

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

Nº 29



.006
)

COMITE EDITOR

Dr. Juan Cancino
Director responsable

Dr. Patricio A. Camus
Editor jefe
FAX 056-41-482506

COMITE ASESOR

Dr. Ramón Ahumada
U. Católica Sma. Concepción

Lic. Italo Campodónico
Subsecretaría de Pesca

Dr. Ricardo Galleguillos
Universidad de Concepción

Ing. Patricio Arana
U. Católica Valparaíso

Dr. Juan Carlos Castilla
Pontificia U. Católica de Chile

Dr. Patricio Ojeda
Pontificia U. Católica de Chile

Dr. Hugo Arancibia
Universidad de Concepción

Lic. Javier Chong
U. Católica Sma. Concepción

Dr. Bernabé Santelices
Pontificia U. Católica de Chile

Prof. Nibaldo Bahamonde
U. de Chile

Dr. Gonzalo Gajardo
U. de los Lagos

Ing. Eleuterio Yañez
U. Católica Valparaíso

Editor de producción: Sr. Sebastián Abades

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

Editor Jefe
Revista Biología Pesquera
Universidad Católica de la Santísima Concepción
Casilla 297 - Concepción. Fax 056-41-482506
CHILE

Subscription: US\$ 15 per issue, surface mail (US\$ air mail).
Subscripción en Chile: \$6.000 Anuales.

Impreso por Diario El Sur - División imprenta
Talcahuano, 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 el Océano Austral (Antártica). Los idiomas de publicación son el español e inglés.

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

EDITORIAL POLICY

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

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



Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION

ISSN 0067 - 8767



INDICE N^o 29

2001

Camus, P. A.

Editorial: Cuarenta años de Biología Pesquera: fin de un ciclo y nuevo inicio para las publicaciones chilenas en ciencias del mar..... 3-5

Valadez-González, C.

Hábitos alimentarios de la raya *Urotrygon asterias* en la costa de Jalisco y Colima, México..... 7-14

Muñoz B., C. y C. Herrera C.

Histamina determinada por fluorometría en harina de pescado y la materia prima sometida a diferentes temperaturas..... 15-20

Silva, A., M. Oliva y F. Castelló

Evaluación de crecimiento de juveniles de lenguado chileno (*Paralichthys adspersus Steindachner, 1867*) cultivado en estanques..... 21-30

Hernández, S.

Fraciones biodisponibles de materia orgánica, Cu y Zn en sedimentos superficiales de la Bahía de Concepción, Chile 31-35

Abades, S. R.

El uso de redes neuronales artificiales en la predicción de desembarques: un ejemplo de aplicación en pesquerías artesanales..... 37-43

EDITORIAL

CUARENTA AÑOS DE BIOLOGIA PESQUERA: FIN DE UN CICLO E INICIO DE UNO NUEVO PARA LAS PUBLICACIONES CHILENAS EN CIENCIAS DEL MAR**FORTY YEARS OF BIOLOGIA PESQUERA: END OF A CYCLE AND BEGINNING OF A NEW ONE FOR CHILEAN PUBLICATIONS IN MARINE SCIENCES**

Patricio A. Camus, Editor Jefe

UNA BREVE HISTORIA

Durante el presente año, la revista *Biología Pesquera* cumple 40 años de existencia dedicados a servir a los investigadores en ciencias del mar de Chile y Latinoamérica. *Biología Pesquera* ha logrado mantenerse hasta hoy pese a las dificultades para sostener la continuidad de las revistas científicas chilenas, lo cual se refleja sin duda en su historia un tanto heterogénea. El primer número de la revista fue publicado en Octubre de 1961, en un esfuerzo conjunto de la Estación de Biología Marina de la Universidad de Chile y el Departamento de Pesca y Caza del Ministerio de Agricultura. No obstante, ya su segundo número, publicado en 1967, era auspiciado sólo por la Sección de Estudios Biológicos del Departamento de Pesca y Caza, mientras el número 3, publicado en 1968, había pasado a la División de Pesca del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Para los números posteriores, la División de Pesca se había transformado en División de Protección Pesquera, aunque manteniendo la tutela del SAG, y más tarde en el Servicio Nacional de Pesca de Chile, que publicó hasta el número 12 en 1979. Posteriormente, la revista fue transferida a la Pontificia Universidad Católica de Chile publicándose el número 13 en 1984, en forma conjunta por los Departamentos de Biología y Tecnología del Mar (de la sede Talcahuano) y de Biología Ambiental y Poblaciones (Santiago). Esta etapa duró hasta 1990, cuando a partir del número 20 de 1991, la publicación de *Biología Pesquera* quedó a cargo de la Facultad de Ciencias (originada desde el ex Depto. de Biología y Tecnología del Mar) de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, la cual continuó conservando los propósitos originales hasta hoy.

CONTRIBUCION TEMATICA DE BIOLOGIA PESQUERA: UN DIAGNOSTICO

Desde 1984, *Biología Pesquera* ha mantenido inalterado su ámbito temático, referido a las publicación de resultados de investigaciones biológicas, pesqueras, ecológicas, limnológicas, oceanográficas y de ingeniería. También se ha mantenido inalterado el objetivo principal de incrementar por esta vía las bases científicas para el manejo y utilización de los recursos acuáticos vivos, privilegiando los trabajos relativos al Pacífico Suroriental y al Océano Austral (Antártica). Con algunas excepciones, los objetivos anteriores se han cumplido, aunque el ámbito de la revista se afianzó principalmente durante la década de los 80, luego de una etapa inicial donde fue econtrando de modo progresivo un sitio entre las revistas nacionales (ver análisis de Gutmann & Vera, 1995). Más recientemente, sin embargo, el contenido de sus artículos se ha ido diversificando hasta el punto de convertirla aparentemente en una revista de propósito general.

