER, J.R. & B.J. MACEWICZ, 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull., 83(2): 119-136.
- HUNTER, J.R. & S. GOLDBERG, 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull., 77(36): 641-652.
- MATHER, P.M. 1976. Computational methods of multivariate analysis in physical geographic. Univ. Nontingham. Press Ltd. Bath, Engl. 441pp.
- OLIVIERI, C.E. & H.E. CHRISTIANSEN, 1987. Consideraciones preliminares sobre la frecuencia reproductiva de la merluza común (*Merluccius hubbsi*). Publ. Com. Téc. Mix. Mar., 3:67-71.
- OTERO, H.O., 1986. Determinación del ciclo migratorio de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) mediante el análisis de índices de densidad poblacional y concentración del esfuerzo de pesca. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar., 1(1):75-92.
- OTERO, H.O., M.S. GIANGIOBBE & M.A. RENZI, 1986. Aspectos de la estructura de población de la merluza común (*Merluccius hubbsi*). Distribución de tallas y edades. Estadios sexuales. Variaciones estacionales. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar., 1(1): 147-179.
- PÉREZ COMAS, J.A., 1990. Biology and distribution of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*): considerations on its stock structure, migrations and dynamics of its nursery ground at San Jorge Gulf (Argentina). Trabajo de tesis para optar el grado de Master de la Universidad de Washington, 179 p. (Manuscrito).
- VIÑAS, M.D., F.C. RAMÍREZ, B.A. SANTOS & G.M. PÉREZ SEIJAS. Zooplankton alimento de larvas y juveniles de merluza (*Merluccius hubbsi*) en su área de desove y crianza norpatagónica. Contrib. Inst. Nac. Inv. Des. Pesq. Nº 725 (en prensa).
- WEIBEL, E.R. & D.M. GÓMEZ, 1969. Stereological principles for morphometry in electron microscopic cytology. Inter. Rev. Cytol. 26: 235-302.

EVALUACION DEL RECURSO MERLUZA COMUN (*MERLUCCIUS GAYI*) DE LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE POR ANALISIS DE REDUCCION DE STOCK

STOCK ASSESSMENT OF THE CHILEAN HAKE (*MERLUCCIUS GAYI*) OFF CENTRAL-SOUTHERN CHILE BY STOCK REDUCTION ANALYSIS

Luis Cubillos¹ y Hugo Arancibia¹

RESUMEN

Se realiza una evaluación del stock de merluza común (*Merluccius gayi* Guichenot, 1848) explotado en la zona centro-sur de Chile (30°S-40°S), mediante el método Análisis de Reducción de Stock (ARS) en el período 1940-1991, con el objeto de estimar la captura máxima equilibrada (CME) en función de la tasa de mortalidad por pesca. Los resultados indican que la CME alcanza a 78 mil toneladas a una tasa de mortalidad por pesca óptima de 0,70 año⁻¹. La evaluación de merluza común por el ARS concuerda con aquella obtenida por otros métodos de evaluación, apreciándose una recuperación de la biomasa del recurso durante la década de los ochenta.

Palabras claves: Captura máxima equilibrada (CME), pesquería demersal, dinámica poblacional.

ABSTRACT

A stock assessment of the Chilean hake (*Merluccius gayi* Guichenot, 1848) exploited off Central-Southern Chile is done, through the Stock Reduction Analysis method (SRA), for the period 1940 to 1991. The objective is to estimate the maximum sustainable yield (MSY) as a function of the fishing mortality. The results showed that MSY reaches 78 thousand ton with a fishing mortality of 0.70 year⁻¹. The assessment of the Chilean hake by SRA is in agreement with those results obtained by another stock assessment models, where it is appreciated a recovery of the Chilean hake biomass during the 1980s.

Key words: Maximum sustainable yield (MSY), demersal fishery, populations dynamics.

INTRODUCCION

La explotación comercial de merluza común (*Merluccius gayi*) se inicia en Chile en 1938 (Yáñez *et al.* 1985), aumentando progresivamente los desembarques desde menos de 20 mil toneladas, entre 1940 y 1946, hasta alrededor de 90 mil toneladas anuales entre 1961 y 1967. En 1968 se

logra el desembarque más alto en la historia de la pesquería (128 mil toneladas), para iniciar posteriormente una progresiva declinación hasta 1976 (Fig. 1). Subsecuentemente, hasta 1987, los desembarques se estabilizan en alrededor de 30 mil toneladas anuales y luego inician nuevamente una tendencia al aumento, alcanzando a 63 mil toneladas en 1991.

¹ Instituto de Investigación Pesquera, Octava Región, Casilla 350, Talcahuano, Chile.

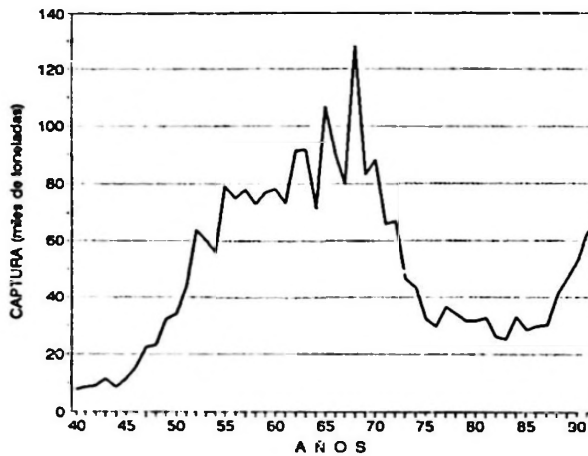


Figura 1. Evolución histórica de los desembarques de merluza común entre 1940 y 1991 (Fuente: Servicio Nacional de Pesca).

La evolución histórica de los desembarques de merluza común ha motivado que las investigaciones biológico-pesqueras se orienten a analizar la situación del recurso, utilizándose para ello varios modelos de evaluación de stock. Aguayo & Robotham (1984) señalan que la biomasa total de merluza común se habría reducido en 55% entre 1966 y 1982, a partir de una biomasa total de 505 mil toneladas en 1966, estimada por Análisis de Población Virtual (APV). Estos autores estiman, además, una captura máxima equilibrada de 92 mil toneladas para el período 1962-1972, y de 39 mil toneladas entre 1973 y 1981, utilizando modelos de producción. Similares resultados informan Yáñez *et al.* (1985); recientemente, Bustos *et al.* (1991) comunican un aumento en la biomasa total del stock de merluza común hacia fines de la década de los años ochenta.

El objetivo de este estudio es evaluar al recurso merluza común mediante el método Análisis de Reducción de Stock, estimándose la captura máxima equilibrada en función de la mortalidad por pesca.

MATERIALES Y METODOS

El Análisis de Reducción de Stock (ARS) es un método de evaluación que se clasifica dentro de los modelos de producción, y utiliza las capturas anuales, la ecuación de captura de Baranov y de biomasa con pasos de retardo (Kimura *et al.* 1984, Kimura 1985, 1988).

La expresión básica del ARS es la siguiente:

$$B_t = (1 + p)s_{t-1}B_{t-1} - ps_{t-1}s_{t-2}B_{t-2} + R_t - pws_{t-1}R_{t-1} \quad (1)$$

donde el subíndice t representa años; B_t es la biomasa del stock a comienzos de cada año; p , es el coeficiente de crecimiento de Brody; $s = \exp[-(M+F)]$, es la tasa de sobrevivencia; R_t es el reclutamiento a la biomasa del stock explotable (en peso y en filo de cuchillo); $w = (w_{k-1}/w_k)$, es la razón de pesos promedio, donde k es la edad de reclutamiento; M , es la tasa de mortalidad natural; y F , es la tasa de mortalidad por pesca.

En este estudio, para la merluza común se supone una relación stock-recluta del tipo Ricker (1975), cuya expresión, en términos del ARS, es la siguiente:

$$R_t = R_1(B_{t,k}/B_1)\exp[a(1 - B_{t,k}/B_1)] \quad (2)$$

donde R_1 es el reclutamiento en peso correspondiente a una fracción de la biomasa inicial B_1 y a es un parámetro que da la forma a la relación stock-reclutamiento (Kimura 1988). R_1 se estima mediante la siguiente ecuación:

$$R_1 = B_1[(1 - \exp(-M)) + p(\exp(-2M) - \exp(-M))]/(1 - pw\exp(-M))$$

donde los parámetros M , p , w , y B_1 se han definido previamente. La biomasa inicial (B_1) representa la biomasa virgen o ligeramente explotada, y se consideró una condición pesimista en su estimación, es decir, un nivel de biomasa cercano al valor mínimo que permita una completa solución de la serie de captura utilizada, la cual cubre desde 1940 a 1991 (Fig. 1). En este sentido, la biomasa inicial resulta ser de 450 mil toneladas a comienzos de 1940.

El coeficiente de crecimiento de Brody se estimó según la expresión:

$$p = (1 - w_k/W_\infty)$$

donde w_k es el peso promedio a la edad de reclutamiento k , y W_∞ es el peso asintótico; habiéndose utilizado los pesos promedio a edad comunicados por Aguayo & Ojeda (1987). Se consideró que el reclutamiento al stock capturable ocurre a la edad 5.

La tasa de mortalidad natural para machos y hembras, en conjunto, se consideró en $0,3 \text{ año}^{-1}$. Esta corresponde a un valor intermedio entre

0,24 año⁻¹, estimado por la ecuación de Pauly (1980) con los parámetros de crecimiento comunicados por Aguayo & Ojeda (1987) y para una temperatura de 11°C; y el valor de M igual a 0,4 año⁻¹, estimado por la ecuación de Rikther y Evanof (1976), para una edad de primera madurez sexual a los 4 años (Bustos *et al.* 1991).

La estimación de la biomasa equilibrada (B_{eq}) en función de la mortalidad por pesca (F_{eq}) se estima por la ecuación:

$$B_{eq} = (B_1/a) \text{Log}_e [\exp(a) c_0 / (c_1 B_1)]$$

donde $c_0 = R_1 (1-pws)$, y $c_1 = 1 - (1+p)s + ps^2$, siendo los parámetros B_1 , R_1 , a , p , w , y s , definidos previamente.

Las capturas equilibradas se calculan desde B_{eq} mediante la ecuación $Y_{eq} = E B_{eq}$, donde E es la tasa de explotación definida por:

$$E = F[1 - \exp(-(F+M))] / (F+M)$$

Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad de los resultados, en este caso de la captura máxima equilibrada y de la tasa de mortalidad por pesca óptima (F_{op}), según un cambio porcentual de -20% a 20% en los parámetros de entrada al método: B_1 , a , y M , que son aquellos de mayor incertidumbre en su estimación.

Tabla 1. Parámetros de entrada al Análisis de Reducción de Stock aplicado al recurso merluza común de la zona centro-sur de Chile.

Parámetro	Definición y unidad	Valor
M	Mortalidad natural (año ⁻¹)	0,3
p	Coefficiente de crecimiento	0,82
w	Razón de pesos promedio ^a	0,69
B_1	Biomasa inicial (miles de ton.)	450,00
a	Parámetro de la relación stock-recluta tipo Ricker	1,9
k	edad de reclutamiento al stock (año)	5

^a Calculada a partir de los parámetros de crecimiento en peso: $W_{\infty} = 3196,3$ g; $K = 0,139$ año⁻¹; y $t_0 = -0,923$ años; comunicados por Aguayo y Ojeda (1987).

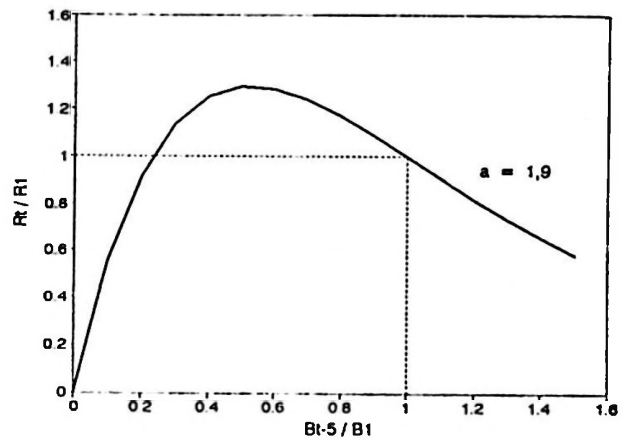


Figura 2. Relación stock-recluta obtenida para la merluza común, y parametrizada en términos del Análisis de Reducción de Stock (ver texto).

RESULTADOS

Un resumen de los parámetros de entrada al método, utilizados en este estudio, se muestra en la Tabla 1. Se destaca que bajo el supuesto de que la biomasa de merluza común a comienzos de 1940 era de 450 mil toneladas, no existe una solución completa del ARS para valores del parámetro a inferiores a 1,9. Por esta razón, la relación stock-recluta de merluza común quedaría definida con a igual a 1,9 en este estudio (Fig. 2).

La magnitud de la captura máxima equilibrada (CME) es de 78 mil toneladas y ocurre a una tasa de mortalidad por pesca (F_{op}) igual a 0,70 año⁻¹ (Fig. 3). La dispersión de los puntos

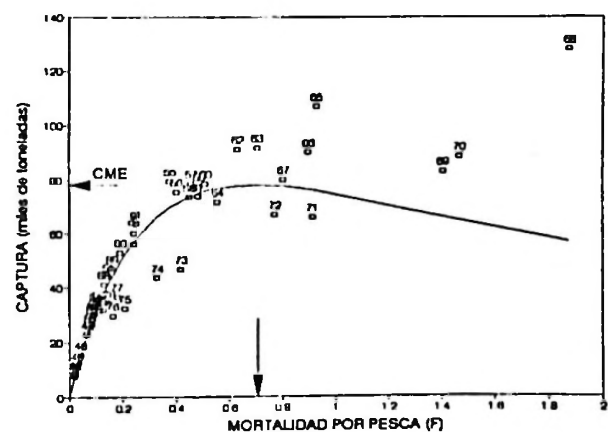


Figura 3. Capturas observadas y equilibradas de merluza común en función de la tasa de mortalidad por pesca, entre 1940 y 1991.

corresponde a aquellas capturas observadas versus la tasa de mortalidad por pesca estimada por el ARS. En este contexto, entre 1955 y 1972 hubo una explotación apropiada del recurso, pero con intensidades de pesca superiores a la óptima entre 1965 y 1972, particularmente entre 1968 y 1970 (Fig. 3).

La evolución de la biomasa, en función de la mortalidad por pesca, indica que la mayor reducción del stock ocurrió entre 1969 y 1971, representando aproximadamente un 40% de reducción respecto de la biomasa virgen en 1940 (Fig. 4). Posterior a 1972 ocurre una disminución de la intensidad de pesca, lo que favoreció la recuperación de la biomasa del stock de merluza durante la década de los años ochenta. De esta manera, la intensidad de pesca actual, hacia fines de la década del ochenta y comienzos del noventa, es de carácter moderado (Figs. 3 y 4).

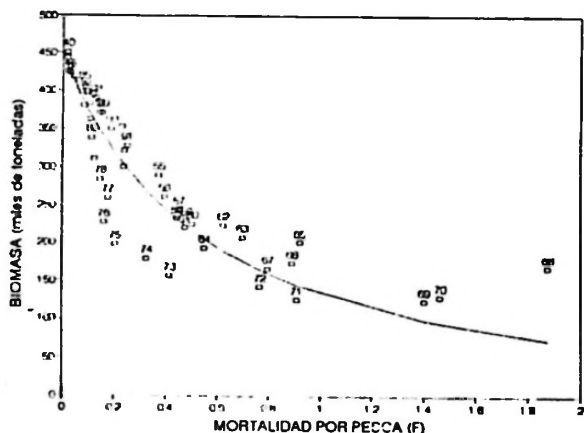


Figura 4. Biomasa de merluza común en función de la mortalidad por pesca, entre 1940 y 1991.

Por otra parte, un análisis de sensibilidad en los estimados de $CME = 78$ mil ton y $F_{op} = 0,7$ año⁻¹, respecto a los parámetros de entrada B_1 , a , y M utilizados (Tabla 1), indica que la estimación de CME es menos sensible que la estimación de F_{op} (Fig. 5). Una sobreestimación de estos parámetros de entrada al método incide en una sobreestimación de CME y F_{op} , excepto este último ante cambios en B_1 (Fig. 5).

DISCUSION

El presente Análisis de Reducción de Stock aplicado a la merluza común de la zona centro-

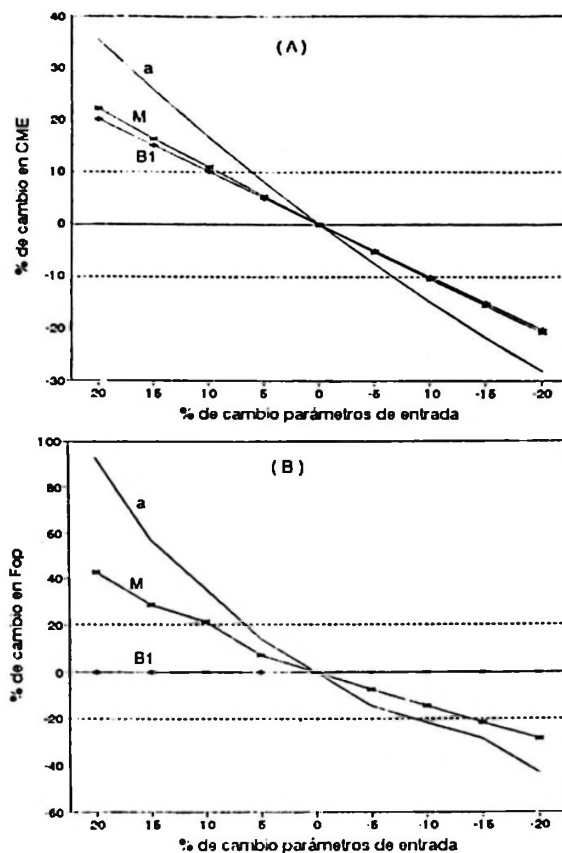


Figura 5. Análisis de sensibilidad: (A) captura máxima equilibrada ($CME = 78$ mil ton.) y (B) tasa de mortalidad por pesca óptima ($F_{op} = 0,7$ año⁻¹); según un cambio relativo en los parámetros $B_1 = 450$ mil ton.; $a = 1,9$; y $M = 0,3$ año⁻¹; utilizados en este estudio.

sur de Chile, sugiere capturas máximas equilibradas (CME) para este recurso de 78 mil toneladas, a partir de una biomasa levemente explotada de 450 mil toneladas. Este valor de CME es algo inferior a las 92 mil toneladas estimadas por Aguayo & Robotham (1984) y Yáñez et al. (1985), utilizando modelos de producción. En todo caso, es necesario destacar que la evaluación del recurso sufre cierta limitación al incorporar una relación stock-recluta determinística, sobre todo cuando el reclutamiento podría variar por causas externas al tamaño del stock desovante, básicamente debido a la depredación que la propia merluza u otros peces demersales y pelágicos ejercen sobre los ejemplares prerreclutas o - a factores abióticos aún no identificados.

Sin embargo, la relación stock-recluta del tipo Ricker, parece ser adecuada para la merluza común, ya que existen evidencias que demuestran un fuerte canibalismo de merluza juvenil por la fracción adulta de la población (Meléndez 1983, Arancibia 1987, 1989).

La evaluación del recurso merluza común indica que este recurso es bastante "resiliente" a la intensidad de pesca; esta conclusión se deriva de la forma de dependencia del reclutamiento frente al tamaño del stock desovante (Fig. 2).

Un análisis de sensibilidad señala que las estimaciones de la captura máxima equilibrada son menos sensibles a cambios en los parámetros de entrada B_1 , a , y M . Sin embargo, cambios en B_1 no afectan la estimación de F_{op} . Asimismo, el mayor efecto lo produce el parámetro a de la relación stock-recluta, lo que es dable esperar ya que la magnitud del excedente productivo de cualquier población de peces es fuertemente influido por la magnitud del reclutamiento.

No obstante lo anterior, la situación actual del recurso concuerda con lo comunicado por Bustos *et al.* (1991); esto es, que durante la década de los años ochenta ha existido una recuperación de la biomasa de merluza común.

Por otra parte, si bien es cierto hubo una mayor intensidad de pesca sobre merluza común hacia fines de la década de los sesenta (1968 a 1970; Fig. 4), la posterior declinación de los desembarques se debió a una importante disminución de la intensidad de pesca, lo que incidió en la recuperación de la biomasa de merluza común, completándose prácticamente un ciclo.

Los niveles de captura observados a comienzos de la década de los años noventa (63 mil ton en 1991, Fig. 1) no estarían afectando negativamente la productividad del stock; esto es, que capturas anuales de alrededor de 60 mil ton no afectan al excedente productivo del stock. Sin embargo, ante incertidumbres asociadas a la verdadera relación stock-reclutamiento de merluza común, es prudente mantener la actividad pesquera en niveles de capturas de alrededor de 65 mil toneladas anuales. En efecto, dada la forma de la curva de captura equilibrada (Fig. 3), la conveniencia de adoptar un criterio *status quo* permitiría operar a un nivel de mor-

talidad por pesca más bajo al óptimo de 0,7 año⁻¹ y con capturas cercanas a aquella máxima equilibrada. Esto permitiría optimizar el beneficio de la explotación a largo plazo y aseguraría plenamente la conservación del recurso.

LITERATURA CITADA

- AGUAYO, M & H. ROBOTHAM. 1984. Dinámica poblacional de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) (Gadiformes-Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile), 31: 17-45.
- AGUAYO, M & V. OJEDA. 1987. Estudio de la edad y crecimiento de merluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) (Gadiformes-Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile), 34: 99-112.
- 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. 1989. Distribution patterns, trophics relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off central Chile. Doctoral Thesis University of Bremen, F.R.G., 221 p.
- BUSTOS, R., M. AGUAYO, J. SATELER, J. DONOSO, S. AVILÉS & C. VERA. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías demersales. Peces. Zona centro-sur. Estado de situación y perspectivas del recurso. (SGI-IFOP 91/7). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile, 62 p.
- KIMURA, D. K., J. W. BALSIGER & D. H. ITO. 1984. Generalized Stock Reduction Analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 1325-1333.
- KIMURA, D. K. 1985. Changes to stock reduction analysis indicated by Schnute's general theory. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42: 2059-2060.
- KIMURA, D. K. 1988. Stock-recruitment curves as used in the stock-reduction analysis model. J. Cons. int. Explor. Mer., 44: 253-258.
- MELÉNDEZ, R. 1983. Alimentación de *Merluccius gayi* (Guichenot) frente a Chile central (32°05'S-36°50'S). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 40: 145-151.
- PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. int. Explor. Mer., 39(2): 175-192.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board. Can., 191: 382 p.
- RIKHTER, V. A. & V. N. EFANOV. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc., 76/VI/8:12 p.
- YÁÑEZ, E., L. PIZARRO & M. ALBERTI. 1985. Dinámica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) explotado en la zona central de Chile (30°S-40°S) entre 1960 y 1982. In: "Estudios en pesquerías chilenas", T. Melo (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 67-74.

CRECIMIENTO DE EJEMPLARES POSTMETAMORFICOS Y JUVENILES DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIERE) EN CONDICIONES DE LABORATORIO. EFECTO DE DENSIDAD, DIETA Y TEMPERATURA

GROWTH OF POSTMETAMORPHIC AND JUVENILE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIERE) IN THE LABORATORY. EFFECT OF DENSITY, DIET AND TEMPERATURE

Marco A. Méndez¹ y Juan M. Cancino^{1,2}

RESUMEN

Se estudiaron los efectos de la densidad (número de ejemplares por acuario), del volumen de agua del recipiente, de la dieta y la temperatura en el crecimiento de ejemplares postmetamórficos y juveniles de *Concholepas concholepas* en condiciones de laboratorio. El efecto de la densidad fue estudiado entre marzo y junio de 1990 en 80 juveniles entre 6 y 12 mm de longitud peristomal, mantenidos a tres densidades (0,005; 0,010 y 0,020 "locos" cm⁻²). El efecto del volumen fue estudiado utilizando 20 animales entre 5 y 9,8 mm de longitud peristomal, mantenidos individualmente en recipientes de distinto tamaño (0,3 a 2,0 l). El efecto de la dieta en el crecimiento fue estudiado en 35 ejemplares de *C. concholepas* entre 6 y 12 mm de longitud peristomal alimentados con dietas mono-específicas y mixtas de tres tipos de presas (*Semimytilus algosus*, *Perumytilus purpuratus* y *Balanus laevis*). El efecto de la temperatura en el crecimiento y en el balance energético fue investigado usando ejemplares recién metamorfoseados obtenidos a partir de larvas competentes recolectadas del plancton y en individuos postmetamórficos (2 a 3 mm) recolectados del intermareal. Individuos de cada grupo fueron mantenidos por 22 semanas a 10°C y a 20°C. Se evaluó el consumo de presas, las tasas metabólicas aclimatadas, la eficiencia de conversión bruta (K1) y el crecimiento a ambas temperaturas.

Los juveniles de *C. concholepas* no mostraron diferencias significativas en las tasas de crecimiento ni en las de supervivencia a las tres densidades estudiadas, aunque sólo a la menor densidad la supervivencia fue del 100%. La tasa de crecimiento fue independiente del volumen del recipiente, pero fue afectada significativamente por la dieta, siendo mayor con la monodieta de *S. algosus*. Los ejemplares postmetamórficos de *C. concholepas* mostraron una baja supervivencia a las dos temperaturas. No se detectaron diferencias significativas en los valores de eficiencia bruta (K1) ni en las tasas de consumo de O₂ entre ejemplares aclimatados a 10°C y a 20°C; pero dado que las tasas de consumo de alimento fueron significativamente mayores a 20°C, se obtuvo una tasa de crecimiento significativamente mayor a esa temperatura.

Palabras claves: Tasa metabólica, tasa de ingestión, tasa de crecimiento, eficiencia de crecimiento, sobrevivencia, manejo en laboratorio.

ABSTRACT

The effects of density, volume of the container, diet and temperature on the growth of juvenile and postmetamorphic individuals of *Concholepas concholepas* under laboratory conditions were studied. The effect of density was studied on 80 individuals of 6 to 12 mm of peristomal length, kept between may and august 1990, at three different densities (0.005; 0.010 and 0.020 individuals cm⁻²). The volume effect was studied on 20 juveniles between 5.0 and 5.8 mm of peristomal length, kept between april and july 1991, in containers of different size (0.3 to 2.0 l). The diet effect was investigated on 35 individuals of *C. concholepas* between 6 and 12 mm of peristomal length fed on 3 monospecific and 4 mixed diets made out off three prey species (*Semimytilus algosus*, *Perumytilus purpuratus* and *Balanus laevis*). The effects of temperature on both growth and energetic balance were investigated on three groups of postmetamorphic individuals. The first one was obtained by natural metamorphosis, the second one by induced metamorphosis and the last one was recolected from the intertidal zone.

¹ Estación Costera de Investigaciones Marinas, Facultad de Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago.

² Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Sma. Concepción, Casilla 127, Talcahuano, Chile.

Individuals of each group were kept for 22 weeks at 10 and 20°C, determining the growth rate, percentage of survival, metabolic rate and prey consumption rate.

The juvenile *C. concholepas* showed similar rates of growth and survival at the three densities studied, however only at the lower density a 100% survival was obtained. The growth rate was independent of the container's volume, but it was affected by the diet. The higher growth rate was obtained with a diet of *S. algosus*. The postmetamorphic individuals showed a low survival at the two temperatures studied. Significant differences as effect of temperature were not detected in gross growth efficiency (K1), or in oxygen consumption rate. However, food consumption rate was higher at 20°C, generating a significantly higher growth rate at 20°C than at 10°C.

Key words: Metabolic rate, ingestion rate, growth rate, growth efficiency, survival, laboratory management.

INTRODUCCION

El molusco gastrópodo *Concholepas concholepas*, conocido con el nombre vulgar de "loco", constituyó hasta 1989 uno de los recursos más valiosos de la pesquería artesanal en Chile. Desde julio de ese año la especie se encuentra protegida por un período de veda extraordinario tendiente a asegurar su renovabilidad como recurso y la conservación de la especie. Recientemente la Subsecretaría de Pesca por Resolución N° 694 del 24 de julio de 1992 declaró al recurso "loco" en estado de plena explotación en todo el litoral del país. Estas medidas reflejan el reconocimiento oficial de que las poblaciones de "loco" han estado sometidas a una intensa explotación, con el consiguiente riesgo para la especie. Castilla (1988) identifica una serie de medidas que es necesario implementar a distintas escalas temporales y espaciales para solucionar los problemas relativos a las pesquerías del "loco". Entre tales medidas se destaca la necesidad de generar conocimiento biológico de los estadios tempranos del desarrollo, tendientes en el mediano plazo, al acopio de juveniles en el ambiente natural y en el largo plazo, al cultivo de la especie en condiciones controladas. En este contexto nos propusimos generar información sobre las condiciones apropiadas para el manejo en laboratorio de ejemplares juveniles y recién metamorfoseados de *C. concholepas*.

En la literatura existen sólo cuatro estudios de *C. concholepas* juveniles en condiciones de laboratorio, dos de ellos (Di Salvo, 1988; y González *et. al.*, 1990) determinan o hacen predicciones sobre las tasas de crecimiento, mientras que los otros dos (Méndez & Cancino, 1990; y Dye, 1991) se refieren a preferencias alimentarias. Di Salvo (1988) registró durante tres meses el crecimiento de 11 ejemplares

postmetamórficos, encontrando una tasa promedio de 4,29 mm mes⁻¹, valor que es superior a lo conocido para esta especie en condiciones de terreno. Sobre la base del estudio de presupuestos energéticos de juveniles aclimatados a dos temperaturas, González *et. al.* (1990) proponen que *C. concholepas* debiera crecer a una mayor tasa a 10°C que a 16°C. Méndez & Cancino (1990) demostraron la existencia de preferencias alimentarias en ejemplares postmetamórficos y juveniles (<30 mm) de esta especie provenientes de Chile central. Las presas preferidas en orden de importancia fueron los mitílidos *Semimytilus algosus* (Gould) y *Perumytilus purpuratus* (Lamarck) y el cirripedio *Balanus laevis* (Bruguière). Dye (1991) encontró que la preferencia por *S. algosus* también se daba tanto en terreno como en laboratorio, en juveniles de *C. concholepas* de 15 a 35 mm de longitud peristomal provenientes de Mehuín, en el sur de Chile.

Por otra parte, cabe destacar que el conocimiento existente en relación a las tasas de crecimiento de *C. concholepas* en condiciones de terreno es también relativamente escaso, existiendo a la fecha sólo 7 trabajos publicados (Tobella, 1975; Lozada *et. al.*, 1976; Acuña & Stuardo, 1979; Gallardo, 1979; Guisado & Castilla, 1983; Bustos *et. al.*, 1986; Reyes & Moreno, 1990). Dado que los estudios citados han sido realizados en distintas localidades a lo largo de la costa de Chile y han empleado métodos y ejemplares de tallas diferentes, no es sorprendente constatar que los valores de tasas de crecimiento publicados para esta especie fluctúan ampliamente desde 0,66 a 3,67 mm mes⁻¹.

La información disponible no permite identificar las condiciones adecuadas para la mantención prolongada de juveniles de esta especie

en condiciones de laboratorio. Por ejemplo, no existe información del efecto del número de ejemplares por acuario (densidad) en el crecimiento. Es sabido que para gastrópodos, la densidad tiene un efecto importante (Shibata & Rollo, 1980) como ha sido demostrado por Sidall (1984) para *Strombus gigas* Linné. Tampoco se conoce cuál es la dieta apropiada para lograr un crecimiento rápido y sostenido a corto plazo, lo cual es prioritario si se desea mantener juveniles de *C. concholepas* en el laboratorio, como paso previo a su acopio en el ambiente natural (Castilla, 1988). El conocimiento de la dieta más apropiada puede contribuir, también, al manejo de reproductores en condiciones de laboratorio o en sistemas de cultivo en balsas (López & Varela, 1988; Varela & López, 1989). El conocimiento del efecto de estas variables, sumado a los de la temperatura en el metabolismo, en la eficiencia bruta de crecimiento (K1) y en la tasa de crecimiento, son requisitos que permitirán a largo plazo la optimización de las condiciones para el manejo de la especie en condiciones de laboratorio.

El objetivo de nuestro estudio fue evaluar el efecto de la densidad, de la dieta y de la temperatura en el crecimiento y en el metabolismo de juveniles de *C. concholepas* en condiciones de laboratorio. En el presente estudio se puso especial énfasis en los individuos postmetamórficos. Como indicadores de crecimiento se han usado el incremento en longitud peristomal de la concha, el aumento en peso y los valores de K(1). Como indicador del metabolismo se usó el consumo de oxígeno, ya que éste es un buen índice de las demandas energéticas mínimas bajo condiciones experimentales. Los resultados obtenidos son discutidos en función de la literatura existente para juveniles de esta especie en condiciones de laboratorio y de terreno.

MATERIALES Y METODOS

Todos los experimentos que se detallan a continuación fueron realizados utilizando ejemplares recolectados en la zona intermareal de Las Cruces (33°31'S; 71°38'W), a excepción de un grupo experimental proveniente de El Quisco (33°23'S; 71°42'W) y al cual se hace referencia en el experimento del punto (d).

a) Efecto de la densidad en el crecimiento:

En el mes de marzo de 1990 se recolectaron 80 juveniles de *C. concholepas* de longitud peristomal entre 6 y 12 mm, los cuales fueron asignados al azar a tres tratamientos consistentes en 6, 12 ó 22 "locos" por acuario, lo que equivale a 0,005; 0,010 y 0,020 "locos" cm⁻², o densidades D1, D2 y D3, respectivamente. Se utilizaron recipientes plásticos rectangulares con una superficie de 1.083 cm², y 2 l de volumen, los cuales fueron perforados para permitir la circulación de agua. Existió una réplica para cada densidad. Estas densidades fueron determinadas en base a los valores registrados para esta zona por Guisado & Castilla (1983) y por determinaciones realizadas durante febrero y marzo de 1990, en 4 sitios del hábitat playa de bolones, con la metodología descrita por Oliva & Castilla (1986). En estos muestreos las mayores densidades encontradas fluctuaron entre 14 y 15 individuos m⁻², en consecuencia la menor densidad experimental utilizada en el laboratorio fue 3,3 veces mayor que la más alta registrada para terreno.

A fin de evaluar el crecimiento, cada ejemplar fue individualizado mediante un sistema de código de colores. Durante 3 meses se registró quincenalmente el peso con una precisión de 0,001 g y la longitud peristomal, utilizando un ocular micrométrico en ejemplares menores que 8 mm o un pie de metro para los de mayor talla. Como alimento se usó el mitílido *Perumytilus purpuratus* ofrecido *ad libitum* en una proporción de 7 presas por "loco". Las presas consumidas fueron contadas y reemplazadas semanalmente. Durante el desarrollo del experimento la temperatura del agua fluctuó entre los 14 y 16°C. Se usó aireación continua y un flujo constante de agua de 6,4 l min⁻¹.

b) Efecto del volumen del recipiente en el crecimiento:

En el mes de mayo de 1990 se recolectaron 20 ejemplares de longitud peristomal entre 9 y 12 mm, los cuales fueron asignados individualmente a cajas de distinto volumen, incluyendo cuatro tratamientos con 5 réplicas cada uno. Se utilizaron recipientes de 0,3 l; 0,5 l; 1,0 l y 2,0 l, referidos en los resultados como volúmenes V1 a V4, respectivamente. Los ejemplares fueron

mantenidos por 3 meses en condiciones similares a las empleadas en el experimento anterior, registrándose cada 15 días los incrementos en peso y en longitud.

c) Efecto de la dieta en el crecimiento:

En abril de 1991 se recolectaron 35 ejemplares de longitud peristomal entre 5 y 9,8 mm, los cuales fueron asignados individualmente a cajas plásticas perforadas de 0,5 l. A estos ejemplares se les ofreció un total de 7 dietas, tanto mono-específicas como mixtas (ver la primera columna de la Tabla 1 para mayor información), con 5 réplicas cada una. Estas dietas fueron elegidas de acuerdo a los resultados publicados por Méndez & Cancino (1990). Las presas fueron ofrecidas *ad libitum* y renovadas semanalmente. Para cada dieta mixta se rotaron las especies presas semanalmente, con la finalidad de evitar que sólo la presa preferida fuera consumida. El rango de tamaño de las presas ofrecidas varió entre 3-10 mm de longitud de la concha en el caso de los mitílidos y entre 1,0-1,5 mm de longitud rostro carinal para los cirripedios. Durante 2,5 meses se controló una vez por semana el peso y la longitud peristomal en forma similar a lo descrito para el experimento (a). Las condiciones de temperatura, flujo y aireación del agua fueron similares a las descritas para los experimentos anteriores.

d) Efecto de la temperatura en el crecimiento y en el metabolismo:

Con la finalidad de trabajar con juveniles del menor tamaño posible, en septiembre de 1992 se recolectaron larvas competentes de *C. concholepas* en un lance de plancton costero superficial en El Quisco. En el laboratorio se separaron aquellos individuos que metamorfosearon espontáneamente y las larvas restantes fueron inducidas a la metamorfosis mediante el uso de K^+ 15 mM, siguiendo la técnica descrita por Inestrosa *et. al.* (1992)¹. Un tercer grupo de individuos postmetamórficos menores a 3 mm

de longitud peristomal fueron recolectados de la zona intermareal de Las Cruces. Individuos de cada grupo fueron colocados individualmente en recipientes plásticos de 1 l, con agua de mar filtrada a 0,45 μ m y tratada con radiación UV, con abundante aireación y colocados a dos temperaturas experimentales, 10 y 20°C. Como alimento se utilizó el mitílido *P. purpuratus*. El agua de mar fue cambiada cada tres días durante los primeros dos meses y luego una vez a la semana. En cada control se evaluó la supervivencia y se midió la longitud peristomal con un ocular micrométrico. Este experimento tuvo una duración de 5,5 meses.

Con la finalidad de conocer la eficiencia bruta de conversión $K(1)$ - o conversión de biomasa consumida en biomasa de *C. concholepas* - se calculó semanalmente, a cada temperatura, el peso seco de las partes blandas de las presas consumidas y el incremento en peso seco de las partes blandas de los juveniles de *C. concholepas*. Para este cálculo se utilizaron los datos aportados por 3 ejemplares a cada temperatura de aclimatación. Se calcularon los valores de $K(1)$ para cada individuo, luego de 22 semanas de aclimatación. El valor promedio de $K(1)$ por individuo fue promediado con los valores obtenidos para los otros ejemplares aclimatados a esa temperatura.

Con la finalidad de obtener la biomasa consumida y el aumento en peso de las partes blandas de *C. concholepas*, se determinó la relación entre peso seco de las partes blandas (y) en función de la longitud (x), tanto para la presa *P. purpuratus* como para *C. concholepas*, obteniéndose las siguientes ecuaciones: *P. purpuratus*: $Y = 3,315X - 0,7127$; $r^2 = 0,88$, $p < 0,001$, $N = 18$; *C. concholepas*: $Y = 0,924 + 2,80X$; $r^2 = 0,94$; $p < 0,001$, $N = 21$ donde $Y = \ln$ Peso Seco (mg) y $X = \ln$ longitud (mm).

Para obtener información del metabolismo de *C. concholepas* en función de la temperatura se realizaron mediciones de consumo de oxígeno en los juveniles aclimatados, durante 21 días a las dos temperaturas experimentales. Los ejemplares utilizados para estas mediciones oscilaron entre 2,5 y 5 mm de longitud peristomal. Se realizaron a los menos 2 determinaciones por cada ejemplar. Se utilizó una cámara metabólica de 30 cc y un electrodo de oxígeno conectado a un oxigenómetro modelo 781b de Strathkelvin Instruments.

¹Inestrosa, N. C., M. González & E. O. Campos. 1992. Metamorphosis of *Concholepas concholepas* (Mollusca; Gastropoda; Muricidae) induced by excess Potassium. Enviado a Marine Biology.

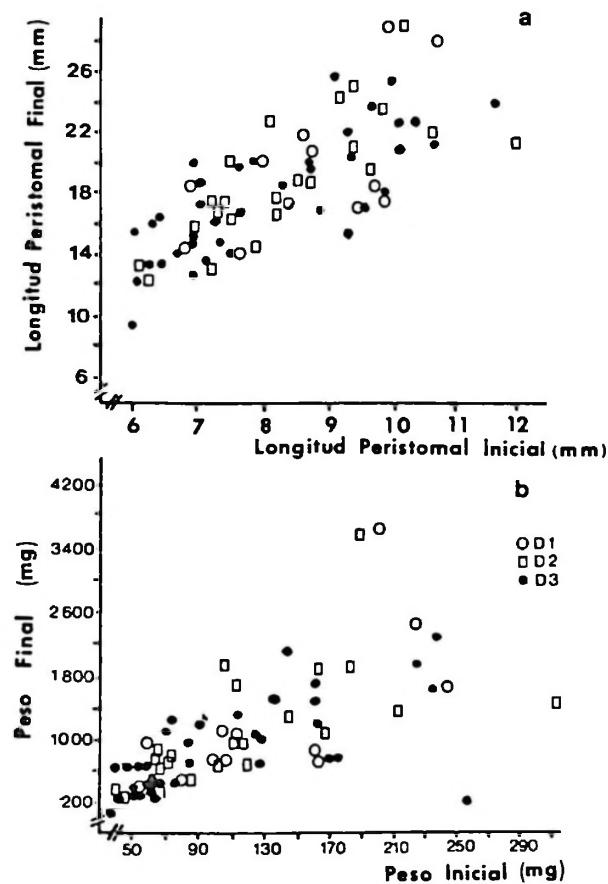


Figura 1: Efecto de la densidad en el crecimiento de *C. concholepas* en condiciones de laboratorio (D1: 0,005 "locos" cm^{-2} ; D2: 0,010 "locos" cm^{-2} ; D3: 0,020 "locos" cm^{-2}).

a) Relación entre el tamaño (mm) de los ejemplares de *C. concholepas* al inicio del experimento y el tamaño al final del experimento para las tres densidades estudiadas.

b) Relación entre el peso (mg) de los ejemplares de *C. concholepas* al inicio del experimento y el peso al final del experimento para las tres densidades estudiadas.

RESULTADOS

a) Efecto de la densidad en el crecimiento:

Para todas las densidades la mortalidad observada al cabo de 3 meses de experimentación fue inferior al 10%, sin embargo, sólo a la densidad menor no existió mortalidad. La densidad no tuvo un efecto significativo en la tasa de crecimiento ya que no existieron diferencias significativas entre las pendientes de las rectas que relacionan el tamaño alcanzado por los ejemplares al final del experimento en función del tamaño inicial (Fig 1a) (ANCOVA: $p > 0,05$). Tampoco se observaron diferencias significativas al evaluar el crecimiento en términos de

biomasa (Fig 1b) (ANCOVA: $p > 0,05$). Al evaluar el crecimiento como tasa de incremento mensual promedio de longitud peristomal, no existieron diferencias significativas en función de la densidad. Los valores obtenidos en mm mes^{-1} fueron: $1,65 \pm 0,59$ a la menor densidad; $1,59 \pm 0,48$ a la densidad intermedia y $1,46 \pm 0,44$ a la densidad mayor.

b) Efecto del volumen del recipiente en el crecimiento:

El crecimiento de los ejemplares no fue afectado por el volumen del recipiente (Fig 2). Esto se observa tanto para la variable longitud (Fig 2a) como para el peso (Fig 2b). Un análisis de varianza mostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos en el tamaño ni al inicio ni al final del experimento (inicio: $p = 0,60$; $F = 0,067$; g.l. = 3,16; final: $p = 0,197$; $F = 1,78$; g.l. = 3,16). Tampoco hubo diferencias en el peso (inicio: $p = 0,55$; $F = 0,72$; g.l. = 3,16; final: $p = 0,50$; $F = 0,81$; g.l. = 3,16). Esta misma información presentada, ahora, como tasas de incremento mensual, en mm mes^{-1} , mostró valores semejantes para todos los volúmenes, siendo de 1,00 en V1; 1,13 en V2; 1,33 mm en V3 y 1,16 mm en V4.

c) Efecto de la dieta en el crecimiento:

Durante el período experimental, no existió mortalidad con ninguna de las dietas. El análisis de varianza mostró que el tipo de dieta tiene un efecto significativo en el crecimiento expresado como ganancia en peso (mg día^{-1}) (Fig 3a) (ANOVA: $F = 4,99$; $p = 0,001$, g.l. = 6,28). El crecimiento fue significativamente mayor en aquellos ejemplares alimentados con la monodieta de *S. algosus* (Prueba de Tukey: $p < 0,005$). No hubo diferencias significativas entre las otras dietas. Al evaluar el crecimiento como porcentaje de incremento en longitud (mm día^{-1}) (Fig 3b) se obtuvo diferencias marginales atribuibles a los tratamientos (ANOVA: $F = 2,44$; $p = 0,05$; g.l. = 6,28). Sólo existieron diferencias significativas entre las dietas mono específicas de *S. algosus* y *P. purpuratus* (Prueba de Tukey: $p < 0,05$). La Tabla 1 da los valores promedio y sus desviaciones para la tasa de crecimiento en longitud peristomal con las diferentes dietas. Nótese que la tasa obtenida con la monodieta de

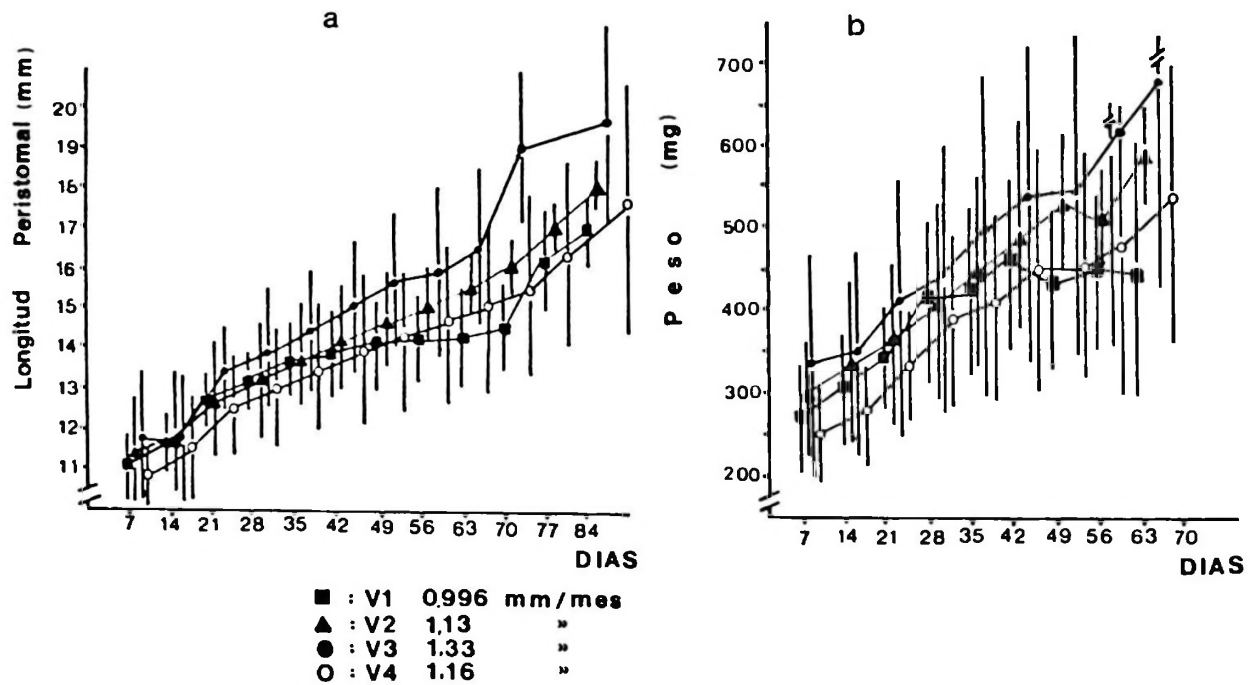


Figura 2: Efecto del tamaño del recipiente en el crecimiento de *C. concholepas* tanto en longitud (a) como en peso (b). Cada punto representa la media de 5 individuos (± 1 D. S.) mantenidos en recipientes de 4 volúmenes diferentes: 0,3 l (cuadrados); 0,5 l (triángulos); 1,0 l (círculos negros) y 2,0 l (círculos blancos).