Con objeto de evaluar lo que históricamente ha sido la contribución de la revista en el ámbito de las ciencias del mar, la Tabla 1 muestra un resumen de las temáticas cubiertas por 126 artículos publi-

cados en *Biología Pesquera* entre 1961 y 1998, que incluyen 23 de los 27 números correspondientes a ese período que estuvieron disponibles para el análisis. Cada uno de los 126 artículos fue clasificado en sólo una de 16 áreas definidas arbitrariamente, cuyos temas no son necesariamente excluyentes, pero siguen el único criterio de reflejar las modalidades y tópicos centrales de los trabajos. Si bien el objetivo de la mayoría de las investigaciones está ligado directa o indirectamente al ámbito biológico pesquero, dos de las áreas cubren trabajos propiamente disciplinarios en el área de pesquerías, separando contribuciones originales de investigación y revisiones temáticas. La gran diversidad temática de los artículos muestra una muy buena correspondencia con los temas definidos en la política editorial de *Biología Pesquera*, y de hecho más del 50 % de los trabajos trató sobre la biología básica de especies comercialmente explotadas o sobre las bases biológicas para su manejo. Si bien esto indica que en general la revista ha cumplido satisfactoriamente sus objetivos, los estudios propiamente de pesquería representan menos del 28 %, señalando también que el título "*Biología Pesquera*" no refleja adecuadamente el contenido de los trabajos publicados y/o el interés disciplinario de sus autores.

FINALIZANDO UN CICLO

Luego de estos 40 años, sin embargo, el estado de situación de *Biología Pesquera* lleva a los editores a considerar que el ciclo iniciado en 1961 está finalizando, y que la revista debe dar paso a otras opciones acordes a la realidad y exigencias contemporáneas. Esta decisión se basa en dos aspectos que la dirección editorial ha decidido comenzar a enfrentar de modo definitivo. Por una parte, durante los últimos años tanto el interés en la revista como la oferta de manuscritos han disminuido significativamente, de forma similar a lo experimentado por otras publicaciones chilenas del área. Por otra parte, los editores consideraron necesaria una revisión del papel de *Biología Pesquera* en relación a sus objetivos de informar sobre investigación básica y aplicada en el ámbito pesquero, tomando en cuenta que la situación y la diversidad del uso y explotación de los recursos han cambiado, y consecuentemente exigen una perspectiva diferente para abordarlos. Coincidente con nuestro diagnóstico, ha surgido una nueva iniciativa coordinada por el Comité Oceanográfico Nacional de Chile, que propone un esfuerzo conjunto para reunir a las revistas chilenas en el área de las ciencias del mar que están vigentes y actualizadas, con objeto de fusionarlas y generar una revista única de mayor circulación, periodicidad e impacto. De este modo se pretende aprovechar mejor y con mejores resultados los recursos humanos y materiales que cada revista ha manejado individualmente.

En este contexto, la dirección editorial de *Biología Pesquera* informa a la comunidad de las ciencias del mar que en los próximos dos años la revista considerará algunas opciones de cambio. En este sentido estudiaremos la alternativa de continuar la publicación regular pero con un nombre, política editorial y un ámbito temático modificados según las actuales necesidades. Paralelamente se mantendrá vigente la alternativa de fusionarse con otras revistas, y entre tanto la revista continuará con sus características actuales. Consideramos que cualquiera de las dos opciones de cambios es satisfactoria, ya que ambas nos permitirán seguir contribuyendo al ámbito de las ciencias del mar en una forma más apropiada para la actual realidad científica nacional.

AGRADECIMIENTOS FINALES

En vista de cualquier posible cambio, deseamos agradecer en primer lugar a todos los autores que han optado por difundir sus investigaciones en *Biología Pesquera*, y al extenso número de personas e instituciones que han participado directamente en la producción, dirección, financiamiento y publicación de la revista desde su origen. Igualmente importante ha sido la contribución voluntaria de quienes han sido o son integrantes del comité editorial de *Biología Pesquera*, en lo que respecta al manejo y edición de manuscritos, y por cierto la labor de quienes han actuado como revisores por ser ésta una de las tareas de mayor responsabilidad profesional en el proceso de publicación científica.

LITERATURA CITADA

GUTMANN, A. & A. VERA. 1995. Diagnóstico de la situación nacional de las publicaciones en ciencias del mar y sus resultados. Medio Ambiente 12: 101-109.

Tabla 1:

Número y porcentaje de artículos en las principales áreas cubiertas por Biología Pesquera entre 1961 y 1998

Number and percentage of articles in the main areas covered by Biología Pesquera from 1961 to 1998

Area Temática	Número	Porcentaje (%)
Contaminación	4	3,17
Dieta	6	4,76
Fenología Algas	2	1,58
Fenología/Cultivo Moluscos	10	7,93
Fisiología	1	0,79
Genética	5	3,96
Geomorfología	1	0,79
Manejo	3	2,38
Morfología/Taxonomía	2	1,58
Oceanografía/Ecosistemas	11	8,73
Parasitología	6	4,76
Plancton	4	3,17
Reproducción/Desarrollo/ Edad/Crecimiento	29	23,01
Pesquería: Investigaciones	26	20,63
Pesquerías: Revisiones	9	7,14
Miscelánea	7	5,55
	126	100

HABITOS ALIMENTARIOS DE LA RAYA *UROTRYGON ASTERIAS* EN LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA, MEXICO

FEEDING HABITS OF THE RAY *UROTRYGON ASTERIAS* OFF THE COASTS OF JALISCO AND COIMA, MEXICO

Carmen Valadez-González*

RESUMEN

Se capturó un total de 537 ejemplares of *Utotrygon asterias* (Jordan y Gilbert, 1982) en la costa de Jalisco y Colima México, en muestreos mensuales desde septiembre de 1997 hasta agosto de 1998, de los cuales se analizaron 302 estómagos y se descartaron 235 por estar vacíos. De acuerdo con el Índice de Importancia Relativa (IIR), esta especie se alimentó principalmente de estomatópodos del género *Squilla* (Latreille, 1803) y *Eurysquilla veleronis* (Schmitt, 1940), los decápodos *Ogyrides alphaerotriss* (Holthuis, 1955), *Processa peruviana* (Ortmann, 1890) y peces indetermnados. Se encontró una variación de la alimentación a lo largo del año y con respecto a la talla de los organismos analizados.

Palabras clave: Biología trófica, Chondrichthyes, Urolophidae.