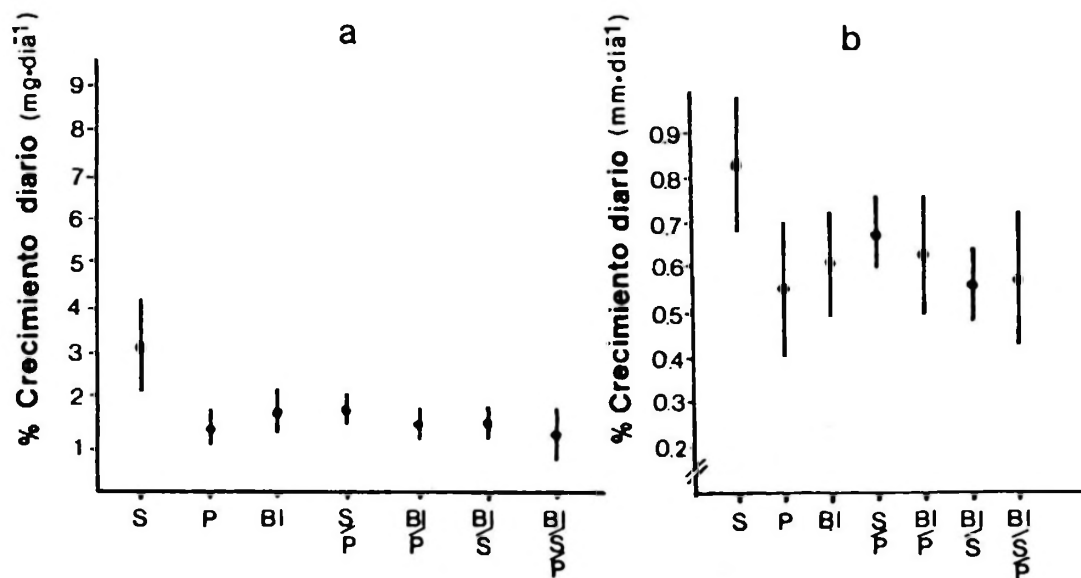


Figura 3: Efecto de distintas dietas en el crecimiento de juveniles de *C. concholepas*. (S: *Semimytilus algosus*; P: *Perumytilus purpuratus*; BI: *Balanus laevis*; S/P: *S. algosus* y *P. purpuratus*; S/BI: *S. algosus* y *B. laevis*; P/BI: *P. purpuratus* y *B. laevis*; S/P/BI: *S. algosus* - *P. purpuratus* - *B. laevis*).

a) Porcentaje de incremento en peso (mg día⁻¹). Cada punto representa el promedio de 5 individuos (± 1 D. E.).
 b) Porcentaje de incremento en longitud peristomal (mm día⁻¹). Cada punto representa el promedio de 5 individuos (± 1 D. E.).

S. algosus es seguida por la obtenida con una dieta mixta de *S. algosus* - *P. purpuratus*.

Tabla 1: Tasas de crecimiento mensual obtenidas con distintas dietas en juveniles de *C. concholepas*. Los valores representan la tasa promedio mensual (± 1 D. E.) de los individuos de cada tratamiento ($n=5$). El rango de tamaño de las presas utilizadas fue de 3-10 mm de longitud de la concha para los mitilidos y de 1-1,5 mm de longitud rostrorcarinal para *B. laevis*.

DIETA	TASA DE CRECIMIENTO (mm mes ⁻¹)
<i>Semimytilus algosus</i>	2,27 \pm 0,448
<i>Perunmytilus purpuratus</i>	1,39 \pm 0,337
<i>Balanus laevis</i>	1,52 \pm 0,206
<i>S. algosus</i> - <i>P. purpuratus</i>	2,07 \pm 0,434
<i>B. laevis</i> - <i>P. purpuratus</i>	1,70 \pm 0,337
<i>S. algosus</i> - <i>B. laevis</i>	1,60 \pm 0,199
<i>S. algosus</i> - <i>P. purpuratus</i> - <i>B. laevis</i>	1,47 \pm 0,388

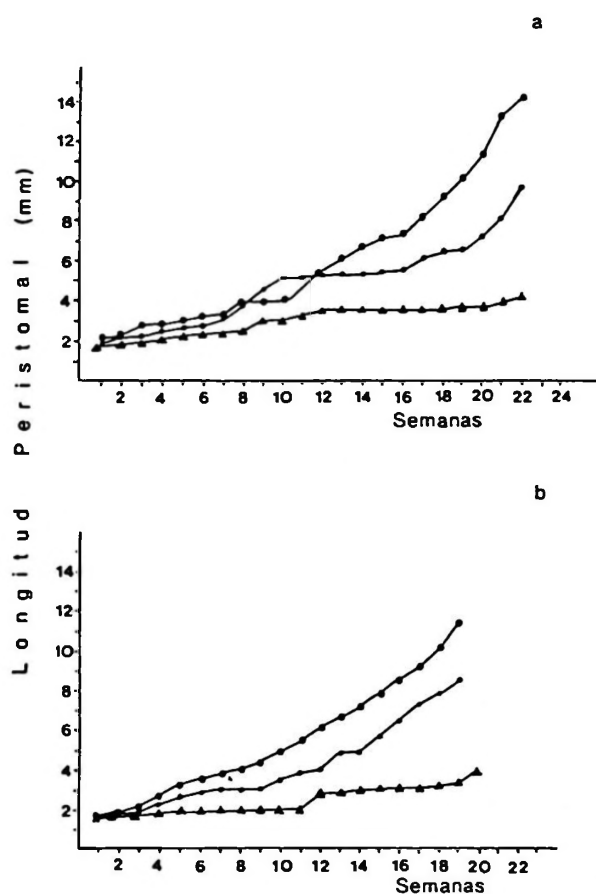


Figura 4: Curvas de crecimiento de individuos de *C. Concholepas* obtenidas por metamorfosis larval espontánea (a) y mediante metamorfosis larval inducida con Potasio (b) y mantenidos a 10°C (triángulos) y a 20°C (círculos). Cada curva representa un individuo.

d) Efecto de la temperatura en el crecimiento:

La supervivencia de los "locos" recién metamorfoseados resultó ser baja y similar para todos los tratamientos y para ambas temperaturas, oscilando entre 20% y 30%. Los animales recolectados en terreno mostraron la mayor mortalidad, ésta se produjo tempranamente a ambas temperaturas. No se evidenciaron diferencias en la supervivencia entre los ejemplares obtenidos por metamorfosis espontánea e inducida. La principal causal de mortalidad fue la desecación, producto de la conducta geotáctica negativa que presentan los individuos recién metamorfoseados (Di Salvo, 1988).

Las tasas de crecimiento obtenidas para los individuos provenientes de metamorfosis espontánea (Fig 4a) como para los provenientes de metamorfosis inducida con K⁺ (Fig 4b) fueron similares. Sin embargo, se observan diferencias significativas en las tasas de crecimiento para las dos temperaturas estudiadas, siendo más alta a 20°C que a 10°C (Figs. 4a y 4b). Los valores de la tasa de crecimiento a 20°C oscilaron entre 1,4 y 2,2 mm mes⁻¹, mientras que a 10°C éstos estuvieron cercanos a 0,45 mm mes⁻¹.

Al comparar los valores de K(1) de los animales aclimatados por dos meses a las dos temperaturas (Fig 5a) no se observaron diferencias significativas en los promedios entre grupos ($t = 0,221$; g.l. = 4), sin embargo, el valor promedio fue levemente más alto a 20°C. La tasa de ingestión de alimento (Fig 5b) fue significativamente más alta a 20°C que a 10°C ($t = 20,60$; g.l. = 4; $p < 0,01$).

Los valores de consumo de oxígeno, estandarizados por biomasa (Fig 5c), oscilaron entre 1 y 1,2 $\mu\text{lO mg}^{-1}\text{h}^{-1}$, no existiendo diferencias significativas entre los animales aclimatados a ambas temperaturas ($t = 0,0018$; g.l. = 32).

DISCUSION

a) Efecto de la densidad en el crecimiento:

El experimento de densidad muestra que es posible mantener juveniles de esta especie en condiciones de laboratorio a densidades más altas que las registradas en terreno (ver Tabla 1 de Guisado & Castilla, 1983), sin que el crecimiento, ni la sobrevivencia se vean afectados negativamente. El hecho de que no se haya

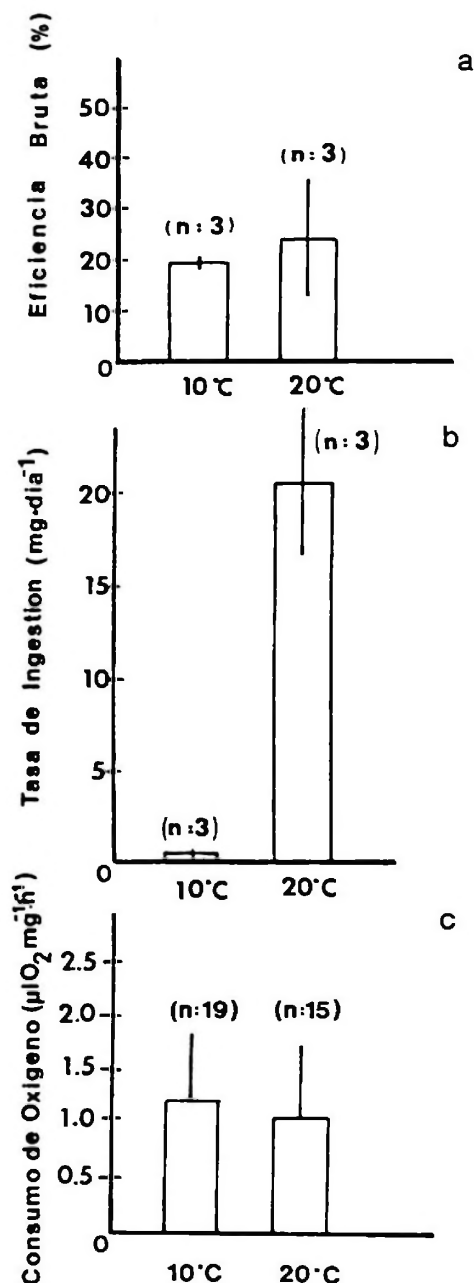


Figura 5: Efecto de dos temperaturas de aclimatación (10°C y 20°C) en parámetros fisiológicos de ejemplares postmetamórficos de *C. concholepas*.

- a) Valores de eficiencia bruta de crecimiento (K1).
 b) Tasas de ingestión (mg peso seco día⁻¹).
 c) Consumo de oxígeno (μlO₂ mg⁻¹ h⁻¹).

encontrado diferencias en la supervivencia a las distintas densidades puede deberse a que el alimento en estos experimentos fue ofrecido *ad libitum*, evitándose situaciones de hambruna y la conducta de canibalismo conocida para este gastrópodo (Castilla *et al.*, 1979; Di Salvo, 1989).

b) Efecto del volumen del recipiente en el crecimiento:

Dado que no existieron diferencias significativas en las tasas de crecimiento en función del volumen de agua, podemos concluir que es factible mantener juveniles recién metamorfoseados de *C. concholepas* a nivel masivo en recipientes de pequeño tamaño sin efectos negativos en el crecimiento.

c) Efecto de la dieta en el crecimiento:

Con todas las dietas utilizadas se obtuvo una supervivencia de los juveniles de un 100%, lo cual sugiere que las siete combinaciones de dietas utilizadas serían adecuadas para la mantención de juveniles en condiciones de laboratorio. Existieron, sin embargo, diferencias significativas en el crecimiento de los juveniles de *C. concholepas* en función de la dieta, obteniéndose el mejor resultado con la dieta monoespecífica de *S. algosus*. La menor tasa de crecimiento obtenida con las otras dietas podría explicarse por dos mecanismos a saber: a) la calidad intrínseca de cada tipo de presa como alimento y b) el efecto producido por la rotación semanal de las presas, lo cual podría afectar la eficiencia con que éstas son manipuladas. Para otros gastrópodos se ha descrito que el aprendizaje puede reducir el tiempo de manipulación, aumentando el retorno energético con un mismo tipo de presa (Dunkin & Hughes, 1984; Hughes & Dunkin, 1984; Garton, 1986; Hughes, 1988; Hughes *et al.*, 1992; Palmer, 1983, 1990).

En un trabajo reciente Méndez & Cancino (1990) propusieron que el patrón de preferencia de *C. concholepas* por el mitílido *S. algosus* podría involucrar una selección por aquel tipo de alimento que optimiza el crecimiento. En el presente estudio se confirma que la preferencia de los juveniles de *C. concholepas* por *S. algosus* efectivamente implica un mayor crecimiento que con otras dietas.

d) Efecto de la temperatura en el crecimiento:

El hecho de que la tasa de crecimiento sea mayor a 20°C que a 10°C se explicaría por la mayor tasa de ingestión de alimento a 20°C acompañada por un valor de eficiencia de conversión y una tasa de gasto energético inalterada por la temperatura de aclimatación. Es impor-

tante destacar que la similitud en los valores de eficiencia bruta de crecimiento (K1) obtenida a ambas temperaturas sugiere que la tasa de asimilación y los costos de capturar y manipular las presas se mantienen inalterados al aclimatar a los animales a estas temperaturas. Adicionalmente, la similitud en las tasas aclimatadas de consumo de oxígeno permite sugerir que los costos metabólicos son similares a ambas temperaturas. En consecuencia, el mayor consumo de alimento permite un mayor crecimiento.

Nuestros resultados en relación al efecto de la temperatura en el metabolismo de *C. concholepas* discrepan de los obtenidos por González *et al.* (1990) quienes encontraron un mayor remanente de energía potencial para crecimiento a 10°C en comparación a 16°C para ejemplares juveniles provenientes de las cercanías de Puerto Montt. Estos autores interpretaron sus resultados como un patrón de compensación supraóptima (Precht, 1973 *fide* González *et al.* 1990). Las discrepancias de resultados entre nuestro estudio y el de González *et al.* (1990) podrían ser explicadas por dos vías: a) Tiempo de aclimatación: 12 días en el estudio de González *et al.* (1990), 14 a 90 días en nuestro estudio. b) Zona de origen de los ejemplares: Puerto Montt en González *et al.* (1990) y Las Cruces en nuestro estudio. Las discrepancias entre los resultados de ambos estudios generan predicciones distintas con respecto al crecimiento de *C. concholepas*; González *et al.* (1990) postulan una mayor tasa de crecimiento a medida que la temperatura disminuye mientras que nuestros resultados muestran un crecimiento mayor a 20°C que a 10°C.

Los valores de eficiencia bruta de crecimiento K(1) obtenidos en el presente estudio (Fig. 5a) son similares a los valores encontrados para el murícido *Nucella lapillus* (L) (Hughes 1972, *fide* Hughes 1986). Sin embargo, las tasas de crecimiento obtenidas por nosotros, son por lo general bastante más bajas (aun con *S. algosus*, como presa; Tabla 1) que las calculadas sobre la base de desplazamientos modales para una población de juveniles de *C. concholepas* en la misma localidad (Guisado & Castilla, 1983). La tasa de crecimiento obtenida en el laboratorio con una monodieta de *S. algosus* fue similar a la obtenida en individuos marcados y recapturados en terreno en el verano de 1991, en la zona intermareal de Las Cruces, época en la que es esperable se

produzca el mayor crecimiento dado que asociado a un aumento en la temperatura del agua se produce una mayor disponibilidad de alimento. Las tasas de crecimiento, obtenidas para "locos" postmetamórficos en nuestros experimentos son más bajas que las obtenidas por Di Salvo (1988) en condiciones de laboratorio. Las tasas de crecimiento obtenidas a 20°C son similares a las observadas en época de verano en la zona intermareal (datos no publicados, M. Méndez, 1990).

La alta mortalidad de los ejemplares postmetamórficos de *C. concholepas* fue producto de que estos ejemplares ascienden a los sitios más altos de cada recipiente, como resultado de una conducta geotáctica negativa, con la posterior muerte por desecación (Di Salvo, 1988). Las razones de esta conducta son desconocidas, sin embargo, es esperable que esta no cause mortalidad de ejemplares en el intermareal dada la alta humedad de los sitios en que se encuentran los juveniles y a la acción del oleaje y los cambios en el nivel de marea; procesos que estuvieron ausentes en los experimentos de laboratorio. Esta conducta ha sido descrita en la literatura para *Crepidula dilatata* por Pechenik (1989) quien la denominó conducta suicida.

Lo anterior nos lleva a concluir que entre las temperaturas estudiadas, la más apropiada para el crecimiento de ejemplares de *C. concholepas* provenientes de Chile central es de 20°C y que este gastrópodo es capaz de ajustar su tasa metabólica a un nivel constante dentro del rango de temperaturas estudiadas por nosotros. Un patrón similar ha sido descrito para *Mytilus edulis* (Widdows & Bayne, 1971) y para *Crepidula fornicata* (Newell & Kofoed, 1977, *fide* Hughes, 1986). Los antecedentes aportados por el presente estudio ayudan a identificar las mejores condiciones para la mantención de juveniles en el laboratorio y para el eventual cultivo de ejemplares postmetamórficos y juveniles de *C. concholepas* en Chile central.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a María Cristina Orellana, Patricio Manríquez y Cecilia Häsner por su ayuda en distintas etapas de este trabajo. Agradecemos en forma especial al profesor Juan C. Castilla por las facilidades dadas en su calidad de En-

cargado de la Estación Costera (ECIM), donde se llevó a cabo el estudio y como Encargado del Proyecto de Investigación del cual este trabajo forma parte. Se contó con el Financiamiento del Proyecto Sectorial "loco", FONDECYT 3503/89.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA, E. & J. STUARDO. 1979. Una estimación de clases anuales y crecimiento relativo en muestras de poblaciones de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). *Biología Pesquera*, 12: 131-142.
- BUSTOS, E., E. ROBOTHAM & E. PACHECO. 1986. Edad y crecimiento de *Concholepas concholepas* y consideraciones a la aplicación de la ecuación de Von Bertalanffy (Gastropoda, Muricidae). *Investigación Pesquera* (Chile), 33: 33-45.
- CASTILLA, J. C. 1988. Una revisión bibliográfica (1980-1988) sobre *Concholepas concholepas* (Gastropoda, Muricidae): Problemas pesqueros y experiencia de repoblación. *Biología Pesquera*, 17: 9-19.
- CASTILLA, J. C., CH. GUIADO & J. CANCINO. 1979. Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera*, 12: 99-114.
- DI SALVO, L. 1988. Observations on the larval and postmetamorphic life of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) in the laboratory. *The Veliger*, 30 (4): 358-367.
- DI SALVO, L. 1989. Captación, alimentación y desarrollo de larvas del recurso "loco" (*Concholepas concholepas*). En: Estudio repoblamiento de recursos bentónicos área piloto IV Región. II Investigaciones específicas: 69-102. CORFO, IFOP (Ed.).
- DUNKIN, S. DE B. & R. N. HUGHES. 1984. Behavioral components of prey selection by dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.), feeding on barnacles, *Semibalanus balanoides* (L.), in the laboratory. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 79: 91-103.
- DYE, A. H. 1991. Food preferences of *Nucella crassilabrum* and juveniles of *Concholepas concholepas* (Gastropoda: Muricidae) from a rocky shore in southern Chile. *Journal of Molluscan Studies*, 57: 301-307.1
- GALLARDO, C. 1979. El ciclo vital del Muricidae *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) in Laboratory Culture. *Biología Pesquera*, 12: 79-89.
- GARTON, D. W. 1986. Effect of prey selection on the energy budget of a predatory gastropod, *Thais haemastosa caniculata* (Gray). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 98: 21-33.
- GONZALEZ, M. M. C. PÉREZ, D. A. LÓPEZ & M. S. BUITANO. 1990. Efecto de la temperatura en la disponibilidad de energía para crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière). *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 25 (2): 71-81.
- GUIADO, CH. & J. C. CASTILLA. 1983. Aspects of the ecology and growth of an intertidal juvenile population of *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) at Las Cruces, Chile. *Marine Biology*, 78: 99-103.
- HUGHES, R. N. 1986. A functional biology of marine gastropods. The Johns Hopkins University Press. 245 pp.
- HUGHES, R. N. 1988. Optimal foraging in the intertidal environment: evidence and constraints. En: Chelazzi G. & M. Vannini (Eds.). *Behavioral adaptation to Intertidal Life*. Vol. 151. Plenum Press. New York, pp: 265-282.
- HUGHES, R. N. & S. DE B. DUNKIN. 1984. Behavioral components of prey selection by dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.), feeding on mussels, *Mytilus edulis* L., in the laboratory. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 77: 45-68.
- HUGHES, R. N., M. T. BURROWS & S. E. B. ROGERS. 1992. Ontogenetic changes in foraging behaviour of dogwhelks. *Nucella lapillus* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 115: 199-212.
- LÓPEZ, D. A. & C. E. VARELA. 1988. Manejo de reproductores y posturas de cápsulas en *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Gastropoda, Muricidae): Una revisión de problemas y requerimientos de investigación. *Biología Pesquera*, 17: 21-30.
- LOZADA, E., M. T. LÓPEZ & R. DESQUEYROUX. 1976. Aspectos ecológicos y conductuales de poblaciones chilenas de "loco", *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). *Biología Pesquera*, 8: 5-29.
- MÉNDEZ M. A. & J. M. CANCINO. 1990. Preferencias alimentarias de ejemplares postmetamórficos y juveniles de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 25 (2): 109-120.
- OLIVA, D. & J. CASTILLA. 1986. The effects of human exclusion on the population structure of key-hole limpets *Fisurella crassa* and *F. limbata* on the coast of Central Chile. *P.S.Z.N.I.: Marine Ecology*, 7(3): 201-217.
- PALMER, A. R. 1983. Growth rate as measure of food value in thaidid gastropods: assumptions and implications for prey morphology and distributions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 73: 95-124.
- PALMER, A. R. 1990. Predator size, prey size and the scaling of vulnerability: hatchling gastropods v/s barnacles. *Ecology*, 71 (2): 759-775.
- PECHENIK, J. A. & L. S. EYSTER. 1989. Influence of delayed metamorphosis on the growth and metabolism of young *Crepidula fornicata* (Gastropoda) juveniles. *Biological Bulletin of the Marine Biology Laboratory, Woods Hole*, 176: 14-24.
- REYES, A. & C. MORENO. 1990. Asentamiento y crecimiento de los primeros estadios bentónicos de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) en el intermareal rocoso de Mehuin, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 63: 157-163.
- SHIBATA, D. & C. D. ROLLO. 1988. Intraespecific variation in the growth rate on gastropods: Five hypothesis. *Mem. Ent. Soc. Can.*, 146: 199-213.
- SIDALL, S. 1984. Density-dependent levels of activity of juveniles of queen conch *Strombus gigas* Linné. *Journal of Shellfish Research*, 4 (1): 67-74.
- TOBELLA, G. 1975. Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Moll. Gast. Muricidae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Tomo XLIV*, pp: 185-189.
- VARELA, C. E. & D. A. LÓPEZ. 1989. Manejo de reproductores de *Concholepas concholepas* (Bruguière) en el diseño de una estrategia de repoblación. *Medio Ambiente*, 10 (1): 3-12.
- WIDDOWS, J. & B. L. BAYNE. 1971. Temperature acclimation of *Mytilus edulis* with reference to its energy budget. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 51: 827-843.

DIFERENCIACION GENETICA POBLACIONAL EN *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIERE, 1789) (GASTROPODA, MURICIDAE) EN SU AREA DE DISTRIBUCION CENTRO-NORTE

POPULATION GENETIC DIFFERENTIATION OF *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIERE, 1789) (GASTROPODA, MURICIDAE) IN THEIR CENTRAL-NORTHERN RANGE OF GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

Ricardo Guíñez ^{1*}, María V. Gómez ¹ y Juan C. Castilla ¹

RESUMEN

Se estudió la estructura genética poblacional de *Concholepas concholepas* en 11 sitios dentro de 6 localidades ubicadas entre la costa central chilena y el sur del Perú, mediante electroforesis horizontal en gel de almidón. El análisis genético realizado sobre la base de 3 loci polimórficos y las distancias genéticas estimadas sugieren que las localidades estudiadas no forman una unidad panmictica. Los componentes de variación "entre localidades" y "entre agregados de áreas geográficas disjuntas" explican más del 89% de la heterogeneidad. Adicionalmente se comunica la variación genética mantenida por la especie sobre la base de 17 loci. La información genética obtenida debe ser considerada para el ordenamiento del manejo pesquero de las poblaciones explotadas y de los estudios ecológicos de la especie.

Palabras claves: Locos, discriminación de stock, estructura genética, variación genética, molusco.

ABSTRACT

The genetic population structure of *Concholepas concholepas* was studied at 11 sites belonging to 6 localities from the Central coast of Chile to the South of Perú, by means of horizontal starch gel electrophoresis. Genetic distances based on genetic data from three polymorphic loci suggest that localities studied do not form one panmictic population. The between localities and between three cluster of disjunct geographical areas components explain more than 89% of the genetic heterogeneity. The genetic variation based on 17 loci is given. The information obtained must be taken into account in the management of exploited natural populations, and ecological studies of the species.

Key words: Chilean abalone, stock discrimination, genetic structure, genetic variation, mollusc.

INTRODUCCION

El manejo de la pesca y el desarrollo de la acuicultura requieren de la comprensión de los principios biológicos subyacentes de toda especie recurso. Es indudable que el conocimiento

de los aspectos ecológicos y de historia natural de los recursos marinos ha sido predominante para ser utilizado como base en las decisiones de regulación y ordenamiento de su explotación (Allendorf *et al.*, 1987). Sin embargo, se ha dirigido poca atención a los aspectos genéticos

¹Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile.
* Dirección actual: División Acuicultura Instituto de Fomento Pesquero, Casilla 1037, Puerto Montt, Chile.

de las especies recursos (Allendorf *et al.*, 1987, Naciones Unidas, 1980).

El objetivo de este trabajo es realizar un aporte al conocimiento genético del molusco "loco", *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), en su contexto geográfico que pueda ser de utilidad en el ordenamiento de su manejo pesquero.

Las especies de moluscos, como la mayoría de los organismos acuáticos y terrestres, no se estructuran como una población homogénea continua, sino más bien están conformadas por un conjunto de poblaciones que pueden ocupar diferentes áreas geográficas con estructuras demográficas y genéticas específicas (Spanakis *et al.*, 1989). En efecto, una especie puede estar conformada por una serie de poblaciones, "comunidades reproductivas de individuos que comparten acervos genéticos particulares" (Dobzhansky, 1950) o como "unidades genéticamente autosustentables" (Anon., 1976, Yablokov, 1986), que pueden ser consideradas como unidades de manejo o "stocks" biológicos (Richardson *et al.*, 1986). La cohesión y evolución independiente de estas unidades, de acuerdo a la teoría genético poblacional, es altamente dependiente de los niveles de migración, o flujo génico, de tal modo que la diferenciación genética entre poblaciones puede producirse y perpetuarse, sólo si la tasa de intercambio de individuos o larvas entre ellas está fuertemente restringida (Hartl & Clark, 1989).

En consecuencia, en las bases biológicas del manejo de "stocks" de una especie recurso debe incluirse el conocimiento de su estructura geográfica genético poblacional, área que aparece como crítica tanto para el manejo de las especies recursos marinas como para permitir comprender sus procesos evolutivos.

El loco, *C. concholepas*, es un gastrópodo muricido de importancia económica que se distribuye en la costa occidental y extremo sur de Sudamérica, desde la altura de Callao (Perú) hasta el Cabo de Hornos, incluyendo las islas de Juan Fernández (Stuardo, 1979). En Chile no se han publicado estudios genéticos poblacionales de *C. concholepas*, realizados a escala geográfica, utilizando metodologías adecuadas. En este trabajo analizamos un conjunto de muestras del área centro norte de su distribución.

C. concholepas presenta dos fases en el ciclo de vida; una de ellas corresponde al de una larva

planctónica pelágica (Gallardo, 1979) y la otra, a una fase juvenil adulta que se inicia en el momento de su asentamiento al litoral costero (Oliva & Castilla, 1990), y que al ser de hábito bentónico presenta una escasa movilidad en relación a la de la larva. En consecuencia, la larva pelágica es el principal vehículo de intercambio genético entre localidades geográficamente alejadas, por lo que la capacidad de dispersión efectiva de las larvas juega un rol fundamental en determinar la estructura geográfica poblacional al interior del rango de distribución de la especie.

Existen tres hipótesis generales sobre la estructuración geográfica de una especie: (HO) Panmíctica, (H1) Aislamiento por distancia y (H2) de Poblaciones geográficamente estructuradas (Richardson *et al.*, 1986). En una especie como *C. concholepas*, que se distribuye como juvenil y adulto en un hábitat de disposición lineal como el litoral costero, y cuyo agente de flujo génico está representado por una larva pelágica, estas hipótesis se pueden expresar sobre la base de dos posibles situaciones: (A) La existencia de barreras o situaciones oceanográficas que limiten severamente el flujo génico, y (B) La probabilidad de que una larva nacida en un extremo de la distribución de la especie sea transportada al otro extremo, donde puede asentarse y reproducirse como adulto.

La hipótesis panmíctica (HO), que corresponde a nuestra hipótesis nula, predice que si (A) es falsa y (B) es alta, entonces no debería producirse diferenciación geográfica al interior de la especie.

La hipótesis de Aislamiento por distancia (H1) predice que si (A) no es verdadera y (B) es cero (pudiendo ser transportadas a alguna distancia del lugar de origen), entonces la diferenciación genética entre dos localidades incrementa en forma proporcional a la distancia geográfica que las separa. Y la hipótesis de Poblaciones geográficamente estructuradas (H2), que predice que si (A) es verdadera y obviamente (B) es cero (limitada por A), entonces se esperan diferencias genéticas entre poblaciones con geografías acotadas.

Con el objetivo de poner a prueba la hipótesis Nula Panmíctica (HO), se diseñó un muestreo apropiado para evaluar los componentes de variación genética intra e interlocalidades de loci polimórficos, en el rango de la distribución

Centro-Norte de *C. concholepas*, para lo cual fue necesario previamente estandarizar las técnicas genéticas electroforéticas en *C. concholepas* y resolver los loci genéticos monomórficos y polimórficos para un conjunto de enzimas. Lo que permitió adicionalmente poder describir la variabilidad genética sustentada actualmente por la especie.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras utilizadas en este trabajo se obtuvieron del submareal rocoso en 11 sitios pertenecientes a 5 localidades costeras de Chile y 1 localidad del norte del Perú, durante los años 1990, 1991 y 1992 (Tabla 1). Mediante buceo se muestrearon individuos adultos de longitud peristomal mayor a 6 cm; éstos fueron trasladados vivos mediante transporte terres-

tre y aéreo al Laboratorio, donde se congelaron a -20°C hasta el momento de su respectivo procesamiento. Las muestras obtenidas en aguas chilenas fueron procesadas en el Laboratorio de Genética del Departamento de Ecología de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago, Chile), y aquéllas obtenidas en Perú lo fueron en el Laboratorio de Genética de la Facultad de Pesquerías y Acuicultura de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Lima, Perú). Los sitios de muestreo, códigos, localidades, ubicación geográfica y fechas, se resumen en la Tabla 1.

Para el análisis electroforético de cada individuo se tomaron muestras de los siguientes tejidos: Pie, Manto, Hepatopáncreas y Branquias, que se homogeneizaron independientemente y se siguieron los procedimientos descritos por Guíñez & Galleguillos (1985) en la aplicación de la Electroforesis Horizontal en gel

Tabla 1. Localidades, sitios de muestreo, código de sitios, ubicación geográfica y fechas de muestreo (día/mes/año).

Localidad	Sitio	Código	Ubicación geográfica	Fechas de muestreo
Valdivia	Mehuín (Reserva)	VI	39°27' S; 73°10' W	271290 280291
Valparaíso	Caleta Quintay (Concesión)	Q1	33°10' S; 71°43' W	070990
Valparaíso	Caleta Quintay (Fuera de Concesión)	Q2	33°10' S; 71°27' W	240191 140291
Valparaíso	Caleta El Quisco (Concesión)	Q3	33°24' S; 71°42' W	290492
Coquimbo	Pichidangui	CI	32°08' S; 71°33' W	290492
Coquimbo	Los Vilos (Punta Lobos)	C2	31°57' S; 71°31' W	280492
Antofagasta	Caleta Coloso (Punta Jara)	AI	23°41' S; 70°27' W	100192
Antofagasta	Caleta Coloso (La Segunda)	A2	23°41' S; 70°27' W	100192
Iquique	Punta Cavanca	I1	20°14' S; 70°11' W	040592
Iquique	Punta Blanca	I2	20°14' S; 70°11' W	040592
Perú	Mollendo	P1	17°00' S; 72°04' W	010292

de almidón (12,5%, Connaught) Smithies (1955). Para los procedimientos de tinción y tampones utilizados (Tabla 2) se siguió a Schaal & Anderson (1974), Ahmad *et al.* (1977), Harris & Hopkinson (1978), Beaumont *et al.* (1980), Guíñez & Galleguillos (1985), Guíñez *et al.* (1986) y Richardson *et al.* (1986). Para cada locus resuelto, los alelos se representaron con las letras minúsculas, a, b, c..., asignándose la letra a al alelo con el mayor valor de frecuencia alélica en los sitios de Quintay y Mehuín, al alelo con la segunda mayor frecuencia se le asignó la letra b, y así, sucesivamente.

La muestra de Quintay, Q1 (Tabla 1), y parte de las muestras de Valdivia, V1 y de Quintay, Q2 (Tabla 1), se utilizaron para estandarizar las técnicas electroforéticas y determinar los tampones y tejidos en que las distintas enzimas podían ser resueltas (Tabla 2). Las muestras de Valdivia, V1 (Tabla 1) y de Quintay, Q2 (Tabla 1) se usaron para evaluar la variabilidad genética mantenida por *C. concholepas*, estimada sobre la base de 17 loci enzimáticos.

Para todas las muestras (Tabla 1) se trabajó con los loci polimórficos Octopina deshidrogenasa (ODH), leucin Aminopeptidasa (LAP) y Esterasa D-1 (ESTD-1), cuyos datos se analiza-

ron estadísticamente mediante el test de G (Sokal & Rohlf, 1981), que permite separar la heterogeneidad genética total de cada locus, en componentes jerárquicos de acuerdo a la estructura de los datos (e.g. componentes de heterogeneidad dentro y entre localidades).

Finalmente, se estimó la distancia genética insesgada de Nei (Nei 1978) sobre la base de las frecuencias alélicas de ODH, LAP y ESTD-1, para construir árboles de relación genética (fenogramas, Crisci & López, 1983) usando el algoritmo UPGMA (Sneath & Sokal 1973).

RESULTADOS

Se logró resolver un total de 17 loci para 14 enzimas, cuyo estado Polimórfico/Monomórfico se muestran en la Tabla 2, junto a los tejidos y tampones en que se obtienen.

Los estadísticos genéticos generales de Polimorfismo medio, Número medio de alelos y Heterocigosidad observada promedio son similares para las muestras de Quintay y Mehuín (Tabla 3). Sin embargo, para los loci polimórficos ODH, ESTD-1, CA y MDH-1 existen alelos presentes para una localidad y ausentes para la

Tabla 2. Enzimas estudiadas, procedimientos utilizados y número de loci Polimórficos (P) y Monomórficos (M) resueltos para *Concholepas concholepas*.

Enzimas	LOCI Abr.	E.C.	Tejido	Tampón	P	M
Aspartato aminotransferasa	AAT	2.6.1.1	Pi	D	0	1
Fosfatasa ácida	ACP	3.1.3.2	Pi	D	0	1
Anhidrasa carbónica	CA	4.2.1.1	Pi	D	1	0
Esterasa D	ESTD	3.1.1.1	Pi	D	1	1
Glucosa-6-Fosfato deshidrogenasa	G6PDH	1.1.1.44	He	E	0	1
Hexoquinasa	HK	2.7.1.1	Pi	D	1	0
Isocítrico deshidrogenasa	IDH	1.1.1.2	Br	B	0	2
Leucin Aminopeptidasa	LAP	3.4.11	Pi	A	1	0
Malato deshidrogenasa	MDH	1.1.1.37	Br	B	1	1
Octopina deshidrogenasa	ODH	1.5.1.11	Pi	D	1	0
Peptidasa	PEP	3.4.11.1	Ma,Pi	D	1	0
6-Fosfogluconato deshidrogenasa	6PGD	1.1.1.44	Pi	A	0	1
Glucosa Fosfato deshidrogenasa	GPI	5.3.1.9	Pi	A	1	0
Xantin deshidrogenasa	XDH	—	He	E	0	1
Total					8	9

Tejidos: Pi=Musculatura del Pie, Ma=Manto, Br=Branquia, He=Hepatopáncreas.
 Tampones: A= Tris Citric 5.1/6.0, B= Tris Citric 6.3/6.7, C=Tris Citric 7.0.
 D=Tris Citric 8.0, E= Tris Verseno Borato 9.1.

otra. Así, para la ODH el alelo c está sólo presente en Mehuín, y el alelo d sólo presente en Quintay. Para la ESTD-1 y CA, la muestra de Quintay presenta sólo el alelo a.

Los datos electroforéticos para los loci

Tabla 3. Frecuencias alélicas para los loci polimórficos y estadísticos generales en los Sitios Quintay y Mehuín.

Locus	Alelo	QUINTAY	MEHUIN
LAP	2N	(166)	(74)
	a	0.711	0.568
	b	0.289	0.432
	Ho	0.265	0.178
ODH	2N	(170)	(68)
	a	0.923	0.957
	b	0.065	0.059
	c	0.000	0.014
	d	0.012	0.000
Ho	0.129	0.088	
ESTD-1	2N	(66)	(50)
	a	1.000	0.974
	b	0.000	0.026
	Ho	0.000	0.053
CA	2N	(118)	(52)
	a	1.000	0.692
	b	0.000	0.269
	c	0.000	0.039
Ho	0.000	0.000	
MDH-1	2N	(14)	(12)
	a	0.571	0.917
	b	0.286	0.083
	c	0.143	0.000
Ho	0.000	0.167	
GPI-1	2N	(46)	(22)
	a	0.935	0.955
	b	0.065	0.045
	Ho	0.130	0.091
HK	2N	(28)	(12)
	a	0.821	0.500
	b	0.179	0.500
	Ho	0.214	0.333
PEP	2N	(50)	(74)
	a	0.711	*
	b	0.289	*
	Ho	0.263	*
Polimorfismo medio		37.5	33.3
No. Medio de Alelos		1.5	1.6
Ho promedio/loci		0.07	0.06

2N = Número de Genomas estudiados.

Ho = Heterocigosidad observada.

* = No resuelto.

polimórficos ODH, LAP y ESTD-1, se presentan en la Tabla 4 y el análisis de su heterogeneidad en la Tabla 5.

Los tres loci polimórficos presentan un mismo alelo común (a) que presenta sus menores frecuencias en los sitios del extremo norte (I1, I2 y P1, Tabla 4). Los alelos raros (poco frecuentes) no muestran un patrón de su presencia tan notable como el del alelo c de la ODH, que está presente sólo en la muestra de Mehuín. Lo anterior sugiere diferencias genéticas poblacionales entre el sur de Chile y las otras localidades centro norte.

Los tres loci presentan una heterogeneidad total (Gran total entre sitios) estadísticamente significativa (Tabla 5); sin embargo, para los loci ODH y LAP, el 4.8% y el 9.6% de esta heterogeneidad, respectivamente, es explicada por el componente intralocalidad, no siendo estadísticamente significativa. Por otra parte, para ambos loci un porcentaje estadísticamente significativo de la heterogeneidad, equivalente al 95.2% y al 90.4%, respectivamente, es explicada por la variación interlocalidades. Particularmente significativo es el caso de la ODH para el que se dispuso de datos de las costas del Perú.

Para el locus ESTD-1 la variación interlocalidades explicada baja al 50.3%, aunque al igual que los otros loci, es estadísticamente significativa. Sin embargo, también es estadísticamente significativo el componente intralocalidad. En este caso es destacable que las variaciones intralocalidades son estadísticamente significativas sólo para los sitios de Antofagasta y Valparaíso.

El análisis de heterogeneidad nos permite concluir que existe diferenciación genética estadísticamente significativa entre las 6 localidades consideradas en este trabajo. Para analizar objetivamente las relaciones de parentesco entre las localidades y discutir su agrupamiento en función de la ubicación geográfica, se estimaron las distancias genéticas de Nei entre las localidades, recalculando las frecuencias genéticas para los datos reagrupados por localidad, y se representaron mediante un fenograma (Figura 1a).

En el fenograma de la Fig. 1a se observan 3 agregados que son consistentes con la disposición geográfica de las localidades. El primer agregado incluye a la localidad de Iquique representando al Extremo Norte (EN) de la distri-

Tabla 4. Frecuencias alélicas para los loci polimórficos ODH, LAP y ESTD-1, y número de genomas (2N) muestreados en 11 sitios. Los códigos alfanuméricos corresponden a aquellos definidos en la Tabla 1, a, b y c representan alelos específicos, y o representa a alelos raros con frecuencias menores a 0.03.

Locus	SITIOS										
	M1	Q1	Q2	Q3	C1	C2	A1	A2	I1	I2	P1
ODH											
a	0.926	0.913	0.924	0.868	0.698	0.778	0.793	0.772	0.578	0.500	0.520
b	0.059	0.067	0.065	0.105	0.281	0.208	0.172	0.184	0.356	0.433	0.350
c	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
d	0.000	0.019	0.012	0.026	0.021	0.014	0.034	0.044	0.067	0.067	0.130
2N	68	104	170	38	96	72	116	114	90	30	50
LAP											
a	0.581	0.660	0.711	0.625	0.711	0.635	0.655	0.598	0.531	0.500	-
b	0.419	0.340	0.289	0.375	0.197	0.308	0.345	0.393	0.406	0.367	-
c	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.019	0.000	0.009	0.052	0.033	-
d	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.038	0.000	0.000	0.010	0.100	-
2N	74	100	166	32	76	52	118	112	96	30	-
ESTD1											
a	0.975	0.909	1.000	0.825	0.920	0.903	0.909	0.800	0.844	0.833	-
b	0.025	0.091	0.000	0.175	0.060	0.069	0.091	0.190	0.115	0.167	-
c	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.028	0.000	0.010	0.042	0.000	-
2N	40	66	66	40	100	72	110	100	96	30	-

bución, el segundo que incluye a las localidades de Antofagasta y Coquimbo que representa a las localidades Centro-Norte (CN) y el tercero con las localidades de Valparaíso y Valdivia representando la zona Centro-Sur (CS). Los agregados CS y CN aparecen separados por

una distancia genética promedio de 0.01205, y ambos separados del agregado EN por una distancia promedio de 0.03633.