ABSTRACT

A total of 547 organisms of *Urotrygon asterias* (Jordan y Gilbert, 1882) of the coast of Jalisco and Colima, México, the samples were taken seasonally from september 1997 to agosto 1998, were caught; 302 stomach were examined and 235 were discarded because they were empty. The index of relative importance (IRI) was used to determine the prey importance. This specie feeds mainly on fishremains, the stomatopods of the genus *Squilla* (Latreille, 1803) and *Euysquilla veleronis* (Schmitt, 1940), the decapods *Ogyrides alphaerotriss* (Holthuis, 1955), *Processa peruviana* (Ortmann, 1890). Feeding variations occurs during the year and the diet varied with respect to fish length analyzed.

Key words: Trophic biology, Chondrichthyes, Urolophidae.

Fecha de recepción: 10-07-00. Fecha de aceptación: 08-11-00

* Centro de Ecología Costera, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Gómez Farias N° 82, San Patricio Melaque, Cihuatán, Jalisco. C.P. 489880. México. Fax: (335) 5-63-31. E-mail: Cvalavez@coster.melaque.udg.mx

INTRODUCCION

El estudio de los hábitos alimentarios es necesario para comprender la biología y ecología de los organismos ya que el alimento constituye uno de los factores más importantes que regulan o afectan la sobrevivencia, abundancia, crecimiento y migración entre otros. Un análisis ecológico de la alimentación debe responder a tres preguntas básicas: ¿de qué organismos se alimenta una especie, cuánto y cuándo consume? (Wootton, 1990, Gerking, 1994).

Los peces *Condrichthyes* una de las más numerosas agrupaciones de los cordados, además de ser la más antigua entre los vertebrados mandibulados (Pequeño y Lamilla, 1997). Dentro de este grupo, los miembros de la familia *Urolophidae* son sedentarios y pasan gran parte de su tiempo parcialmente sepultados en fondos arenosos y fangosos sobre los cuales excava para mantenerse ocultos en los sedimentos, de donde surgen velozmente para atacar a sus presas (McEachran, 1995).

Los trabajos publicados con respecto a las rayas de la familia *Urolophidae* han sido muy escasos y, en particular, más reducidos para *Urotrygon asterias*. Es importante resaltar que existen relativamente pocos los trabajos en la costa de México, que abordan la biología trófica de rayas, (Castro-Aguirre *et al.*, 1993; Gray *et al.*, 1997; Cruz Escalona, 1998 y Bocanegra-Castillo, 1998), sin embargo, ninguno de estos considera a *U. Asterias*, ni se hacen referencias sobre la biología del género.

El objetivo de este estudio es proporcionar información sobre la alimentación de *U. asterias*, para esto se determinó tanto cualitativa como cuantitativamente los principales componentes alimentarios de esta especie, así como su variabilidad estacional y su variabilidad con respecto a las clases de talla de los ejemplares analizados.

MATERIALES Y METODOS

Los datos biológicos fueron obtenidos de los ejemplares de *Urotrygon asterias* provenientes de los muestreos realizados en la plataforma continental de Jalisco, en "Bahía Navidad" (19° 10' LN y 104° 45' LO) y Colima, frente a la playa "El Coco" (19° 09' LN y 104° 40' LO) (Fig. 1). La topografía de estas zonas presenta una plataforma continental muy estrecha, en donde predominan los fondos rocosos (Ruiz-Durá, 1985). Los

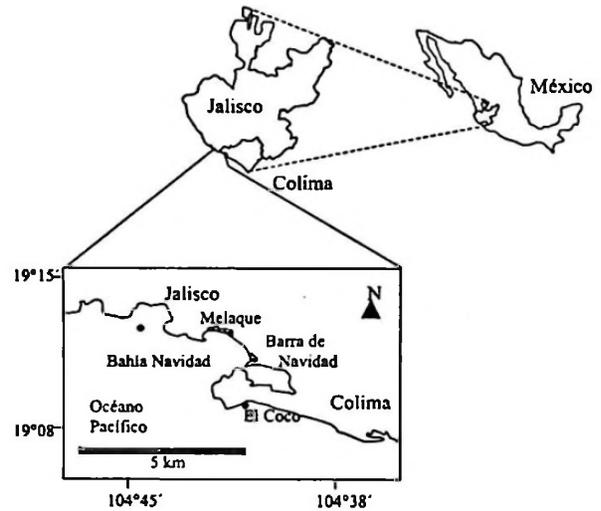


Figura 1. Área de estudio con la ubicación de los sitios de muestreo

Study area with the location of the sampling sites.

sedimentos presentes en el área indican la existencia de tres tipos de sustratos; limo-arenoso, limo-arcilloso y arena media, con una mayor heterogeneidad en las zonas someras y homogeneidad en las profundas, donde disminuye el tamaño de la partícula (Ríos-Jara *et al.*, 1996).

En septiembre de 1997- agosto de 1998 se realizaron seis cruces en las dos áreas de estudio, a bordo del barco de investigación pesquera BIP-V del Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara. La embarcación de muestreo tiene 12 m de eslora y está equipada para la pesca de arrastre de camarón con una red por cada banda. Las muestras utilizadas para este estudio provienen de arrastres nocturnos realizados mensualmente en las dos localidades establecidas, en las cuales se definieron cuatro estratos de muestreos con profundidades medias de 20, 40, 60 y 80 m. En cada una de estas profundidades se realizó un arrastre de aproximadamente 30 min de duración (González-Sansón *et al.*, 1997).

Los ejemplares de *U. asterias* fueron separados del resto de la captura para su procesamiento individual, registrándose su longitud (cm) y peso total (g). Posteriormente se extrajeron de los estómagos y se preservaron en bolsas de polietileno en una solución de formaldehído al 10%.

El contenido de cada estómago se vació en una caja de petri para ser analizado con una lupa binocular estereoscópica. Todas las presas fueron identificadas hasta la categoría más específica posible, dependiendo del grado de digestión de las mismas, utilizando claves taxo-

nómicas especializadas para los distintos grupos de organismos: para los peces las de Thompson *et al.*, (1979), Allen y Robertson (1994); para crustáceos las de Brusca (1980), Fischer *et al.*, (1995) y Hendrickx (1996).

Para cada muestra se cuantificó el número (N. porcentaje numérico) de individuos presentes en los estómagos y se determinó el peso (P, porcentaje gravimétrico, según Rosecchi y Nouaze, 1987); se calculó la Frecuencia de Ocurrencia (FO, según Cailliet *et al.*, 1986) y se empleó el Índice de Importancia Relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et al.* (1971), el cual incorpora los tres métodos anteriores por medio de la siguiente fórmula:

$$IIR=(N+W)FO$$

Donde N es el porcentaje numérico, W el porcentaje en peso y FO el porcentaje de frecuencia de ocurrencia de presas.