La disponibilidad de datos genéticos para el locus ODH de la localidad peruana de Mollendo, nos permite poner a prueba las siguientes dos

Tabla 5. Partición de los componentes de la Heterogeneidad de las frecuencias génicas: dentro y entre localidades estudiadas para el "loco". G es el Estadístico G. P. es la probabilidad de G. %G es el porcentaje de Heterogeneidad explicado por el respectivo componente.

Componente	ODH				LAP				ESTD-1			
	G	g.l.	P	%G	G	g.l.	P	%G	G	g.l.	P	%G
Dentro												
Localidades												
Perú	+	+	+		-	-	-		-	-	-	
Iquique	2.20	2	0.33		1.42	2	0.50		0.02	1	0.86	
Antofagasta	0.21	2	0.90		0.72	1	0.40		5.15	1	0.02	
Coquimbo	1.36	2	0.51		2.27	2	0.32		0.82	2	0.67	
Valparaíso	1.25	4	0.87		1.32	2	0.52		14.83	2	0.00	
Valdivia	+	+	+		+	+	+		+	+	+	
Total dentro												
Localidades	5.02	10	0.89	4.85	5.73	7	0.57	9.6	20.82	6	0.00	49.7
Total entre												
Localidades	98.53	15	0.00	95.2	54.06	8	0.00	90.4	21.07	8	0.01	50.3
Gran Total												
entre sitios	103.55	25	0.00	100	59.79	15	0.00	100.0	41.89	15	0.00	100

(+ = Localidad con un solo sitio estudiado; - = Loci no estudiado).

proposiciones. Primero, el locus ODH es un buen marcador genético de las relaciones de parentesco establecidas entre las localidades chilenas estudiadas, obtenidas sobre una base multi-loci (representado por la Fig. 1a). Segundo, en el fenograma obtenido por la ODH, la localidad de Mollendo debería aparecer más emparentada con el agregado EN que con los agregados más sureños (CS y CN); en particular esta comparación es importante, por cuanto los datos genéticos de Mollendo se trabajaron independientemente en Lima, Perú (Ver Materiales y Métodos).

En la Fig. 1b se representa el fenograma del locus ODH, pudiendo observarse que su estructura es equivalente a la de la Fig. 1a, discriminándose los mismos 3 agregados (EN, N y CS), como también, que la localidad de Mollendo aparece incorporada al agregado que

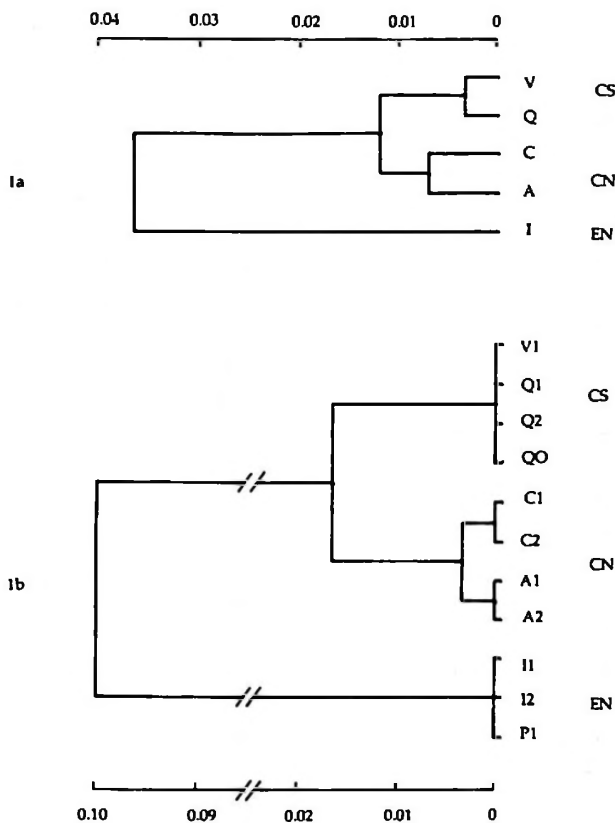


Figura 1. Fenogramas de distancias genéticas. 1a. Representa las relaciones de parentesco entre 5 localidades sobre la base de la información de 3 loci. (V= Valdivia; Q= Valparaíso; C= Coquimbo; A= Antofagasta e I= Iquique). 1b. Relaciones establecidas por el locus ODH, entre todos los sitios estudiados (incluido Mollendo, Perú). Los códigos utilizados que representan a los sitios son los de la Tabla 1. (CS= Agregado Centro-Sur, CN= Centro-Norte y EN= Extremo Norte). Ver texto para mayores explicaciones.

representa al Extremo Norte (EN). Lo anterior nos permite concluir que en efecto el locus ODH es un buen marcador de las relaciones de parentesco establecidas sobre una base multi-locus.

DISCUSION

Los datos genéticos presentados en este trabajo muestran que *C. concholepas* presenta un grado altamente significativo de diferenciación genética entre localidades geográficas, lo que permite rechazar la Hipótesis Nula Panmítica (HO), puesto que de acuerdo a esta hipótesis no se esperan diferencias genéticas entre las localidades.

El acercamiento metodológico utilizado ha sido crítico para contrastar apropiadamente esta hipótesis. Nosotros explícitamente hemos incorporado la escala geográfica de centenares de metros a decenas de kilómetros (escala local); simultáneamente con la escala de centenares de kilómetros a miles de kilómetros (mesoescala geográfica). Esto nos permite comparar dos estructuras jerárquicas: la geográfica y la genética poblacional, pudiéndose estimar los porcentajes de la heterogeneidad genética asociados a la escala local (componente dentro de localidades) y a la mesoescala geográfica (componente entre localidades) de los loci polimórficos estudiados. Este procedimiento posibilita la discriminación entre caracteres genéticos (loci-enzimáticos) informativos y no informativos. Un carácter informativo es aquel que permanece estable dentro de las poblaciones (Spanakis *et al.*, 1989); esto es, de acuerdo a nuestro enfoque, que mantiene una baja variación temporal y geográfica al menos a escala local. Los loci ODH y LAP cumplen objetivamente con este requisito. Así, para las localidades de Coquimbo, Antofagasta e Iquique se demuestra que el porcentaje de heterogeneidad genética asociada a la escala local geográfica es bajo y estadísticamente no significativo. Para la localidad de Valparaíso (Quintay y El Quisco) se muestra que estos caracteres permanecen estables en la escala temporal, puesto que Q1 se obtuvo en 1990, Q2 se obtuvo en 1991 y Q3 en 1992, dentro de la escala geográfica local. En cambio, el locus ESTD-1 es menos informativo que los anteriores, aunque parte significativa de la heterogeneidad es explicada por el com-

ponente meso-geográfico. Para un carácter no informativo, el ruido producido a escala local, ya sea por presiones selectivas temporal o geográficamente variables, o por deriva genética es más fuerte que la virtual acumulación gradual de la diferenciación debido a subdivisión poblacional (Spanakis *et al.*, 1989).

El argumento que nos permite rechazar la hipótesis nula panmíctica es que si un carácter informativo diferencia dos localidades, entonces esto puede ser tomado como evidencia que estas localidades no pertenecen a la misma unidad panmíctica.

Los fenogramas que muestran las relaciones de parentesco entre las localidades utilizando la distancia de Nei (Fig. 1) son coincidentes con el hecho que claramente las localidades del extremo norte de Chile y del Perú forman un agregado poblacional que se diferencia del resto de localidades, lo que sugiere que *C. conchalepas* estaría conformado por poblaciones geográficamente estructuradas, al menos en su área de distribución Centro-Norte: en algún punto geográfico entre Antofagasta e Iquique debería producirse la separación entre la probable población del extremo norte y aquella del Centro-Norte. La única evidencia encontrada en la literatura que sugiere la ocurrencia de una disrupción taxonómica en el "loco" corresponde a Stuardo (1979), quien sobre la base del tamaño corporal sugiere la existencia de una posible subespecie, la que se distribuiría desde Caldera al Callao, Perú. Sin embargo, la evidencia que se muestra en este trabajo no nos permite asegurar que el agregado poblacional del extremo norte corresponda a una subespecie, sino más bien sugiere la existencia de una población genéticamente distinta al resto. Por otra parte, un carácter como el tamaño corporal podría ser un carácter no informativo para resolver problemas de diferenciación poblacional (Spanakis *et al.*, 1989).

De acuerdo a los fenogramas (Fig. 1), otro probable quiebre poblacional debería producirse entre Puchuncaví y Valparaíso, área geográfica entre las que se segregan los agregados Centro-Norte (CN) y Centro-Sur (CS).

El locus ODH aparece como un excelente marcador genético de los 3 agregados poblacionales (EN, CN y CS) propuestos. La probabilidad de que los sitios del extremo norte de Chile y de Perú se hayan agrupado por mero azar es

de 0.006. La probabilidad de que las localidades Centro-Norte (Coquimbo-Antofagasta) se hayan agregado al azar es de 0.003, y el mismo valor ocurre para las localidades Centro Sur (Valparaíso). Por lo tanto, la probabilidad de que por azar se hayan agrupado los 11 sitios en los tres agregados discutidos es virtualmente cero ($0.006 \times 0.003 \times 0.003$).

Utilizando la información genética del locus ODH, que incluye la localidad peruana, se pudo estimar que el 88.8% de la heterogeneidad genética está asociada al agregamiento en los tres grupos poblacionales: EN, CN y CS (Tabla 6), lo que significa que el 93% del componente interlocalidad (Tabla 5) es explicado por estos 3 agregados poblacionales.

El hecho que la localidad de Valdivia (Mehuín) aparezca asociada cercanamente a la localidad de Valparaíso debe considerarse con cuidado, por 3 motivos. El primero y más crítico, está relacionado al hecho que no se dispuso de datos de otros sitios dentro de la localidad de Valdivia, por lo que no es posible estimar de modo confiable la heterogeneidad genética del componente entre-localidades para la comparación Valdivia y Valparaíso. El segundo obedece al hecho de que la muestra de Mehuín contiene un alelo (el alelo c del locus ODH) que nunca apareció en los sitios del Centro y Norte de la distribución, por lo que el alelo c podría ser un virtual alelo marcador de la región Sur. Y el tercero está relacionado con el hecho de que existen diferencias significativas en las frecuencias génicas del locus LAP, entre las localidades de Mehuín y Valparaíso ($G=3.90$, $g.1.=1$, $P=0.045$).

La heterogeneidad genética observada entre las localidades Centro-Norte de la distribución de la especie, junto a las razones anteriormente discutidas para la asociación Mehuín-Valparaíso, sugieren fuertemente la posibilidad de que el área Centro-Extremo Sur también presente patrones de diferenciación genética similares a los encontrados por nosotros. Sin embargo, para ello se necesita realizar muestreos adicionales, utilizando el protocolo que hemos aplicado en este trabajo, incluyendo sitios del sur y extremo sur y entre las localidades intermedias a las estudiadas en este trabajo. Lo anterior permitirá tener un cuadro más detallado de los patrones aquí descritos, como también permitirá poner a prueba definitivamente las Hi-

Tabla 6. Análisis de los componentes de la Heterogeneidad genética de la ODH, asociados al reagrupamiento de los sitios en 3 agregados poblacionales: Centro-Sur (CS), Centro-Norte (CN) y Extremo Norte (EN). G es el Estadístico G. P es la probabilidad de G. %G es el porcentaje de Heterogeneidad explicado por el respectivo componente.

Componente	G	g.l.	P	%G
Extremo Norte				
Dentro de agregado	3.79	4	0.44	3.9
Centro-Norte				
Dentro de agregado	5.81	6	0.45	5.9
Centro-Sur				
Dentro de agregado	1.39	6	0.96	0.0
Entre agregados poblacionales	87.16	6	0.00	88.8
Gran total entre sitios	98.15	22	0.00	100.0

pótesis de Aislamiento por distancia (H1) y de Poblaciones geográficamente estructuradas (H2) en *C. concholepas*.

Mientras que *C. concholepas* en la fase juvenil-adulta presenta una escasa movilidad, en la fase larvaria tiene un potencial de dispersión que puede alcanzar los 3 meses de residencia en el plancton (DiSalvo, 1988). Debido a lo anterior es posible esperar que el flujo génico entre localidades lejanas sea extensivo (Gooch *et al.*, 1972; Crisp, 1978; Hedgecock, 1986), de lo que se infiere, que la diferenciación genética observada está ocurriendo a pesar del gran potencial de dispersión de la larva. Para comprender las causas que pueden mantener la diferenciación genética en *C. concholepas* sería importante hacer una distinción entre aquellas que son primarias, esto es, que determinan el origen de la estructura poblacional; y aquellas que son secundarias, esto es, que han permitido secundariamente desarrollar adaptaciones para la mantención de la estructura geográfica.

Las barreras o las condiciones hidrobiológicas pueden ser una causa primaria y secundaria de la estructura geográfica. Como ejemplo de su acción primaria, en Nueva Zelanda se ha demostrado que existen barreras hidrobiológicas de masas de agua que limitan el flujo génico y, por lo tanto, son una causa primaria de intensos patrones de diferenciación genética (Smith *et al.*, 1978, 1989; Smith, 1988; Stevena, 1991). Y en Australia, la subdivisión poblacional en la anémona *Anemona tenebrosa* es consistente con los movimientos de masas de agua de la corriente australiana del este (Ayre *et al.*, 1991). En

cambio, existen condiciones hidrobiológicas que han actuado como una causa secundaria para la mantención de la estructuración geográfica. Así, en peces se ha propuesto que las larvas han desarrollado adaptaciones para quedar atrapadas en áreas de retención de diferentes escalas geográficas y temporales (Iles & Synclair, 1982). Estas posibilidades deben ser exploradas para *C. concholepas*, desarrollando estrategias técnicas e imaginativas para trabajar con larvas o reclutas como las implementadas por Patarnello *et al.*, (1991).

En este trabajo se ha encontrado que para Quintay y Mehuín, la heterocigosidad observada promedio por locus para individuos es de 0.065. Este valor es bajo comparado con otros gastrópodos, como *Haliotis discus* ($H_o = 0.123$), *Patella aspersa* ($H_o = 0.220$ o *Patella coerulea* ($H_o = 0.156$) (Fujio *et al.*, 1983, Lavie *et al.*, 1987). No obstante los valores encontrados para el loco son de la misma magnitud que *Nucella lapillus*, 0.074 (Day & Baine, 1988). Sin embargo, no existe una respuesta o modelo único que puedan explicar estos valores (Nevo *et al.*, 1984). Sólo a través de diseños experimentales y muestreos de seguimiento periódico de la variabilidad genética, se podrán discriminar los factores que la afectan. De acuerdo a Guíñez *et al.* (1986) y Smith *et al.* (1991), la intensa actividad pesquera podría alterar la estructura y variabilidad genéticas a través de la remoción selectiva de individuos de genotipos heterocigotos que presenten una mayor tasa de crecimiento (ver además, Guíñez, 1989, 1986).

Finalmente, es necesario destacar la impli-

cancia aplicada que tienen nuestros resultados. El hecho de que ellos sugieren la existencia de al menos 3 agregados poblacionales en el área de distribución Centro-Norte del recurso "loco", permite proponer que estos agregados deben ser considerados como unidades independientes o stocks biológicos, tanto del manejo del recurso como de los estudios ecológicos y biológicos poblacionales y comunitarios que se realicen relacionados con la especie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dedican este trabajo al prestigiado y desgraciadamente tempranamente fallecido biólogo chileno Sr. Jorge Tomacic, quien junto a su hijo Juan Pablo muestrearon el material de Antofagasta. Jorge siempre demostró un enorme entusiasmo y amor por el desarrollo de las Ciencias del Mar en Chile. Se agradece el apoyo y facilidades prestadas por el Dr. Jorge Garrido (CONYCI), Dr. Manuel Vegas-Vélez (CONCYTEC-COMAR COSALC VII, Perú) y por las autoridades y funcionarios de la Subsecretaría de Pesca, y del SERNAP. A los colegas que colaboraron en el muestreo: A. Vizcarra V. (Perú), A. Ramos (Perú), C. Moreno, F. Aybar, J. Carvajal, J. Oliva, G. Jerez y C. Andrade. También agradecemos a C. Sevilla, a A. Vizcarra, a A. Ramos y colegas asistentes, al curso "Genética de Poblaciones Marinas 2" (CONCYTEC-COMAR COSALC VII, Lima 1992), que hicieron la electroforesis del material peruano. A M. Gallardo y F. Alay por las fructíferas discusiones y colaboración mantenidas en el ámbito de las reuniones técnicas de coordinación de los Proyectos Fondecyt Sectorial "Loco".

Financiamiento OEA y Proyecto FONDECYT SECTORIAL "LOCO" 3503-89.

LITERATURA CITADA

- ALLENDRORF, F., N. RYMAN & F. UTTER. 1987. Genetics and fishery management: Past, present and future. En: Population and fishery Management. 1:1-19. N. Ryman N. and F. Utter (ed.). University of Washington Press, Seattle and London.
- AHMAD, M., D.O.F. SKIBINSKY & J.A. BEARDMORE, 1977. An estimate of the amount of genetic variation in the common mussel, *Mytilus edulis*. Biochemical Genetics, 15: 833-846.
- ANON. 1976. Ad hoc meeting of scientists to discuss skipjack fisheries development and research requirements. Report South Pacific Commission, Noumea, 28 pp.
- AYRE, D.J., J. READ & J. WISHART, 1991. Genetic subdivision within the eastern Australian population of the sea anemone *Actinia tenebrosa*. Marine Biology, 109: 379-390.
- BEAUMONT, A. R., T.R. DAY & G. GADE. 1980. Genetic variation at the Octopine dehydrogenase locus in the adductor muscle of *Ceratoderma edule* (L.) and six other bivalve species. Marine Biology Letters, 1: 137-148.
- CRISCI, J.V. & M.F. LÓPEZ. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington D.C., 132 pp.
- CRISP, J.D. (1978). Genetic consequences of different reproductive strategies in marine invertebrates. En: Marine organisms: genetics, ecology and evolution. pp. 257-273. B. Battaglia and J.A. Beardmore (ed.). Plenum Press, New York.
- DAY, A.J. & B.L. BAYNE. 1988. Allozyme variation of the dogwhelk *Nucella lapillus* (Prosobranchia: Muricacea) from the South West peninsula of England. Marine Biology, 99: 93-100.
- DI SALVO, D.H. 1988. Observations on the larval and post-metamorphic life of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) in laboratory culture. The Veliger, 30: 358-368.
- DOBZHANSKY. 1950. Mendelian populations and their evolution. American Naturalist, 84: 401-418.
- FUJIO, Y., R. YAMANAKA & P.J. SMITH. 1983. Genetic variation in marine molluscs. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 49: 1809-1817.
- GALLARDO, C. 1979. El ciclo vital del muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. Biología Pesquera, Chile, 12: 79-89.
- GOOCH, J.L., B.S. SMITH & D. KNUPP. 1972. Regional survey of gene frequencies in the mudsnail, *Nassarius obsoletus*. Biological Bulletin of marine biology Lab., Woods Hole 142: 36-48.
- GUÍÑEZ, R. 1986. Heterocigosidad genética, crecimiento y sobrevivencia relativa en cohortes de *Tiostrea chilensis*. Informe final Proyecto DIUC 2F/84. Pontificia Universidad Católica de Chile, 116 pp.
- GUÍÑEZ, R. 1989. Estudios genético-ecológicos en la ostra chilena. *Tiostrea chilensis*. En: Genética y recursos renovables. pp: 33-44. F. Alay (ed.) Universidad de Concepción, Concepción.
- GUÍÑEZ, R. & R. GALLEGUILLOS. 1985. Clinal variation in the morphological distance between genotypes at the carbonic anhydrase locus in the Chilean oyster. *Tiostrea chilensis* (Philippi, 1845) Chanley & Dinamani 1980. Brazilian Journal of Genetics, 8: 609-616.
- GUÍÑEZ, R., A. MONSALVE & R. GALLEGUILLOS. 1986. Correlaciones genético-morfológicas en la ostra chilena, *Tiostrea chilensis* (Philippi, 1845) Chanley & Dinamani, 1980, del banco de Pullinque (Ancud, Chiloé). Biología Pesquera, Chile, 15: 17-25.
- HARRIS, H. & D.A. HOPKINSON. 1976. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. American Elsevier, New York.
- HARTL, D.L. & A.G. CLARK. 1989. Principles of population genetics. 2da. Ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. 682 pp.
- HEDGECOCK, D. 1986. Is gene flow from pelagic larval dispersal important in the adaptation and evolution of marine invertebrates? Bulletin of Marine Sciences, 39: 550-564.

- ILES, T.D. & M. SINCLAIR. 1982. Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science*, 215: 627-633.
- LAVIE, B., R. NOY & E. NEVO. 1987. Genetic variation in the marine gastropods *Patella coerulea* and *Patella aspersa*: patterns and problems. *Marine Biology*, 96: 367-370.
- NACIONES UNIDAS. 1980. Genetic Resources. United Nations Environment Program Report 5.
- NEI M. 1978. The theory of genetic distance and evolution of human races. *Japanese Journal of Human Genetics*, 23: 341-369.
- NEVO, E., A. BEILES & R. BEN SHILOMO. 1984. The evolutionary significance of genetic diversity; ecological, demographic and life history correlates. *Lecture Notes in Biomathematics*, 53: 13-212.
- OLIVA, D. & J.C. CASTILLA. 1990. Repoblación natural: El caso del loco *Concholepas concholepas* (Gastropoda: Muricidae), en Chile central. En: *Cultivo de Moluscos en América Latina. Memorias Segunda Reunión Grupo de Trabajo Técnico*. pp. 273-295. A. Hernández (ed.) Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina, Bogotá.
- PATARNELLO, T., R. GUÍÑEZ & B. BATTAGLIA. 1991. Effects of pollution on heterozygosity in the barnacle *Balanus amphitrite* (Cirripedia: Thoracica). *Marine Ecology Progress Series*, 70: 237-243.
- RICHARDSON, B.G., P.R. BAVERSTOCK & M. ADAMS. 1986. Allozyme electrophoresis. Academic Press, London. 410 pp.
- SCHAAL, B.A., & W. ANDERSON. 1974. An outline of techniques for starch-gel electrophoresis of enzyme from the American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. Marine Sciences Center. Technical Report Series N° 74: 3-19.
- SMITH, P.J. 1988. Biochemical genetic variation in the green-lipped mussel *Perna canaliculus* around New Zealand and possible implications for mussel farming. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 22: 85-90.
- SMITH, P.J., R.I.C.C. FRANCIS & L.J. PAUL. 1978. Genetic variation and population structure in the New Zealand snapper, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 12: 343-350.
- SMITH, P.J., C.J. MACARTHUR & K.P. MICHAEL. 1989. Regional variation in electrophoresis frequencies in the tuatua, *Paphies subtriangulata*, around New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 23: 27-33.
- SMITH, P.J., R.I.C.C. FRANCIS & M. McVEAGH. 1991. Loss of genetic diversity due to fishing pressure. *Fisheries Research*, 10: 309-316.
- SMITHIES, O. 1955. Zone electrophoresis in starch gels: group variation in the serum proteins of normal human adults. *Biochemical Journal*, 61: 629-641.
- SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL. 1973. Numerical Taxonomy. The principle and practice of Numerical Classification, Freeman, San Francisco, 573 pp.
- SOKAL, R. & F.J. ROHLF. 1969. Biometry. W.H. Freeman and Company, New York. 776 pp.
- SPANAKIS, R.D., N. TSIMENIDES & E. ZOUROS. 1989. Genetic differences between populations of sardine, *Sardina pilchardus*, and anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Aegean and Ionian seas. *Journal of Fish Biology*, 35: 417-437.
- STEVENS, P.M. 1991. A genetic analysis of the pea crabs (Decapoda: Pinnotheridae) of New Zealand. II. Patterns and intensity of spatial population structure in *Pinnotheres atrincola*. *Marine Biology*, 108: 403-410.
- STUARDO, J. 1979. Sobre la clasificación, distribución y variación de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789): un estudio de taxonomía beta. *Biología Pesquera, Chile*, 12: 5-38.
- YABLOKOV, A.V. 1986. Population Biology. Progress and problems of studies on Natural Populations, Mir Publishers, Moscow, 303 pp.