Se determinó la amplitud de la dieta (amplitud de nicho), la cual precisa cuantitativamente si los organismos son generalistas (Krebs, 1989), para efecto se utilizó la medida de Levins (1968) estandarizada para las fracciones de máxima amplitud posible por el método de Hespenei-de (1975), donde:

$$Ba = \frac{1}{\sum_{j=1}^n P_j^2} \quad Ba = \frac{B-1}{n-1}$$

B es la medida de Levins sobre la amplitud de la dieta, Ba la medida de Levins estandarizada; Pj equivale a la proporción con la cual cada categoría de presa contribuye a la dieta y n es el número total de recursos alimentarios, Ba es máxima cuando la especie consume los diferentes recursos alimentarios en la misma proporción, lo que significa que la especie no discrimina entre los recursos alimentarios y por lo tanto su nicho trófico es el más amplio posible. Por el contrario, Ba alcanza su mínimo valor cuando los individuos se alimentan preferentemente de un único tipo alimentario (mínima amplitud de la dieta, máxima especialización).

Con la finalidad de determinar las posibles diferencias en el espectro trófico estacional de *U. asterias*, los valores obtenidos de los principales grupos de presas consumidas fueron comparados en cada estación del año mediante el índice de concordancia de Kendall (Siegel y Castellan, 1988, en Zar, 1996). Así mismo se determinaron las posibles deferencias entre los

Crustáceos	Otros crustáceos
Orden: Estomatopoda	Orden: Amphipoda
Familia: Eurysquillidae	
<i>Eurysquilla veleronis</i>	Infraorden: Anomura
Familia: Squillidae	Familia: Diogenidae
<i>Meiosquilla swetti</i>	Infraorden: Brachyura
<i>Squilla hancocki</i>	Familia: Calappidae
<i>Squilla parva</i>	<i>Cicloes</i> sp
<i>Squikka</i> sp	Familia: Leucosiidae
Familia: Nannosquillidae	Familia: Portunidae
<i>Acanthosquilla digueti</i>	
	Peces
Orden: Decapoda	Orden: Anguiliformes
Familia: Ogyrididae	Familia: Congridae
<i>Ogyrides alphaerostris</i>	<i>Bathycongrus macrurus</i>
Familia: Processidae	
<i>Processa peruviana</i>	Orden: Pleuronectiformes
Familia: Penaeidae	Familia: Bothidae
<i>Trachypenaeus brevissuturae</i>	Familia: Paralichthyidae
<i>Trachypenaeus pacificus</i>	
<i>Trachypenaeus</i> sp	Familia: Cynoglossidae
Familia: Sicyoniidae	Peces no indentificados
<i>Sicyonia disdorsalis</i>	
<i>Sicyonia</i> sp	
Familia: Solenoceridae	
<i>Solenocera mutator</i>	

Tabla 1. Lista de presas encontradas en los contenidos estomacales de *Urotrygon asterias*.

List of the prey found in the stomach content of *Urotrygon asterias*.

componentes alimentarios de seis intervalos de talla mediante la prueba no paramétrica Rangos de Spearman (Siegel y Castellan, 1988, en Zar, 1996).

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 537 ejemplares de *U. asterias*, de los cuales 302 (56.2%) presentaron estómagos con alimento. Se identificaron 24 componentes alimentarios pertenecientes a dos grupos; crustáceos decápodos y peces; de éstos 5 fueron determinados hasta orden, 16 hasta familia, 4 hasta género y 12 hasta especie (Tabla 1)

Urotrygon asterias presentó un espectro trófico relativamente amplio, representando principalmente por 24 componentes alimentarios, cuatro de los cuales presentaron los valores porcentuales más altos de importancia relativa (IIR) y que en conjunto representaron el 77,9% del total. Los peces indeterminados presentaron los valores más altos de IIR, seguidos por *O. Alphaerostris* y *Squilla* sp y *E. veleronis*. El 22,1%

Crustáceos	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
Estomatópodos								
<i>Eurysquilla veleronis</i>	85	7.7	20.2	11.8	26	8.6	167.6	13.2
<i>Meiosquilla swetti</i>	78	7.0	16.1	9.4	16	5.3	87.1	6.9
<i>Squilla hancocki</i>	37	3.3	12.3	7.2	15	5.0	52.3	4.1
<i>Squilla parva</i>	26	2.3	6.8	4.0	10	3.3	20.9	1.7
<i>Squilla sp</i>	111	10.0	18.9	11.0	25	8.3	174.3	13.8
<i>Acanthosquilla digueti</i>	16	1.4	4.8	2.8	6	2.0	8.4	0.7
	353	31.9	79.1	46.4	98	32.5	510.7	40.3
Decápodos								
<i>Ogyrides alphaestrostris</i>	354	31.9	10.4	6.1	25	8.3	314.8	24.8
<i>Processa peruviana</i>	52	4.7	1.5	0.9	2	0.7	3.7	0.3
<i>Trachypenaeus brevisuturæ</i>	7	0.6	4.8	2.8	7	2.3	8.0	0.6
<i>Trachypenaeus pacificus</i>	11	1.0	2.6	1.5	7	2.3	5.8	0.5
<i>Trachypenaeus sp</i>	33	3.0	9.8	5.7	16	5.3	46.1	3.6
<i>Sicyonia disdorsalis</i>	11	1.0	3.8	2.2	4	1.3	4.3	0.3
<i>Sicyonia sp</i>	3	0.3	0.6	0.4	2	0.7	0.4	0.0
<i>Solenocera mutator</i>	1	0.1	0.5	0.3	1	0.3	0.1	0.0
	472	42.6	34	19.9	64	21.2	383.1	30.2
Otros crustáceos								
Antípodos	136	12.3	0.8	0.5	4	1.3	16.9	1.3
Diogenidae	10	0.9	0.3	0.2	1	0.3	0.4	0.0
Cicloes sp	4	0.4	0.1	0.1	1	0.3	0.1	0.0
Leucosiidae	15	1.4	0.3	0.2	4	1.3	2.0	0.2
Portunidae	30	2.7	0.2	0.1	7	2.3	6.5	0.5
	195	17.6	1.7	1.0	17	5.6	25.9	2.0
Peces								
<i>Bathycongrus macrurus</i>	2	0.2	17.4	10.2	2	0.7	6.9	0.5
Bothidae	12	1.1	7.8	4.6	3	1.0	5.6	0.4
Paralichthyidae	16	1.4	3.8	2.2	2	0.7	2.4	0.2
Cynoglossidae	5	0.5	2	1.2	3	1.0	1.6	0.1
	35	3.2	31	18.1	10	3.3	16.5	1.3
Peces no identificados	53	4.8	25.4	14.8	51	16.9	331.31	26.1
MONI					23	7.6		
Total	1108	100	171.2	100	302	100	267.6	100