DISTRIBUTION PATTERNS OF THE DEMERSAL FISH ASSEMBLAGE OFF CENTRAL CHILE

PATRONES DE DISTRIBUCION DE LA ASOCIACION DE PECES DEMERSALES FRENTE A CHILE CENTRAL

Hugo Arancibia¹

ABSTRACT

The spatial and temporal distribution of the fish fauna in the fishing area of *Pleuroncodes monodon*, off Central Chile, is analysed. Haul-by-haul information from four surveys was taken into account (April 1982 and 1983, and March and November 1984). The demersal fish fauna exhibits two boundaries, one at depths of around 250 ± 50 m and the other one at depths of around 100 m. Consequently, three fish assemblages are recognized: inshore over the continental shelf, offshore over the continental shelf, and over the upper continental slope. Temporal and spatial changes in the fish assemblage are clearly recognized with *M. gayi* as the dominant species, being replaced in depth mainly by the grenadier fish *Coelorinchus aconcagua*.

Key words: Demersal fish assemblage, distribution patterns, Central Chile.

RESUMEN

Se analiza la distribución temporal y espacial de la ictiofauna en el área de la pesquería de *Pleuroncodes monodon*, a partir de la información lance a lance de cuatro cruceros de investigación (abril 1982 y 1983, y marzo y noviembre de 1984). La ictiofauna demersal exhibe dos "fronteras", la primera a una profundidad de 250 ± 50 m y la otra a los 100 m. En consecuencia, se reconoce tres asociaciones de peces: una sobre la plataforma continental interior, otra sobre la plataforma continental exterior y otra sobre la parte superior del talud continental. Se reconoce claramente cambios temporales y espaciales en estas asociaciones de peces, aunque *M. gayi* es la especie dominante, siendo reemplazada en profundidad por *C. aconcagua*.

Palabras claves: Asociación de peses demersales. Patrones de distribución. Chile Central.

INTRODUCTION

Over both the continental shelf and the upper slope off Central Chile (30°S - 39°S) an important trawl fishery is concentrated, focussing mainly on the Chilean hake (*Merluccius gayi*: Gadiformes), the kingklip (*Genypterus maculatus*: Ophidiiformes) and the red crab (*Pleuroncodes monodon*: Galatheidae, Anomura).

The fishing area of *P. monodon* is reduced (Fig. 1) but demersal fish species are harvested too as by-catch (Henríquez *et al.*, 1982, 1983; Bahamonde *et al.*, 1984). However, investigations

on demersal fish of this area have been done only in a circumstantial fashion (e.g. Ojeda & Camus, 1977; Bahamonde & Zavala, 1981; Meléndez, 1983; Bahamonde *et al.*, 1984; Arancibia *et al.*, 1986), but not aiming specifically at a community analysis.

Specific investigations about the distribution of commercial species are scarce. Yáñez & Barbieri (1983) studied the distribution of the benthodemersal fauna in the area off Valparaíso ($32^{\circ} 50' \text{S}$; $33^{\circ} 10' \text{W}$). Periodical and seasonal investigations on the demersal fish fauna have, however, not been undertaken.

¹Instituto de Investigación Pesquera, P.O. Box 350, Talcahuano, Chile.

In this study, the spatial (bathymetric) and temporal (seasonal) distribution of the demersal ichthyofauna in the fishing area of *P. monodon*, in Central Chile, is analysed.

MATERIAL AND METHODS

On the origin of the information, samples, raw-and standardized data

The raw data was obtained from recorded captures of four bottom trawl surveys performed by the Instituto de Fomento Pesquero de Chile (IFOP; Fisheries Development Institute; Table 1). The objective of these surveys was to estimate the standing stock of *Pleuroncodes monodon*.

On board, the catch was sorted by species and weighted. Tow time, velocity, depth and position were also registered. All surveys were performed with the R/V ITZUMI of the Subsecretaría de Pesca de Chile (Undersecretariat of Fisheries). A shrimp trawl with a 3 cm mesh cod-end, a 30 m head-line equipped with floats, a 34.5 m footrope armed with 14 cm diameter and 14.8 cm width rubber bobbins, "lucketa" type doors, and 15 m long bridles was used as sampling gear. Vertical opening varied between 2.8 and 3.4 m, while average horizontal opening between wing tips was 11.75 m.

All capture data was standardized per species and per tow, because both trawling velocity and time were not constant (mean velocity: 4.1 km/h; mean actual trawling time: 30 min).

The standardization of the capture has the form of

$$C_{st} = C / d$$

where C_{st} = standardized capture, in kg/km; C = actual capture, in kg; d = trawling distance, in km, calculated from

$$d = v * t$$

where v = trawling velocity, in km/h; t = actual trawling time, in h.

This type of standardization has been used by IFOP, as reported by Henríquez *et al.* (1982, 1983), Bahamonde *et al.* (1984) and Anonymous

(1984), following Paloheimo & Dickie (1964) and Alverson & Pereyra (1969).

Area of study, division by zones and bathymetry

In the area of study, three discrete zones with catchable biomass of *P. monodon* can be recognized: A = Achira; B = Bio Bio; E = Exterior (Fig. 1); each zone was arbitrarily divided into the following six depth strata: (1) ≤ 100 m; (2) 101-150 m; (3) 151-200 m; (4) 201-250 m; (5) 251-300 m; and (6) ≥ 301 m depth, according to

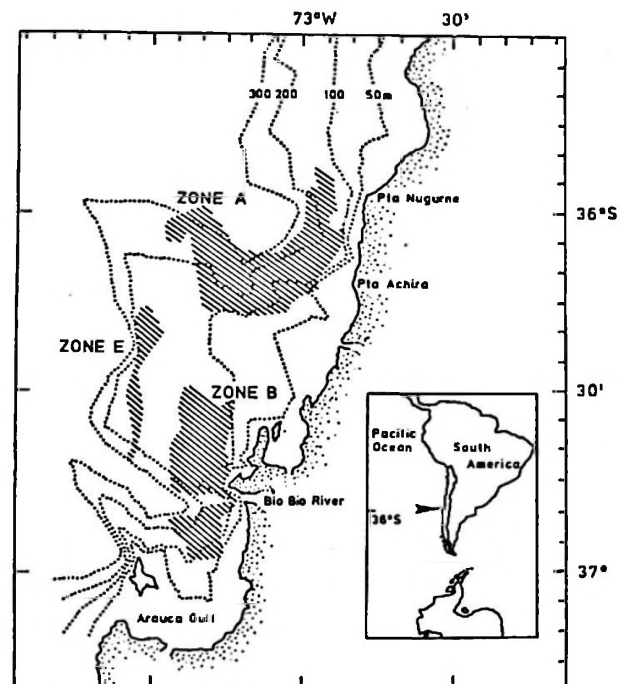


Figura 1. Geographic distribution of the stock of *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf and the upper slope off central Chile (ARANCIBIA, 1988).

Arancibia (1988) and Yáñez & Barbieri (1983), who also used 50 m depth strata. The number of samples per survey and zone are shown in Table 2.

Each zone was independently analysed per cruise. Previous analysis without this separation did not show any clear patterns. In all analyses, fish species that occurred in more than 1% of the catches were not considered. This reduced the number of 0-values that might have appeared as "noise" in the results (*sensu* Haedrich & Krefft, 1978).

Table 1. "Pleuroncodes monodon surveys" carried out over the continental shelf and the upper slope off central Chile from 1982 to 1984 by IFOP.

Year	Area intervals	Depth range (m)	Period
1982	35°47' S 37°05' S	42-300	April 4-30
1983	35°50' S 37°01' S	52-350	April 15- May 8
1984	35°45' S 37°10' S	40-355	March 14- April 4
1984	36°00' S 36°55' S	33-300	Novem- 4-23 ver

Descriptive parameters of the demersal fish community

In order to describe characteristics and distributional patterns of the demersal ichthyofauna, several classical community parameters were determined and the multivariate technique of cluster analysis was used.

In this study, the following statistics and indices are used: number of species (S), Shannon-Wiener Diversity Index (H' ; Shannon and Weaver, 1949) and evenness (J' ; Pielou, 1975).

The formulas are:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i * \log_2 P_i)$$

where: P_i is the proportion of biomass in the i^{th} species.

$$J' = H' / H'_{\max}$$

The evenness is near 0 when the dominance is high and is 1.0 when all species are present in equal quantities.

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

These statistics and indices were selected because the number of species and biomass are

obvious measures to describe a community (Pielou 1969). The Shannon-Wiener index (H') combines the variety and evenness components as one overall index of diversity (Odum, 1971). It seems to be the most consistent and useful method for obtaining significant diversity indices which are relatively independent of sample size (Stirn, 1981). These statistics and indices were calculated with the computational program ACOM (Navarro, 1984).

Cluster analysis

The aim of this technique is to produce a number of discrete groups of patterns of occurrences (Clifford & Stephenson, 1975). The objects are more homogenous within groups, while at the same time the groups are heterogenous among themselves as much as possible (Zupan, 1982).

In these cluster analyses, the sampling units are bottom trawl hauls (Table 2), the objects are depths and their attributes are the mean biomass of each fish species per zone, expressed as percentages.

Each comparison was carried out between entities per survey. Czkanowski's Quantitative Index, CZ_{ik} , also named Bray Curtis Index

Table 2. Number of samples (bottom trawl hauls) per survey and zone. In brackets: number of species contributing > 1% to the biomass.

Survey	Achira (= A)	Bío Bío (= B)	Exterior (= E)
April 82	83 (11)	51 (3)	23 (5)
April 83	79 (9)	43 (7)	21 (5)
March 84	70 (7)	41 (4)	25 (6)
Nov. 84	74 (8)	49 (8)	13 (7)

(Bloom, 1981) or Percent Similarity Index (Venrick, 1983), was used as a similarity measure because it is not affected by joint absences (Boesch, 1977; Field *et al.*, 1982).

CZ_{ik} may be expressed as

$$CZ_{ik} = \frac{2 \sum_{i=1}^m \min(x_{ij}, x_{kj})}{\sum_{i=1}^m (x_{ij} + x_{kj})}$$

where x_{ij} is the occurrence of the j^{th} attribute in the i^{th} object; x_{kj} is the occurrence of the same attribute in the k^{th} object.

The unweighted pair-group method using arithmetic averages (UPGMA; also named group-average method) was used for classification (Sneath & Sokal, 1973). It introduces relatively little distortion to the relationships originally expressed in the interentity resemblance matrix (Cunningham & Ogilvie, 1972).

In order to establish a statistical criterium for the identification of groups between entities (depth strata), the similarity within entities was also recorded. Its mean was used as limiting value in the dendrogram.

Following Arancibia (1988), the comparison by pairs of samples (tows) within depth stratum was arranged using a random numbers table. Each sample was compared only once, i.e. the comparison was done without replacement. The

significance of difference within and between depth strata of CZ_{ik} was tested by means of the Mann-Whitney U-test. Previous analysis about the distribution of CZ_{ik} did not yield any known probability distribution. The cluster analysis

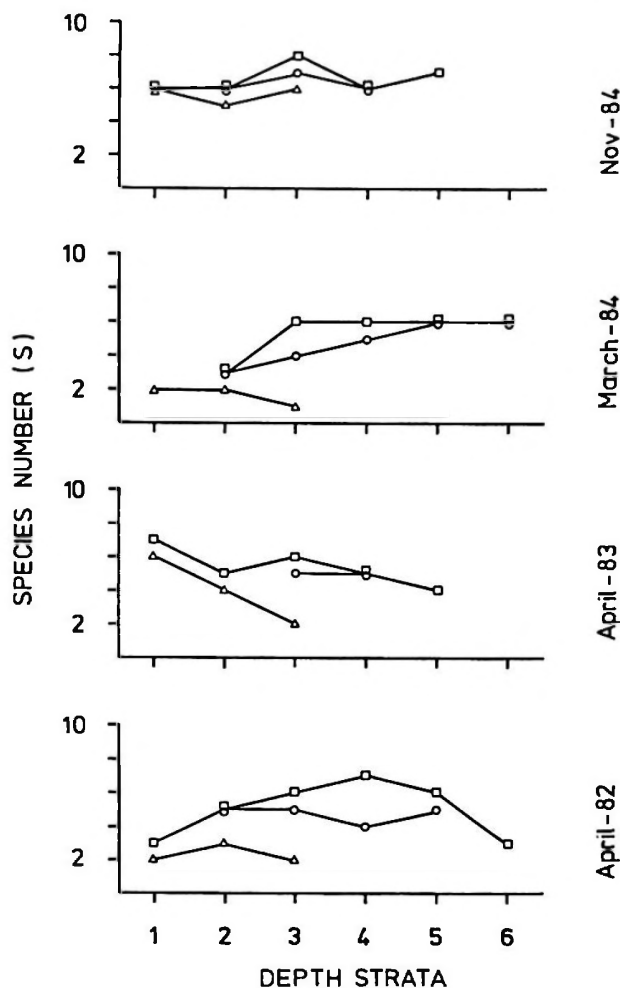


Figura 2. Fish species number per depth stratum and survey (Key: squares = Achira zone; triangles = Bio-Bio zone; circles = Exterior zone).

Table 3. Percent contribution of biomass of the most important fish species caught in surveys for *P. monodon* over the continental shelf and the upper slope off central Chile in 1982, 1983 and 1984 (March and November).

Species	1982, April	1983 April	1984 March	1984 Nov.
<i>Merluccius gayi</i>	74	82	33	54
<i>Hippoglossina macrops</i>	2	6	52	13
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	7	2	7	13
<i>Genypterus maculatus</i>	4	2	2	3
<i>Trachurus murphyi</i>	13	5	2	3
<i>Prolatilus jugularis</i>		1		5
<i>Elasmobranchii</i> (skates and little sharks)	1	1	4	8

was performed with the program CLUST, supplied by Dr. D. Piepenburg from the University of Kiel.

RESULTS

Descriptive parameters of the community

A superficial analysis of the more important species of fish caught in the fishing area of *P. monodon* shows a relatively scarce number of species and only a couple of them dominant (Table 3). The mean number of species (Fig. 2) is very low in the Bio Bio zone although there are differences among years and zones. The biomass diversity (Fig. 3) shows low values with, as expected, relatively high evenness (Fig. 4).

Nevertheless, differences appear when the data is analysed with respect to depth strata

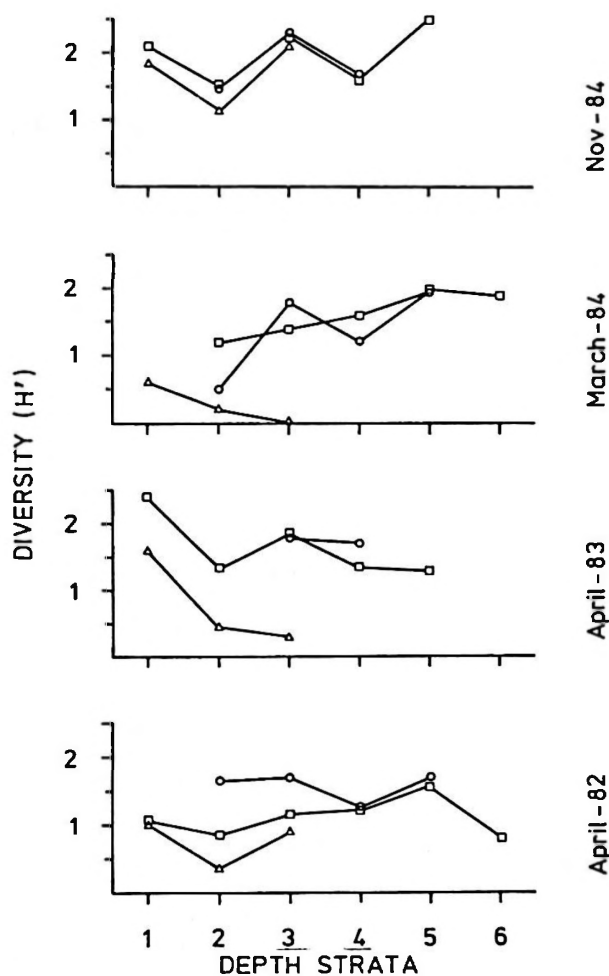


Figure 3. Diversity of fish biomass per depth stratum and survey (Key: squares = Achira zone; triangles = Bio Bio zone; circles = Exterior zone).

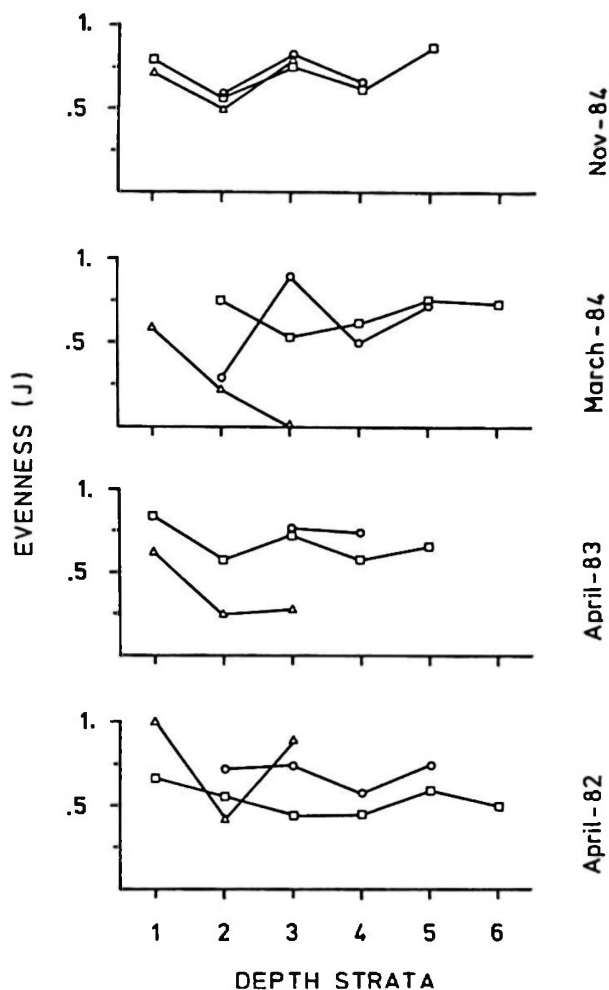


Figure 4. Evenness of fish biomass per depth stratum and survey (Key: squares = Achira zone; triangles = Bio Bio zone; circles = Exterior zone).

(Figs. 2, 3 and 4). The number of species at all depth strata and zones is higher in November 1984 (beginning of summer) than in other months (beginning of autumn). In general, the Achira zone consistently shows the highest number of species, whereas the Bio Bio zone always exhibits the lowest.

CLUSTER ANALYSIS

April 1982

Six groups can be recognized at a level of similarity within strata equal to 0.657 (Table 4a; Fig. 5a). Moreover, each discrete group has its major species. Group 3 could be a heterogeneous unit where a shift in the dominance of *Merluccius gayi* to *Coelorinchus aconcagua* can be recognized.

Table 4. Similarity of biomass of demersal fish within and between depth strata and zones. The significance of difference of within vs. between CZ's was estimated using the Mann-Whitney U-test. The large sample approximation was used (ts; CONOVER, 1971). The statistical significance is shown by "***"; $\alpha = 0.025$.

Period		Mean CZ	s.d.	n	t_s	w(.975)	
a) April '82	within	.657	.148	73	3,468	2,646	*
	between	.512	.207	66			
b) April '83	within	.615	.171	68	1,881	1,591	*
	between	.550	.191	45			
c) March '84	within	.695	.175	64	3,220	2,234	*
	between	.495	.238	66			
d) Nov. '84	within	.581	.127	66	2,230	1,924	*
	between	.480	.216	55			

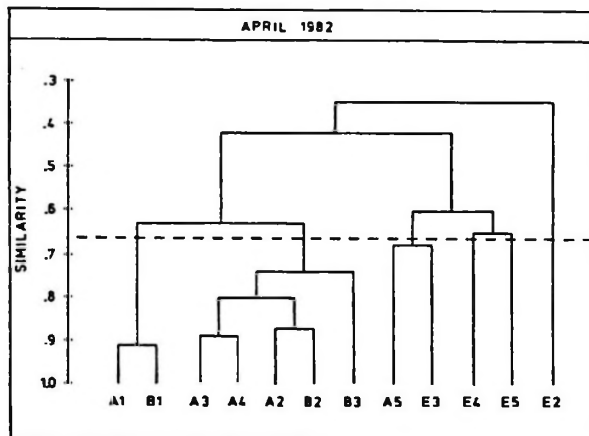


Figura 5 a. Dendrograma showing classification of strata ($\alpha = 0.025$) based on catch data of demersal fish from bottom trawl survey carried out in April 1982. The broken line shows the mean level of similarity within strata (see Table 2 and text for keys).

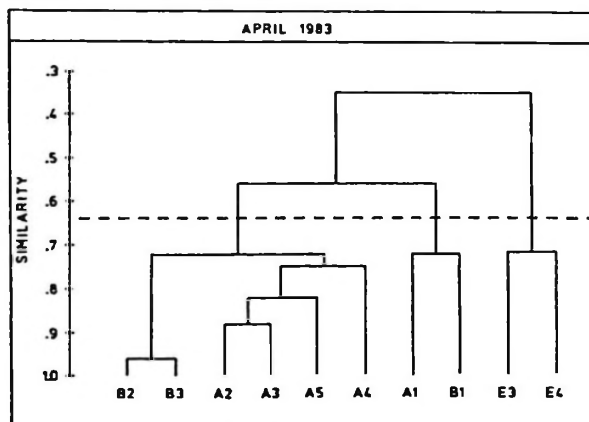


Figura 5 b. Dendrogram showing classification of strata ($\alpha = 0.25$) based on catch data of demersal fish from bottom trawl survey carried out in April 1983. The broken line shows the mean level of similarity within strata (see Table 2 and text for keys).

April 1983

Three distinct groups can be recognized at a level of similarity within strata equal to 0.615 (Table 4b; Fig. 5b). In group 1, *M. gayi* is the most important species. It is almost the exclusive species at strata B2-B3, with secondary contribution of other species from strata A2 to A5. In group 2, the importance of *M. gayi* is secondarily shared with "Others". In group 3, both *M. gayi* and *C. aconcagua* contribute similarly as major species.

March 1984

Six distinct groups can be recognized at a level of similarity within strata equal to 0.695 (Table 4c; Fig. 5c). In groups conformed by more than one stratum (groups 1 and 2), *M. gayi* is the main species. In the first, it is almost the exclusive species with presence of *G. maculatus*. This group was arranged with all Bio Bio zone (B) plus E2. In the second group *M. gayi* dominates also, but with a gradually increasing contribution of *Hippoglossina macrops*. The other groups are conformed by single strata -the deepest (E4, E5, A6) and the shallowest (A2)-, also with typical fish assemblages dominated by *C. aconcagua* and *Trachurus murphyi*, respectively.

November 1984

Four discrete, homogenous groups can be recognized at a level of similarity within strata equal to 0.581 (Table 4d; Fig. 5d). But either *M. gayi* (group 1) or *C. aconcagua* (group 4) are most important with partial exceptions in the shallowest strata (group 2). A gradual shift in the contribution of other species becomes apparent.

The strong relationships of the demersal ichthyofauna among strata per zones are evident, as can be seen in several horizontal pictures (Fig. 6a-d).

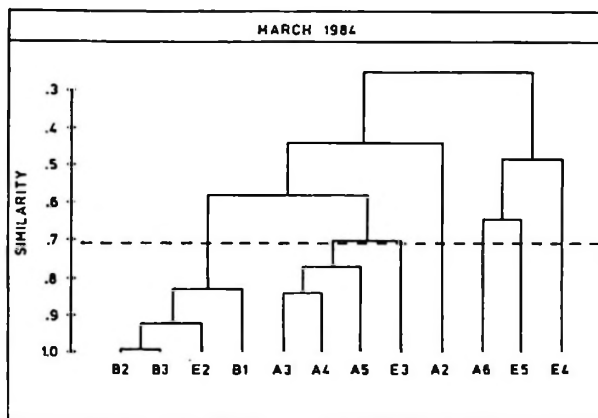


Figure 5c. Dendrogram showing classification of strata ($\alpha = 0.025$) based on catch data of demersal fish from bottom trawl survey carried out in March 1984. The broken line shows the mean level of similarity within strata (see Table 2 and text for keys).

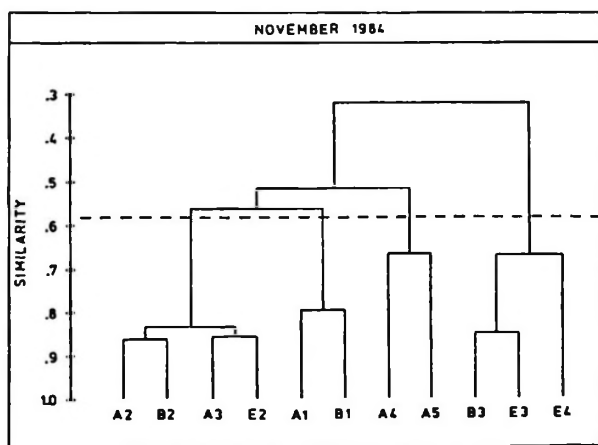


Figure 5d. Dendrogram showing classification of strata ($\alpha = 0.025$) based on catch data of demersal fish from bottom trawl survey carried out in November 1984. The broken line shows the mean level of similarity within strata (see Table 2 and text for keys).

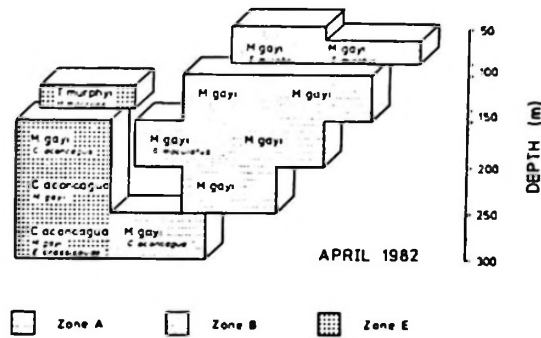


Figure 6a. Demersal fish assemblage on the continental shelf and the upper slope off central Chile in April 1982. The horizontal axis is an arbitrary distance westwards from the coast line.

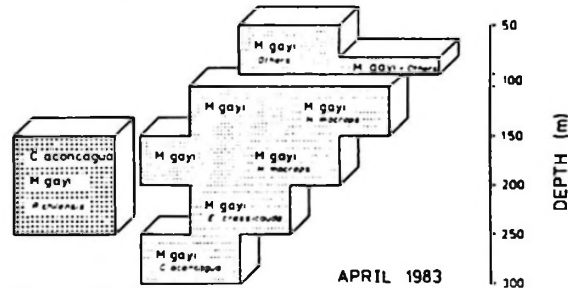


Figure 6b. Demersal fish assemblage on the continental shelf and the upper slope off central Chile in April 1983. The horizontal axis is an arbitrary distance westwards from the coast line.

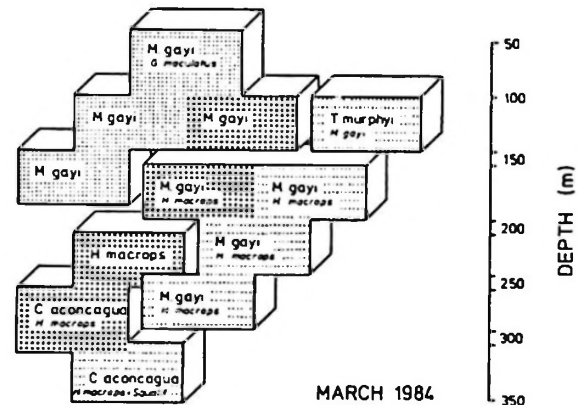


Figure 6c. Demersal fish assemblage on the continental shelf and the upper slope off central Chile in March 1984. The horizontal axis is an arbitrary distance westwards from the coast line.

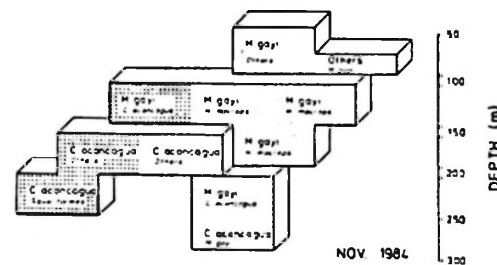


Figure 6d. Demersal fish assemblage on the continental shelf and the upper slope off central Chile in November 1984. The horizontal axis is an arbitrary distance westwards from the coast line.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Wihlm (1968) has proposed to use biomass units in the Shannon-Wiener index (H'), as performed by Lyons (1981) and Yáñez-Arancibia *et al.* (1985), in demersal ichthyofauna studies, because the number of individuals in the different species have been used with no consideration of weight among species. This means that individuals of different species of unequal weight would have an equal influence on a diversity index when the basic data is number of individuals, but would not have the same influence if data is in biomass units. H' is dimensionless and thus the choice of biomass units will not influence the results.

In this study, the mean of H' reveals that this demersal fish guild ($H' = 1.6$) is more heterogenous than a coastal Antarctic fish guild (H' less than 1.3; Targett, 1981) and it is less heterogenous than those of tropical fish communities (H' between 2 and 3 or higher than 3; Smith & Tyler, 1972 *vide* Targett *op. cit.*).

The results allow to conclude that the demersal fish fauna on both the continental shelf and the upper slope off Central Chile exhibits two important boundaries: one at depths of around 250 ± 50 m and one at depths of around 100 m. These two boundaries separate three distinguishable assemblages: one inshore over the continental shelf (above 100 m), one offshore over the continental shelf (between 100 and 250 ± 50 m, aprox.), and one in the upper part of the continental slope.

Each fish assemblage is dominated only by few species, therefore the total number of species is relatively low. *M. gayi* is most important offshore associated with *H. macrops*. Inshore, *M. gayi* is also the dominant species, but associated with pelagic and/or coastal fishes (e.g. *T. murphyi* and *Prolatilus jugularis*, respectively). On the upper slope *C. aconcagua* progressively replaces *M. gayi*, associated with the bathypelagic fish *Epigonus crassicauda*, skates or little sharks.

Despite the relatively clear separation by depth, the demersal ichthyofauna seems to be temporally and spatially dynamic. The results of the present study show that the demersal ichthyofauna exhibits fluctuations during the year, and between years for the same season. Comparable results were reported by Overholtz

& Tyler (1985), in their study of the demersal fish assemblages of Georges Bank.

The causes of the zonation found off Central Chile are not clear but both important ichthyofaunal boundaries can be correlated with physical changes in the substrate and in the water column. In the area of study, one boundary coincides with both the edge of the continental shelf and the presence of the Günther Current, formed by the Equatorial Subsurface Water (ESSW; Silva & Neshyba, 1979). At this boundary, the largest concentrations of *M. gayi* are found.

Avilés *et al.* (1979) proposed a strong relationship between the Günther Current and the presence of *M. gayi* in Chile; its seasonal migrations could be a consequence of the seasonal fluctuations of this current. The oxygen depletion in the ESSW is seemingly not a limiting factor for *M. gayi* (Avilés *et al.*, *op. cit.*), contrary to what was postulated by Brandhorst (1959).

Coincidentally, Samame *et al.* (1983) and Espino *et al.* (1985) communicated that in Northern Peru (5° S - 9° S), during "normal years", i.e. Anti-El Niño events, the largest concentrations of biomass of *M. gayi peruanus* were found at depths where the oxygen values ranged from 0.25 to 1.5 ml/l.

Above the boundary around 100 m depth, the presence of *M. gayi* is gradually reduced, and coastal or epipelagic species (*P. jugularis* and *T. murphyi*, respectively) increase. Yáñez (1974) reported a similar occurrence off Valparaiso, in Central Chile, being *P. jugularis* and *Stromateus stellatus* the most important species above 100 m depth. This shallower zone is affected by subantarctic water (SAAW) of the Humbolt Current.

Below the boundary at 250 ± 50 m depth, the presence of *C. aconcagua* increases. This change between hake (*Merluccius sp.*) and rattail (*Coelorinchus sp.*) correspond to zonations of demersal fish assemblages in comparable ecosystems. For instance, in the northeastern Atlantic, Haedrich *et al.* (1975, 1980) found a similar situation in the area off New England (*Urophycis regius*: *Coelorinchus carminatus*); Day & Percy (1968), on the continental shelf and slope off Oregon (*Sebastes spp.*: *Coryphaenoides pectoralis*); Gabriel & Tyler (1980), in the area from Columbia River to Yaquina Bay, Oregon (*Merluccius productus*: "ratfish");

Snelgrove & Haedrich (1985), in the area off Newfoundland, northwestern Atlantic of Canada (*Gadus morhua*: *Coryphaenoides rupestris*); Leonart & Roel (1984), Roel (1987) and Macpherson & Roel (1987), in the southeastern Atlantic off Namibia (*Merluccius capensis*: *Coelorinchus* spp.); and Macpherson (1981), along the coast off Catalonia, Spain (*Merluccius merluccius*: *Coelorinchus coelorinchus*).

In general, this study coincides with the one by Yáñez y Barbieri (1983), who found a marked discontinuity between the fauna of the continental shelf and of the bathyal zone. Within each zone the faunal composition gradually changed with depth. Their study was carried out in the area off Valparaíso (33° S), Chile, where species of the family Marcroiridae appear also at 220 m depth. The presence of *M. gayi* is also revealed between 150-300 m depth, but with variation in the catch per unit of effort, both seasonally and bathymetrically, probably because of its migrations along Central Chile.

The coastal fauna was also found at depths shallower than 130 m, including *P. jugularis* and the pelagic fish *T. murphyi*. Previously, Yáñez *et al.* (1974), Yáñez (1974) and Yáñez & Barbieri (1974) reported similar results for the sea bottom assemblage off Valparaíso.

There is another interesting generalization in mid latitudes demersal fish assemblages: only a couple of species contribute significantly to the fish catch. The demersal fish assemblage of interest in this study is not an exception. Above 250 m, where trawling is carried out, only three or four commercially important species account for more than 80 per cent of the catch, independent of the season. Despite this, the other, mostly noncommercial species may have essential roles in the ecosystem occupied by the previous economically important fishes. As Horn (1980) pointed out, the noncommercial species may function as predators or competitors of exploited species, or otherwise affect community structure and, thus, indirectly influence economically important populations.

In this study, the characteristics of the "Exterior Zone" must be emphasized. In fall situation, i.e. April, the "axis" of this demersal fish assemblage is located below 150 m depth, but with a characteristic fauna of the upper continental slope and isolated from the other two zones (Achira and Bio Bio). After winter, i.e.

November, fish associations are mainly found with the Bio Bio zone.

Before the beginning of the rainy season, i.e. March, these connections change and the association is mainly with the Achira zone. At this time, the demersal fish assemblage moves both upwards and towards the coast. This is likely to be correlated with, and synchronized to, the displacement of the anticyclonic center over the southeastern Pacific that is influencing water masses movements in the region. Arcos (1987) has shown that variation in the alongshore component of the winds induce a response in the hydrographic fields in Central Chile.

Following Arcos (1987), it can be postulated that the spatial and temporal variability of the demersal fish biomass on the continental shelf and upper slope off Central Chile is just a biological response to changes in hydrographic conditions related to the annual meteorological cycle. In spring/summer the trade winds lies southwesterly; in fall/winter they lies northerly. As a result, superficial waters are transported offshore in spring/summer (mainly between October and March), which causes a compensatory upwelling from subsuperficial waters and, consequently, the displacement upwards of deeper waters.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) and Subsecretaría de Pesca de Chile for their cooperation and for the authorization to use the raw data from four research surveys. I thank also Academic Exchange Office of Germany (DAAD) for a fellowship, which permitted me to carry out a research stay at the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI).

LITERATURE CITED

- 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.
- ANONYMOUS. 1984. Informe Resultado Crucero Langostino Colorado, Noviembre 1984. Subsecretaría de Pesca (Chile), 32 pp.

- ARANCIBIA, H., J. TORO, V. FERNÁNDEZ & R. MELÉNDEZ. 1986. Estimación de la mortalidad por depredación del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por la merluza común (*Merluccius gayi*) en el área 35° 45' S - 37° 10' S. In: La Pesca en Chile. P. Arana (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar, UCV: 57-67.
- ARANCIBIA, H. 1988. Cluster analysis: the use of a simple statistical method in the identification of groups. ICES. C.M./D:12 Statistics Cttee., Ref. Demersal Fish Cttee., 18 p.
- ARCOS, D. 1987. Seasonal and short time scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion coast, Chile. Ph.D. Dissertation. State University of New York, 203 p.
- AVILÉS, S., M. AGUAYO, F. INOSTROZA & J. CAÑÓN. 1979. Merluza común *Merluccius gayi* (Guichenot). Teleostomi Gadiformes Merlucciidae. In: Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. I Peces. CORFO/IFOP (Chile) AP 79-18, 89 p.
- BAHAMONDE, N. & P. ZAVALA F. 1981. Contenidos gástricos en *Genypterus maculatus* (Tshudi) y *Genypterus blacodes* (Schneider) capturados en Chile entre 31° y 37° S. Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile 38: 53-59.
- BAHAMONDE, R., H. BUSTOS & G. HENRÍQUEZ. 1984. Monitoreo del recurso langostino colorado - Marzo, 1984. Informe IFOP (Chile), 45 pp.
- BLOOM, S. A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Marine Ecology Progress Series 5: 125-128.
- BOESCH, D. F. 1977. Application to numerical classification in ecological investigations of water pollution. Special Scientific Report. (1977). Virginia Institute of Marine Science (EAP-600/3-7703), 113 pp.
- BRANDHORST, W. 1959. Relationship between the hake fishery and a southerly sub-surface return flow below the Peru Current off Chilean Coast. Nature 183: 1832-1833.
- CLIFFORD, H. T. & W. STEPHENSON. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Inc., London, 229 p.
- CONEVER, W. J. 1971. Practical non parametric statistics. John Wiley and Sons, Inc., USA, 462 p.
- CUNNINGHAM, K. M. & J. C. OGILVIE. 1972. Evaluation of hierarchical grouping techniques: a preliminary study. Computation Journal 15: 209-213.
- DAY, D. S. & W. G. PEARCY. 1968. Species associations of benthic fishes on the continental shelf and slope of Oregon. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 5(12): 2665-2675.
- ESPINO, M., C. BENITES & M. MALDONADO. 1985. Situación de la población de merluza durante "El Niño". In: W. Arntz, A. Landa and J. Tarazona (Eds.) "El Niño". Su impacto en la fauna marina. Boletín Instituto del Mar del Perú-Callao (Volumen Extraordinario): 159-162.
- FIELD, J. G., K. G. CLARKE & R. M. WARWICK. 1982. A practical strategy for analysing of multispecies distribution pattern. Marine Ecology Progress Series 8: 37-52.
- GABRIEL, W. L. & V. TYLER. 1980. Preliminary analysis of Pacific coast demersal fish assemblages. Marine Fisheries Review: 83-88.
- HAEDRICH, R. L., G. T. ROWE & P. T. POLLONI. 1975. Zonation and faunal composition of epibenthic populations on the slope south of New England. Journal of Marine Research 33(2): 191-212.
- HAEDRICH, R. L. & G. KREFFT. 1978. Distribution of bottom fishes in the Denmark Strait and Irminger Sea. Deep-Sea Research 25: 705-720.
- HAEDRICH, R. L., G. T. ROWE & P. T. POLLONI. 1980. The megabenthic fauna in the Deep-Sea south of New England, USA. MARINE BIOLOGY 57: 165-179.
- HENRÍQUEZ, G., R. BAHAMONDE, H. ROBOTHAM & H. BUSTOS. 1982. Estudio biológico-pesquero del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Zona 35° 47' S-37° 05' S. Informe IFOP (Chile), 67 pp.
- HENRÍQUEZ, G., R. BAHAMONDE & R. BUSTOS. 1983. Monitoreo del recurso langostino colorado 1983. Informe IFOP (Chile), 26 p. + Anexo.
- HORN, M. H. 1980. Diversity and ecological roles of noncommercial fishes in California marine habitats. Cal COFI Report 21: 37-47.
- LEONART, J. & B. ROEL. 1984. Análisis de las comunidades de peces y crustáceos demersales de la costa de Namibia (Atlántico Sudoriental). Investigación Pesquera (Barcelona) 48(2): 187-206.
- LYONS, N. I. 1981. Comparing diversity indices based in counts weighted by biomass or other importance values. American Naturalist 118: 443-449.
- MACPHERSON, E. 1981. Resource partitioning in a Mediterranean demersal fish community. Marine Ecology Progress Series 4: 183-193.
- MACPHERSON, E. & A. ROEL. 1987. Trophic relationships in the demersal fish community off Namibia. In: The Benguela and Comparable Ecosystems. A. I. L. Payne, J. A. Gulland and K. H. Brink (Eds.). South African Journal of marine Science 5: 585-596.
- 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.
- NAVARRO, R. A. 1984. Programa computacional para el análisis numérico de comunidades: diversidad y sobreposición. Medio Ambiente 7(1): 82-87.
- ODUM, E. P. 1971. Fundamentals of ecology, W. B. Saunders Company, 574 p.
- OJEDA, F. P. & J. CAMUS. 1977. Morfometría y nicho trófico de *Coelohynchus patagoniae* Gilbert y Thompson. Boletín Museo Nacional de Historia Natural, Chile 35: 99-104.
- OVERHOLTZ, W. T. & A. V. TYLER. 1985. Long-term responses of the demersal fish assemblages of Georges Bank. Fishery Bulletin 83(4): 507-520.
- PALOHEIMO, J. E. & L. M. DICKIE. 1964. Abundance and fishing success. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Explor. Mer 155: 152-163.
- PIELOU, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. John Wiley and Sons, Inc., USA 286 p.
- PIELOU, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons, Inc., USA, 165 pp.
- ROEL, B. A. 1987. Demersal communities off the west coast of South Africa. In: The Benguela and Comparable Ecosystems. A. I. L. Payne, J. A. Gulland and K. H. Brink (Eds.) South Africa Journal of marine Science 5: 575-584.
- SAMAME, M., M. ESPINO, J. CASTILLO, A. MENDIETA & U. DAMM. 1983. Evaluación de la población de merluza y otras especies demersales en el área de Puerto Pizarro-Chimote. Boletín del Instituto del Mar del Perú-Callao 7(5): 109-192.
- SHANNON, C. E. & W. WEAVER. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, USA, 117 p.

- SILVA, N. & S. NESHYBA. 1979. On the southern most extension of the Peru-Chile undercurrent. *Deep-Sea Research* 26 A: 1387-1393.
- SNEATH, P. H. A. & R. R. SOKAL. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman and Company, USA, 573 p.
- SNELGROVE, P. V. R. & R. L. HAEDRICH. 1985. Structure of the deep demersal fish fauna off Newfoundland. *Marine Ecology Progress Series* 27: 99-107.
- STIRN, J. 1981. Manual of methods in aquatic environment research. Part 8. Ecological assessment of pollution effects. (Guidelines for the FAO (GFCM)/UNEP Joint Coordinated Project on Pollution in the Mediterranean). FAO Fisheries Technical Paper (209), 70 p.
- TARGETT, T. E. 1981. Trophic ecology and structure of coastal Antarctic fish communities. *Marine Ecology Progress Series* 4: 243-263.
- VENRICK, E. L. 1983. Percent similarity: the prediction of bias. *Fishery Bulletin* 81(2): 375-387.
- WIHLM, J. L. 1968. Use of biomass units in Shannon's formula. *Ecology* 49: 153-156.
- YÁÑEZ, E. 1974. Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos disponibles a un arte de arrastre camarero frente a la costa de Valparaíso (invierno y primavera 1972). *Investigaciones Marinas* 5(5): 125-137.
- YÁÑEZ, E. & M. A. BARBIERI. 1974. Distribución y abundancia relativa de los recursos disponibles a un arte de arrastre camarero frente a la costa de Valparaíso (invierno 1973). *Investigaciones Marinas* 5(6): 138-156.
- YÁÑEZ, E., H. TRUJILLO, M. A. BARBIERI & T. MELO. 1974. Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos disponibles a un arte merlucero frente a la costa de Valparaíso (otoño, invierno y primavera 1972). *Investigaciones Marinas* 5(4): 111-125.
- YÁÑEZ, E. & M. A. BARBIERI. 1983. Aplicación de métodos de inercia: estudio de la repartición de la fauna bentodemersal en la región de Valparaíso (33°S-72°W). Análisis de la estructura espacial del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la zona central de Chile. In: Recursos Marinos del Pacífico Sur, P. Arana (Ed.): 295-319.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., P. SÁNCHEZ-GIL, M. TAPIA-GARCÍA & M. GARCÍA-ABAD. 1985. Ecology, community structure and evaluation of tropical demersal fishes in the southern Gulf of Mexico. *Cahiers de Biologie Marine* 26: 137-163.
- ZUPAN, J. 1982. Clustering of large data sets. John Wiley and Sons Ltd., Great Britain, 122 p.