**Materia orgánica no identificada

Tabla 2. Especies presa encontradas en los contenidos estomacales de *Urotrygon asterias* expresadas en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N), Gravimétrico (P), Frecuencia de Ocurrencia (FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR).

Prey species found in the stomach content of *Urotrygon asterias*, expressed in absolute values and percentages of the numeric method (N), gravimetric (P), frequency of occurrence (FO) and index of relative importance (IRI).

restante lo constituyeron otros crustáceos decápodos, anfípodos y peces.

De acuerdo con el método numérico se cuantificó un total de 1108 presas. Los decápodos (camarones) aportaron el 42,6% (472 organismos), estomatópodos el 31,9% (353), seguidos por los anfípodos con el 12,3% (136). Dentro de los decápodos *Ogyrides alphaestrostris* fue el más representativo con el 31,9% (354). Los estomatópodos de mayor importancia numérica fue-

ron *Squilla sp* con el 0% (111), *Eurysquilla veleronis* con el 7,7% (85) y *Meiosquilla swetti* con el 7% (Tabla 2).

Con base en el método gravimétrico, el peso total de las presas contenidas en los estómagos de esta especie fue de 171,2 g. Los estomatópodos aportaron el 46% (79,1 g), siendo *E. veleronis* con el 11,8% (20,2 g) *Squilla sp* con el 11% (18,9 g) y *M. swetti* con el 9,4% (16,1 g) las presas de mayor contribución en la dieta de esta

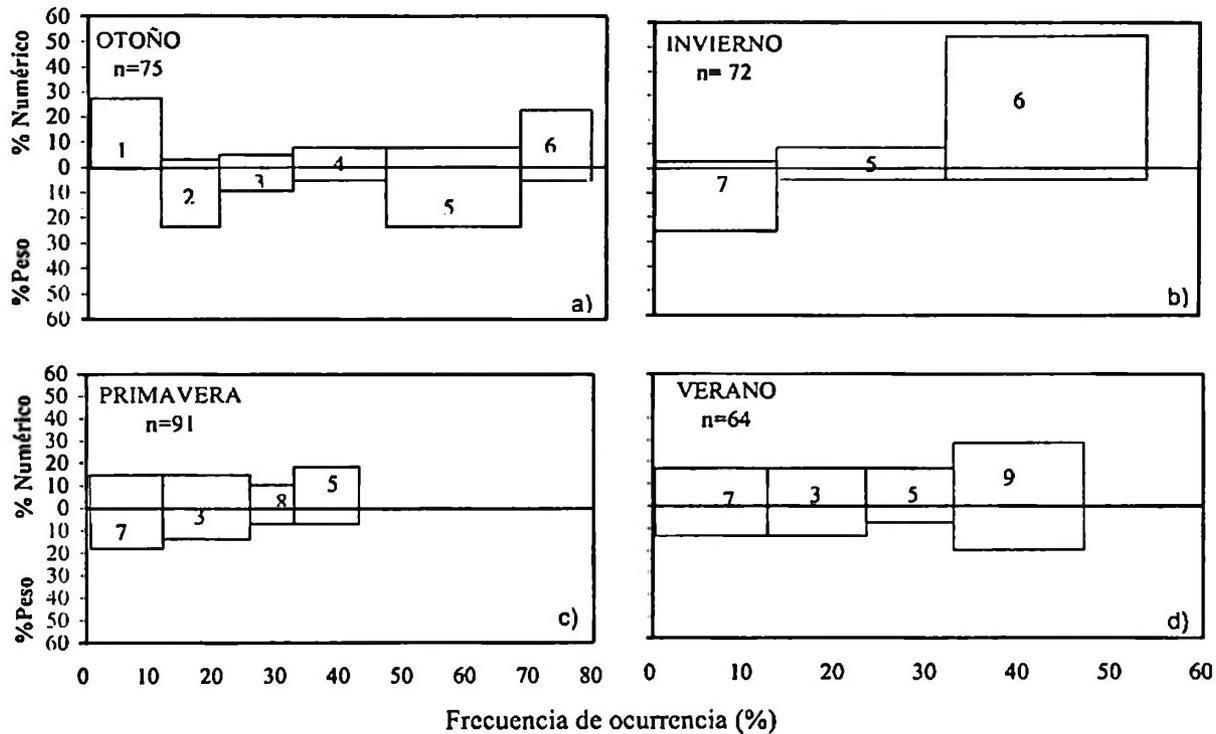


Figura 2. Indices de importancia relativa estacionales de las principales especies presa encontradas en los estómagos de *Urotrygon asterias*. 1= Anfípodos, 2= *Squilla hancocki*, 3= *Eurysquilla veleronis*, 4= *Meiosquilla swetti*, 5= *Squilla* sp 6= *Oryrides alphaerostris*, 7= Peces no identificados, 8= *Squilla parva*, 9= *Trachypenaeus* sp. Seasonal index of relative importance of the principal prey species found in the stomach of *Urotrygon asterias*. 1= Antípodos, 2= *Squilla hancocki*, 3= *Eurysquilla veleronis*, 4= *Meiosquilla swetti*, 5= *Squilla* sp 6= *Oryrides alphaerostris*, 7= Fishes unidentified, 8= *Squilla parva*, 9= *Trachypenaeus* sp.

especie, seguidas por el pez *Bathycongrus macrurus* (Gilbert, 1891) con el 10,2% (17,4 g). Los decápodos aportaron el 19,9% (34 g), *O. alphaerostris* con el 6,1% (10,4 g) y *Trachypenaeus* sp con el 5,7% (9,8 g) (Tabla 2).

Los estomatópodos fueron el alimento dominante en la dieta de esta especie, ocurriendo en el 32,5% (98 estómagos), *E. veleronis* con el 8,6% (26), *Squilla* sp 8,3% (25) y *M. swetti* con el 5,3% (16) fueron las presas de mayor frecuencia. En tanto que los decápodos ocurrieron en el 21,2% (64) de los estómagos, *O. alphaerostris* con el 8,3% (25) y *Trachypenaeus* sp con el 5,3% (16), fueron las presas más frecuentes, mientras que los peces no identificados ocurrieron en el 16,9% (51) (Tabla 2)

De acuerdo con el IIR el espectro trófico de esta especie, estuvo conformado en su mayoría por estomatópodos (40,3%), siendo *squilla* sp con el 13,8% y *E. veleronis* con el 13,2% los de mayor importancia relativa. Los decápodos aportaron el 30,2% siendo *O. alphaerostris* con el 24,8% el más importante, seguido por los peces no identificados con el 26,1% (Tabla 2).

El valor del índice de Levins (*Ba*) obtenido

para *U. asterias* fue de 0,31, lo que indica (de acuerdo con la escala propuesta por este Índice) de manera global, que esta especie tiende a ser especialista, esto es que utiliza un número bajo de recursos alimentarios.

Debido a que en los tres métodos cuantitativos utilizados anteriormente se obtuvieron resultados similares y considerando que el IIR se presenta como una combinación de los mismos, para el análisis estacional del espectro trófico global, se utilizaron los resultados obtenidos por el IIR. En otoño, se analizaron 75 estómagos y se obtuvieron 429 organismos presa. Las presas más comúnmente encontradas en el contenido estomacal fueron *Squilla* sp con el 28,6%, *S. hancocki* (Schmitt, 1940) con el 11,3%, *M. swetti* con el 7,8% y *E. veleronis* con el 7,3% seguidas por los anfípodos con el 15% y *O. alphaerostris* con el 13,5% (Fig. 2a). Durante el invierno, se examinaron 72 estómagos, cuantificándose un total de 452 presas. Las presas de mayor abundancia fueron *O. alphaerostris* con el 49,9% y *Squilla* sp con el 9,4% seguidas por los peces no identificados con el 14,1% (Fig. 2b). En primavera, se revisaron 91 estómagos encontrándose

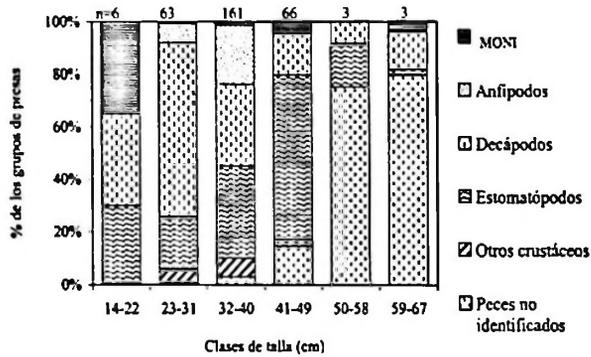


Figura 3. Variación del espectro trófico por clases de talla (cm) de *Urotrygon asterias*, y el número de estómagos analizados (n) por grupos de tallas.

Variation of the trophic spectrum per sixze class of *Urotrygon asterias*, and the number of stomach analyzed (n) per size class.

u total de 156 presas. Las presas de mayor dominancia fueron lo peces no identificados con el 18,1%, seguidos por *E. veleronis* con el 21,5%, *Squilla* sp con el 15,4\$ y *S. parva* con el 8% (Fig. 2c). En verano, se examinaron solamente 64 estómagos en los cuales se encontraron 71 presas. Las presas más dominantes fueron *Trachypena* sp con el 35,6% seguido por los peces no identificados con el 19,3%, *E. veleronis* con el 16,3% y *Squilla* sp con el 12,9% (Fig. 2d)

El índice de concordancia de Kendall, realizado indicó que las variaciones de los principales grupos de presas consumidas en las cuatro estaciones del año, no son significativas ($r=0.89$ [$P<0,05$]).

Con base en la longitud patrón, se consideraron seis clases de talla I (14-22 cm) (6 ejemplares) II (23-31 cm) (63), III (32-40 cm) (161), IV (41-49 cm) (66), V (50-58 cm) (3) y VI (59-67 cm) (3), estas fluctuaron entre los 14 y 67 cm de longitud total (LT), con un promedio de $36,5 \pm 1,12$ cm de LT ($x \pm ES$), con pesos comprometidos entre 18,2 y 5,900 g, con un promedio de $807,6 \pm 67,7$ g. La clase de talla I y II, mostraron la cifras más altas de ingestión por los decápodos (35% y 66.2% respectivamente) y estomatópodos (30% y 19.9% respectivamente), mientras que la clase II exhibió los porcentajes máximos de ingestión hacia los estomatópodos (34.9%), decápodos (31.2%) y anfípodos (22.4%). Los ejemplares de la talla IV consumieron altos porcentajes de estomatópodos (62.41%), decápodos (15.9%) y peces (14.6%). Las tallas V y VI exhibieron el número menor de componentes alimentarios (3), observándose que los peces no identificados (75% y 79.6% respectivamente), estomatópodos (16.7%) y decápodos (14.3%)

mostraron los valores porcentuales máximos de ingestión (Fig. 3)

La prueba no paramétrica de Rangos de Spearman, realizada mostró que la variaciones entre los principales grupos de presas consumidas en las seis clases de tallas analizadas fueron significativas ($r=0.57$ [$P> 0,05$]).

DISCUSION

Urotrygon asterias lejos de ser considerada generalista en sus hábitos alimentarios, debe ser definida como especialista, ya que en la búsqueda por el alimento realiza una selección sobre la amplia diversidad de componente que caracterizan el ambiente bentónico (el 72% de sus presas pertenecen a este hábitat).

Sin embargo su conducta alimentaria no se restringió únicamente al ambiente bentónico, ya que también se encontraron otros recursos como los peces, los cuales tuvieron una importante contribución en la dieta. En las comunidades tropicales, la mayoría de los peces demersales, como es el caso de *U. Asterias* muestran una gran plasticidad en sus dietas lo que les permite subsistir en ambientes marginales altamente variables (Lowe-McConnel, 1987).

La selectividad que tienen los depredadores como *U. asterias* por un determinado componente alimentario está en función del tamaño y palatabilidad de la presa, así como de su propia accesibilidad, complementada con las características del aparato alimentario del depredador (Main, 1985). Una de las características importantes a ser considerada en la conducta alimentaria de *U. Asterias*, es la morfología de su aparato alimentario, el cual se encuentra en la región ventral, equipado con papilas carnosas y mandíbulas prosivas de dientes molariforme situados además en la cavidad faríngea, son pequeños y están dispuestos en numerosas series que forman bandas o placa. La forma de la bca posiblemente sea una de las razones por las cuales se podría explicar la natyraleza de las presas ingeridas por esta especie ya que como se observo, las press más importantes fueron los crustáceos decápodos, los cuales presentan una abundancia y diversidad muy alta en los sustratos arenosos y lodosos del fondo marino. Además de que esta especie presenta una baja movilidad y tiene la capacidad de permanecer enterrada en el sedimento, consumiendo presas de fácil captura. El tipo de dientes en forma de placas empedradas que presenta esta especie, permite que los caparazones de los decápodos

sean fácilmente triturados (Torres-Orozco, 1991 y McEachran, 1995).

En relación a la variación estacional de los organismos presa, no se observó una variación muy marcada a nivel de grupos lo cual hace suponer que el grupo de los crustáceos se encuentra en una mayor abundancia en el ambiente bentónico. La constante presencia de los microcrustáceos, podría deberse a la alta abundancia de estos organismos en el área donde se realizó el estudio, razón que permite explicar su dominancia como presas, lo cual implica que sin considerar el valor energético de las presas consumidas, su abundancia puede reducir considerablemente el tiempo de búsqueda del depredador y en consecuencia a incrementar el consumo energético por unidad de tiempo. Al respecto, Abitia-Cárdenas *et al* (1990) y Cruz-Escalona (1998) señalan que los micro crustáceos, moluscos y poliquetos son los componentes alimentarios predominantes en la estructura trófica de las especies que se encuentran asociadas al ambiente bentónico.

Las tramas tróficas en un ambiente acuático son muy complejas si se considera todo el ciclo biológico de un pez, ya que muchas especies como es el caso de *U. Asterias* tienen variaciones en sus hábitos alimentarios durante su ciclo de vida (Ross, 1978). En esta especie se observó una clara diferenciación de los espectros tróficos e las distintas clases de talla, ya que los individuos de tallas pequeñas (14-22 cm de longitud patrón), consumieron principalmente estomatópodos, decápodos (camarones), mientras que los individuos de tallas mayores (50-67 cm de longitud patrón) se alimentaron de presas de mayor tamaño, en este caso de peces. Estos cambios en las preferencias alimentarias con respecto a la talla de los organismos podrían deberse a la palatabilidad y aporte energético con el que contribuyen las presas a las necesidades del propio depredador (Abitia-Cárdenas, *et al.*, 1997).

El análisis de los contenidos estomacales mostró que hubo variación con respecto al IIR de una presa en particular, aunque en forma general, el espectro trófico de *U. Asterias*, estuvo conformado por la fauna bentónica que existe en el área de estudio, para la cual Ríos-Jara *et al* (1996) describen tres tipos de sustratos; limo-arenoso, limo-arcilloso y arena media, condiciones que permiten explicar la gran variedad y abundancia de las presas consumidas por esta especie, ya que tanto este como sus presas se distribuyen en hábitats que presentan caracte-

rísticas similares de granulometría propias de la zona en cuestión.

Si bien es cierto que se encontró un elevado número de componentes alimentarios en el espectro trófico de *U. Asterias*, sus características morfológicas y la dominancia de alguna presa en su dieta, indican que está además de incidir preferentemente sobre la fauna bentónica, realiza una selección de presas de acuerdo con sus propios hábitos alimentarios, determinados en función de sus características morfológicas y fisiológicas y a la propia disponibilidad de los recursos alimentarios en tiempo y espacio.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por el CONACyT (REF: 084PÑ-1297 y SEMARNAP- permiso de Pesca de Fomento N° 210699-213-03. Agradezco a Bernabé Aguilar-Palomino, responsable de proyecto el apoyo logístico brindado, al personal del centro de Ecología Costera de la U de G que participó en los muestreos y a la tripulación del BIP-V, por las facilidades recibidas. A J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo, r. Flores-Vargas la identificación de las presas y a S. Hernández-vazquez por sus acertados comentarios y sugerencias que permitieron mejorar el presente manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ABITIA-CARDENAS, L.A., J. RODRIGUEZ-ROMERO y F. GALVAN.MAGAÑAA. 1990. Observaciones tróficas de tres especies de importancia comercial en bahía Concepción, B.C.S., México. Investigaciones Marinas. CICIMAR, La Paz, B. C.S. 5(2): 55-61
- ABITIA-CARDENAS, L.A. F. GALVAB-MAGAÑA., y J. RODRIGUEZ-ROMERO 1997. Food habits and energy values of prey of striped marlin, *Tretapturus audax* off the coast of México. Fish and Game, Fish. Bull. 95 (2): 360-368.
- ALLEN, G.R. and R. ROBERTSON 1994. Fishes of the Tropical Eastern Pacific. University of Hawaii Press, 332 Honolulu, Hawaii 332 pp.
- BOCANEGRA-CASTILLO, N 1998. Interacciones tróficas de la Ictofauna más abundante de laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar. CICIMAR I.P.N. 1-70.
- BRUSCA, R.C. 1980 Common intertidal invertebrates of the gulf of California. University of Arizona Tucson, Arizona (2nd. Ed.) 513 pp.
- CAILLET, M.G., M.S. LOVE AND A.W. EBELING. 1986. Fishes. A field and laboratory manual on their structure identification and natural history. 194 pp.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., J.J. SCHMITTER, E.F. BART y R. TORRES.OROZCO 1993. Sobre la distribución geográfica de algunos

- peces bentónicos de la costa oeste de Baja California Sur, México, con consideraciones ecológicas y evolutivas. *Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas. Mex.* 38:75-102.
- CRUZ ESCALONA, V.H. 1998. Análisis trófico de la ictiofauna de la Laguna San Ignacio, B.C.S. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. CICIMAR- I.P.N. 1-128.
- FISCHER, W., F. KRUPP, W. SCHNEIDER., C. SOMMER., K.E. CARPENTER., y V.H. NIEM. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol II Vertebrados- parte 1. Roma FAO. Vol. II:647-1200.
- GERKING, S.D. 1994. *Freeding Ecology of Fish*. Academic Press. New York. 416 pp.
- GONZALEZ-SANSON, G. B. AGUILAR- PALOMINO., J. ARCINIEGA-FLORES, R. GARCIA DE QUEVEDO-MACHAIN., E. GODINEZ-DOMINGUEZ., V. LANDA- JAIME., J. MARISCAL-ROMERO., KJ. E. MICHEL-MORFIN y M. SAUCEDO- LOZANO. 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México (Primavera 1995). *Ciencias Marinas*. 23 (1):93-110.
- GRAY, E.E. T.J. MULLIGAN and R.W. HANNAH. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*. 49 (2):227-238.
- HENDRICKX, E.M. 1996. Los camarones *Penaeoidea* bentónicos (Crustácea: Decapoda: Dendrobranchiata) del pacífico Mexicano. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAMA. México. 147 pp.
- HESPENHEIDE, H.A. 1975. Prey characteristics and predator niche width, p. 158-180. In: Cody, M.L. y Diamond, J.M. (eds) *Ecology and Evolution of Communities*. Cambridge, MA. Belknap Press.
- KREBS, C.J. 1989. *Ecological methodology*, Harper and Row, Nueva York, Estados Unidos. 550 pp.
- LEVINS, R. 1968. *Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 120 pp.
- LOWE. McCONNELL, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press. Cambridge. London. 382 pp.
- MAIN, L.K. 1985. The influence of prey identity and size on selection of prey for two marine fishes. *Journal Expedition marines Biological, ecology*. 88:145-152.
- McEACHRAN, J. 1995. Urolophidae 786-792 pp En: Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (Eds) *Guía FAO. Para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro- Oriental. Vol. II Vertebrados parte 1*.
- PEQUEÑO R.G. y LAMILLA G. 1997. The fisheries of Chondrichthyes in Chile. First analysis. *Biología pesquera* 26:13-24.
- PINKAS, L., M.S. OLIPHANT and A.L. IVESON 1971. Food habits of albacore bluefin tuna, and bonito in California waters, Calif. Dep. Fish and Game, Fish. Bull (152):105 pp.
- RIO-JARA, E.M. PEREZ-PEÑA, L. LIZARRAGA-CHAVEZ y J.E. MICHEL-MORFIN 1996. Nuevos registros de gasterópodos de la plataforma continental de Jalisco y Colima. México. *Ciencias marinas* 22 (3): 347-359.
- ROSECCHI E y Y. NOUAZE 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit*, 49 (3 et 4):11-23.
- ROSS, S.T. 1978. Tropic ontogeny of the searobin *Prionotus scitulus* (pisces: Triglidae) Fish. Bull U.S. 76:225-234.
- RUIZ-DURÁ, M.F. 1985. Recursos pesqueros de las Costas de México 2ª ed. Lmusa, México, D.F. 135 pp.
- SIEGUEL, S. Y N.J. CASTELLAN 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. En: Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third Ed. Prentice-hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 662 pp.
- THOMPSON, D.A., L.T. FINDLEY and A.N. KERTITCH 1979. Reef fishes of the sea of Cortez. John Wiley and Sons, Nueva York, 302 pp.
- TORRES OROZCO, R. 1991. Los peces de México. AGT. Editor S.A. México D.F. 235 pp
- WOOTTON, R.J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman and Hall New York, 404 pp.

HISTAMINA DETERMINADA POR FLUOROMETRIA, EN HARINA DE PESCADO Y LA MATERIA PRIMA SOMETIDA A DIFERENTES TEMPERATURAS.

HISTAMINE DETERMINED BY FLUOROMETRY, IN FISH MEAL AND THE RAW MATERIAL SUBJECTED TO DIFFERENT TEMPERATURES.

Christian Muñoz B. y Carlos Herrera C.***

RESUMEN

Se optimizó un método fluorométrico para determinar la concentración de histamina en harinas de pescado, el método incluye etapas de extracción en metanol, purificación con una resina de intercambio iónico, reacción de fluorescencia con o-ftaldialdehído y lectura en fluorómetro. Se observó un comportamiento lineal para concentraciones de histamina que oscilan entre 0,1 y 15 µg/5mL y una excelente selectividad de histamina frente a otras aminas biogénicas. Por otro lado, se evaluó las características de recuperación que presenta la resina, la que se cuantificó utilizando soluciones estándares de aminas biogénicas y muestras de harina de jurel *Trachurus symmetricus murphyi*, (Nichols, 1920) que fueron eluidas a través de la resina para su cuantificación en el fluorómetro. Se registraron recuperaciones de un 100% para concentraciones inferiores a 350 mg/Kg de histamina, y recuperaciones de 85 a 90% para concentraciones superiores. Posteriormente se analizaron muestras de harina de jurel y los resultados se compararon con los entregados por laboratorios de certificación externos a fin de evaluar la correlación entre los respectivos valores. Los resultados de correlación no mostraron diferencias significativas ($p=0,05$), sin embargo los valores obtenidos por el método fluorométrico fueron algo más bajos que los de HPLC, debido posiblemente a una retención de la histamina en la etapa de purificación por la resina. Finalmente el método fluorométrico fue aplicado al estudio del efecto de la temperatura de almacenamiento, sobre la materia prima antes de reducción a harina. Para ello se determinó la concentración de la amina biógena, a diferentes intervalos de tiempo en muestras de jurel, sometidas a diferentes temperaturas de refrigeración. Se observó que la producción de histamina bajó considerablemente en la medida que disminuía la temperatura, justificándose la conveniencia del almacenamiento refrigerado.

Palabras clave: Aminas biógenas, cuantificación, fluorometría, pescado, temperatura.

ABSTRACT

A fluorometric method was optimized in order to determine the concentration of histamine in fish meal, this method includes methanol extraction, ionic exchange purification and fluorescence reaction with o-phthalaldehyde. A lineal behaviour was found for histamine concentrations ranging from 0