FECUNDIDAD DE LA ANCHOITA *ENGRAULIS ANCHOITA* HUBBS Y MARINI 1935 PROVENIENTE DE LA PESCA COSTERA MARPLATENSE EN OCTUBRE DE 1987

ANALISIS ON THE FECUNDITY OF ANCHOVY *ENGRAULIS ANCHOITA* HUBBS Y MARINI CAUGHT BY MAR DEL PLATA COASTAL FLEET IN OCTOBER 1987

Elena B. Louge ¹ y Harald E. Christiansen ¹

RESUMEN

En el presente trabajo se determina la fecundidad de *Engraulis anchoita* sobre la base de muestras provenientes de la costa marplatense (38°S 57°W) obtenidas en octubre de 1987. Se extrajeron las gónadas de 190 hembras fijándolas en formol 10%, luego se incluyeron en parafina y se colorearon con hematoxilina-eosina. Por análisis microscópico se diagnosticó que 23 gónadas se encontraban en maduración total. Con ellas se calculó la fecundidad mediante la técnica estereométrica (Weibel, 1969). La fecundidad parcial promedio fue de 11.040 ovocitos por ejemplar con un rango entre 5.000 y 31.000, y mostrando un ajuste lineal con las siguientes características individuales que en orden decreciente de correlación fueron: Fec./peso gonadal, volumen gonadal, peso total del cuerpo, peso total sin ovario, y talla. La fecundidad relativa media, calculada como el número de ovocitos por gramo de peso total del cuerpo menos el peso del ovario es de 355 ± 190 . La fecundidad promedio por cm³ de ovario fue de 3.485 ± 1.267 ovocitos. Este valor no varió en función de la talla ni del peso total del ejemplar, lo cual sugiere la posibilidad de considerarlo como parámetro de fecundidad característico de la especie, pero debido al escaso número de observaciones realizadas, su constancia deberá ser verificada.

Palabras claves: Anchoita, *Engraulis anchoita*, fecundidad, Argentina.

ABSTRACT

Estimates on the fecundity of *Engraulis anchoita* on the basis of samples from Mar del Plata coastal waters (38°S - 57° W) caught in October 1987 are updated. The gonads of 190 females were removed to be fixed in 10% formaldehyde and subsequently immersed in paraffin to be colored with hematoxylin-eosin. Through microscopic analysis it was diagnosed that 23 gonads were in a state of full maturity. With them fecundity was calculated by using a stereometric technique (Weibel, 1969). The partial mean fecundity was 11.040 ova by specimen within a range of between 5.000 and 31.000 which, in decreasing correlative order, were Fec./gonad weight, gonad volume, total body weight, total body weight minus ovary, and size. In all cases, the best adjustment was the lineal type. Mean relative fecundity calculated as the number of ova per gram of total body weight minus ovary was 355 ± 190 . Mean fecundity per cubic centimeter of ovary was 3.485 ± 1.267 . Such figure did not change in relation to the size or total weight of the specimen thus suggesting the possibility of using it as a parameter of fecundity that is characteristic of the species. However, due to the scarce number of observations, such a possibility should be duly verified.

Key words: Anchoita, *Engraulis anchoita*, fecundity, Argentina.

INTRODUCCION

Los primeros trabajos sobre el ciclo reproductivo y la fecundidad de *Engraulis anchoita* fueron realizados por Ciechowski y

Weiss (1973) y Brodsky y Cousseau (1979), quienes analizaron las características gonadales y marcaron la presencia de desoves múltiples en cada período reproductivo. Posteriormente, Christiansen y Cousseau (1985) estimaron que

¹ Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP CC 175, 7600 Mar del Plata, Argentina.

la expulsión de ovocitos en cada desove ocurre cada 15 días, en septiembre y octubre.

Actualmente la anchoita es un recurso subexplotado (Castello, 1975; Cousseau y Hansen 1980) que se distribuye entre los 23°S y 47°S, desde la costa hasta el talud continental (Acuña y Castello, 1986). Entre los 35°S y 37°S tiene lugar un primer desove de esta especie en otoño-invierno. Mas al sur, hasta 41°S ocurre el desove principal durante la primavera, con una moda en octubre (Brodsky y Cousseau, 1979). En latitudes superiores a 41°S en el sector patagónico el desove se desplaza al período verano-otoño (Branhorst *et al.*, 1974). Por lo tanto, hasta casi los 48°S se encuentran anchoitas maduras durante todo el año.

Este trabajo tiene por objeto estimar la fecundidad de la especie, sobre la base de muestras provenientes de la costa marplatense, correspondientes a octubre de 1987.

MATERIALES Y METODOS

Se analizaron 190 hembras obtenidas de la pesca comercial; se midieron el largo (mm), el peso total (gr), el volumen y el peso gonadal y se extrajeron los otolitos, para determinaciones de edad en el laboratorio de biología pesquera del INIDEP (Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero), (Tabla 1).

Las gónadas fueron fijadas en formol al 10% e incluidas en parafina. Se efectuaron cortes de

Tabla 1. Mediciones correspondientes a las 23 hembras hidratadas durante el muestreo de desembarque de *Engraulis anchoita*, y la edad. (LT = talla, PT = peso total, PG = peso gonadal, VG = volumen gonadal, E = edad).

Fecha de muestreo	LT mm	PTgr.	PGgr.	VG	E
5-10-87	110	8,00	0,38	0,4	1
	145	20,10	1,74	1,7	2
	166	31,00	4,44	4,5	3
	172	34,70	4,57	4,5	3
	179	39,00	6,69	6,5	5
	182	37,00	3,63	3,5	5
7-10-87	165	33,30	2,76	2,7	3
	178	37,10	2,52	2,5	3
	185	42,50	3,48	3,5	4
14-10-87	169	29,10	2,33	2,0	3
	173	34,00	3,09	3,0	4
	176	38,00	3,73	4,0	6
	178	40,40	6,37	6,0	4
30-9-87	147	20,00	1,28	1,5	-
	157	24,40	1,52	1,5	3
	163	27,00	1,96	2,0	2
	170	30,10	2,69	2,5	3
	172	33,20	2,09	2,0	3
	172	36,30	2,45	2,5	5
	176	39,70	5,15	5,0	4
	181	38,40	2,58	2,5	5
	182	37,00	3,63	3,5	5
	189	45,50	4,52	4,0	-

5µm y se utilizó hematoxilina-eosina. Para separar aquellas gónadas maduras, se realizó un diagnóstico microscópico de los preparados. Del total, se hallaron 23 ovarios con ovocitos hidratados sin presencia de folículos

postovulatorios (FPO) aptos para el cálculo de la fecundidad, y se registró la lectura de los otolitos.

Los ovocitos se contaron mediante la técnica esterométrica (Christiansen, 1977) a través de

un reticulado adosado al ocular del microscopio (placal del Ocular Integrador Carl Zeiss Oberckochen). Se utilizó la ecuación de Weibel y Gómez (1969) para obtener el número de ovocitos en 0,012 cm³ de ovario. A partir de este valor se infirió el número de ovocitos correspondiente al volumen total de la gónada. De esta manera se calculó:

- a) la fecundidad parcial: número de ovocitos expulsados por desove contenidos en la gónada;
- b) la fecundidad relativa media: número de ovocitos por gramo de peso total de hembra menos del peso del ovario y;
- c) la fecundidad por cm³ de ovario.

La fecundidad individual fue vinculada al peso y volumen gonadal, talla, edad, peso total y peso sin ovario. El grado de ajuste en el análisis de regresión se juzgó sobre la base del cálculo de errores de mínimos cuadrados (Sokal y Rohlf, 1979).

RESULTADOS Y DISCUSION

Fecundidad parcial:

Las regresiones efectuadas respondieron a un modelo lineal (Tabla 2). La fecundidad con la edad no fue significativa, tal vez debido al escaso número de muestras. Fueron probadas regresiones múltiples, pero no mejoraron los ajustes simples.

En el ovario hidratado, el peso del mismo es equivalente al volumen gonadal; pero tiene un coeficiente de regresión mayor debido a que la medición del peso fue más precisa que la de volumen.

Las Figs. 1, 2 y 3 muestran las regresiones Fec/PT, Fec/PT (sin ovario), Fec/Lt por ser de mayor importancia para su aplicación en el manejo de recursos.

La fecundidad parcial promedio fue de 11.040 ovocitos expulsados cada 15 días según

Tabla 2. Regresiones lineales significativas ($\alpha=0,05$) para 23 ejemplares.

	a	b	R ²
Fec/peso gon.	0	3532,1971	0,6714
Fec/vol. gon.	0	3632,1806	0,6608
Fec/peso total	0	348,2686	0,3496
Fec/peso total sin ovario	0	374,3472	0,25431
Fec/talla	-25413,61	217,1072	0,2437

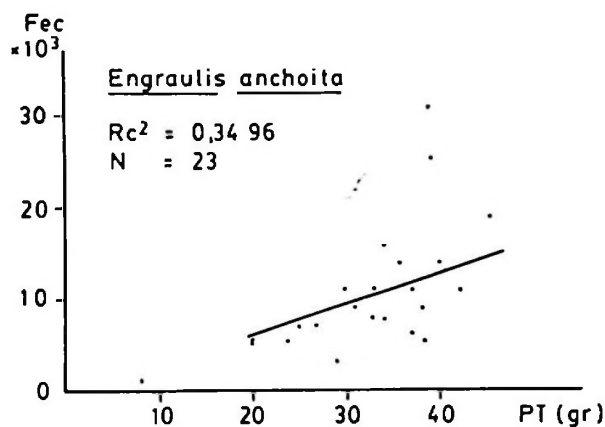


Figura 1. Fecundidad parcial en función del peso total. Fec = 348,2686 PT.

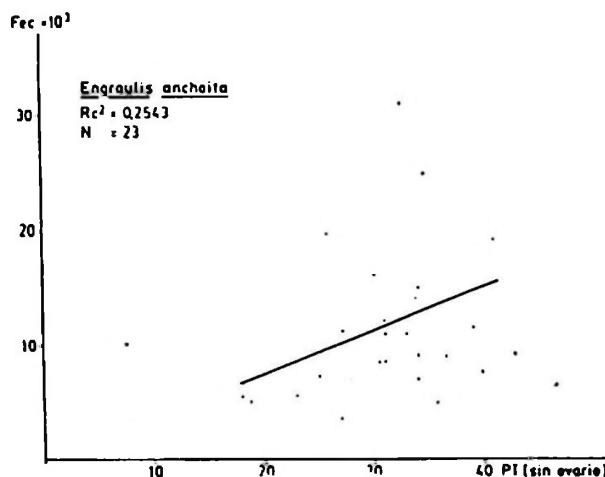


Figura 2. Fecundidad en función del peso total del cuerpo sin ovario. Fec = 374,3472 PT (sin ovario).

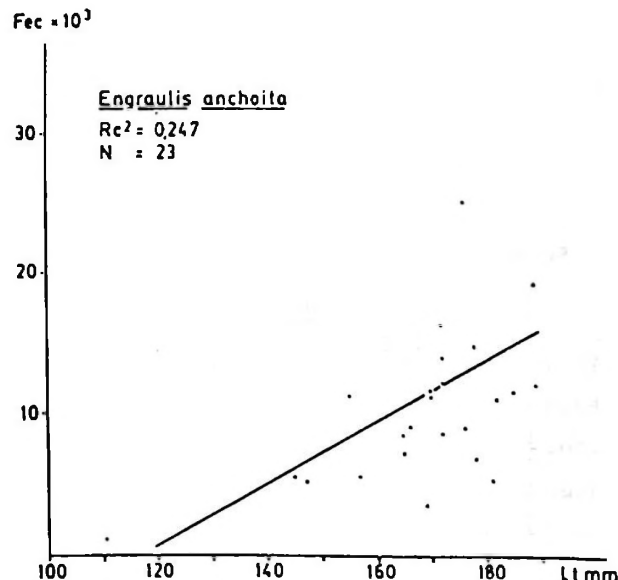


Figura 3. Fecundidad parcial en función de la talla. Fec = 217,1072 LT-25413,61.

las estimaciones de Christiansen y Cousseau (1985), con valores extremos de 5.000 y 31.000, lo cual indica una alta variación. Cabe destacar que esta estimación corresponde únicamente a octubre, sin contemplar las variaciones entre

desoves y entre los distintos meses del período reproductivo. La alta dispersión de las estimaciones de fecundidad coincide con la observada en *E. rigens* con variaciones entre 4.154 y 27.408 ovocitos (Santander *et al.* 1984) (Tabla 3).

Tabla 3. Fecundidad parcial promedio para *E. anchoita*, *E. mordax* y *E. rigens*.

Especie	Fec. parcial media	Método	Referencia bibliográfica
<i>E. anchoita</i>	13573 - 16770	gravimétrico	Ciechowski y Weiss 1973
<i>E. mordax</i>	8623	gravimétrico	Hunter y Macexicz 1980
<i>E. rigens</i>	15401	gravimétrico	Santander <i>et al.</i> 1984
<i>E. mordax</i>	8435	gravimétrico	Lo <i>et al.</i> 1986
<i>E. anchoita</i>	11040	estereométrico	Este trabajo

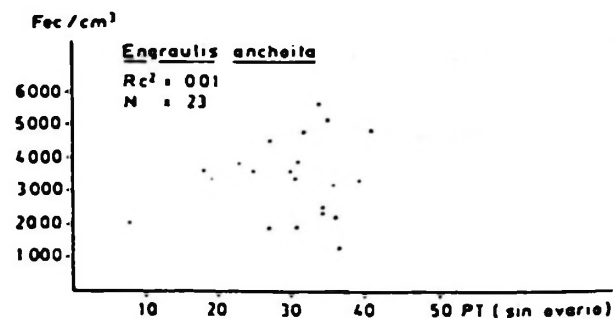
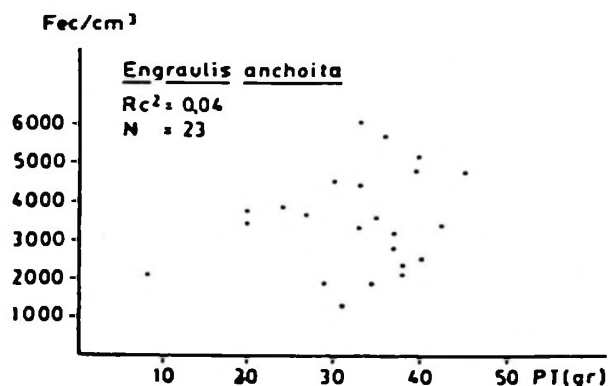
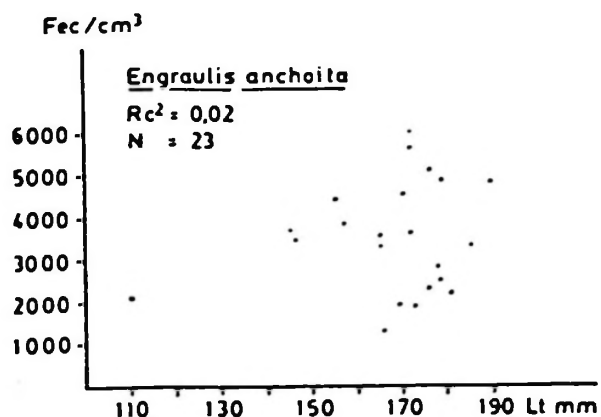
Fecundidad relativa y por cm³ de ovario:

Se obtuvo una fecundidad relativa media de 355 ± 190 ovocitos, (Tabla 4), y por cm³ de ovario igual a 3.485 ± 1.267 ovocitos; este último valor no se correlaciona con la talla, ni con el peso total completo o sin ovario (Figs. 4 a., b, c, d.), manteniéndose constante el número de

ovocitos en una ancha franja. En *E. mordax* (Hunter y Goldberg, 1980), la fecundidad por gramo de ovario es de 2.880 ± 373 ovocitos y tampoco varía con el peso total del pez. Dada esta constancia, se sugiere considerar la fecundidad por cm³ o gramo de ovario como posible parámetro característico de la especie.

Tabla 4. Fecundidad relativa media para *E. mordax* y *E. anchoita*.

Especie	Fec. relativa media	Referencia bibliográfica
<i>E. mordax</i>	423 ± 67	Hunter y Macexicz 1980
<i>E. mordax</i>	614	Lo <i>et al.</i> 1986
<i>E. anchoita</i>	355 ± 190	Este trabajo



Figuras 4. a, b, c. Fec/cm³ de ovario en función a) del largo, b) del peso total, c) del peso sin ovario.

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del laboratorio de Histología, al Lic. Daniel Hernández por la orientación estadística brindada y a los Dres. Norma y Jorge Hansen por la revisión del manuscrito, todos pertenecientes al INIDEP.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA, A. & J.P. CASTELLO. 1986. Estructura de la población, crecimiento y reproducción de *Engraulis anchoita* en el sur de Brasil. *Revista de Biología Marina*, 22(1): 31-60.
- BRANDHORST, W. J.P. CASTELLO, M. B. COUSSEAU & D.A. CAPEZZANI. 1974. Evaluación de recursos de anchoita (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. VIII. Desove, crecimiento, mortalidad y estructura de la población. *Physis* (Buenos Aires) Sección A, 33(86): 37-58.
- BRODSKY, S.R. & M.B. COUSSEAU. 1979. El ciclo reproductivo de la anchoita de la plataforma bonaerense (Pisces, Fam. Engraulidae). (*Engraulis anchoita*). *Acta Zoológica Lilloana*. XXXV: 317-546.
- CASTELLO, J.P. 1975. Observaciones sobre la estructura de la población de anchoita en el período 1968-1973 (*Engraulis Anchoita*). *Physis* (Buenos Aires) Sección A, 34(83): 21-29.
- CHRISTIANSEN, H. E. 1977. Obtención de láminas histológicas como variante al método de congelación. *Physis* (Buenos Aires) Sección C, 36(92): 347-348.
- CHRISTIANSEN, H. E. & M.B. COUSSEAU. 1985. Aportes a la determinación de la frecuencia reproductiva de la anchoita (*Engraulis anchoita*). *Physis* (Buenos Aires), Sección A, 43(104): 7-17.
- CIECHOMSKI, J.D. & G. WEISS. 1973. Desove y fecundidad de la anchoita argentina. *Engraulis anchoita* Hubbs y Marini. *Physis* (Buenos Aires). Sección A, 32(84): 137-153.
- COUSSEAU, M.B. & J.E. HANSEN. 1980. Anchoita. En: "Informe sobre el muestreo bioestadístico de desembarque de pescado en el puerto de Mar del Plata (Período enero de 1975-diciembre de 1979)". *Contrib. Inst. Nac. Inves. Des. Pesq.* N° 391: 44-67.
- HUNTER, J.R. & S. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence batch fecundity in north northern anchovy. *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.*, 77(3): 641-652.
- HUNTER, J.R. MACEWICZ, 1980. Sexual maturity batch fecundity, spawning for the northern anchovy. *Engraulis mordax* during the 1979 spawning season CACOFI Rep., XXI: 139-149.
- LO, N.C.M. J. ALHEIT & B. ALEGRE. 1986. Fecundidad parcial de la sardina peruana (*Sardinops sagax*). *Boletín* 10(2), IMARPE (Perú).
- SANTANDER, H., J. ALHEIT & P. SMITH. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de la anchoveta peruana *Engraulis rigens* en 1981 por aplicación del "Método de producción de huevos". *Publicación* N° 12: 213 - 250. PROCOPA, Callao, Perú.
- SOKAL, R. & F. ROHLF. 1979. *Biometría*. Edit. Blume, Madrid, 832 pp.
- WEIBEL, E. R. & D. M. GÓMEZ. 1969. Stereological principles for morphometry in electron microscopic cytology. *Iner. Cytol.*, 26: 235 - 302.

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

ISSN 0067 - 8767



INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

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

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

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

Se sugiere que el manuscrito conste de las siguientes secciones:

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

Comience en hoja separada cada una de las siguientes secciones:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

ISSN 0067 - 8767



INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

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

Text, including literature cited, tables, foot-page notes and figure captions, should be typewritten, double-spaced on sheets of approximately 21.5x28 cm with a margin of 2.5 cm.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Citation of books should follow this sequence: Author's name; comma; author's inicial(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.

Esta
publicación
se terminó de imprimir
en el mes de junio de 1993
en los talleres de
EDITORIA ANIBAL PINTO S.A.,
Maipú 769, Concepción,
Chile

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION



INDICE N° 21

1992

Elena B. Louge y Haraldo E. Christiansen

Dinámica reproductiva de la merluza *Merluccius hubbsi* Marini 1933, durante su concentración estival de 1988 en la costa de Argentina. *Reproductive dynamics of hake Merluccius hubbsi Marini, 1933 during summer of 1988 at the Argentinian coast* 3-14

Luis Cubillos y Hugo Arancibia

Evaluación del recurso merluza común (*Merluccius gayi*) de la zona Centro-Sur de Chile por análisis de reducción de stock. *Stock assessment of the Chilean hake (Merluccius gayi) off central-southern Chile by stock reduction analysis* 15-19

Marco A. Méndez y Juan M. Cancino

Crecimiento de ejemplares postmetamórficos y juveniles de *Concholepas concholepas* (Bruguière) en condiciones de laboratorio. Efecto de densidad, dieta y temperatura. *Growth of postmetamorphic and juvenile Concholepas concholepas (Bruguière) in the laboratory. Effect of density, diet and temperature* 21-30

Ricardo Guñez, María V. Gómez y Juan C. Castilla

Diferenciación genética poblacional en *Concholepas concholepas* (Bruguière 1789) (Gastropoda, Muricidae) en su área de distribución Centro-Norte. *Population genetic differentiation of Concholepas concholepas (Bruguière, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in their Central-Northern range of geographical distribution* 31-41

Hugo Arancibia

Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile. *Patrones de distribución de la asociación de peces demersales frente a Chile Central* 43-53

NOTA

Elena B. Louge y Haraldo E. Christiansen

Fecundidad de la anchoita *Engraulis anchoita* Hubbs y Marini, proveniente de la pesca costera marplatense en octubre de 1987. *Analysis on the fecundity of anchovy Engraulis anchoita Hubbs y Marini caught by Mar del Plata coastal fleet in october 1987* 55-59



FONDO DE PUBLICACION
VICERRECTORIA ACADEMICA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION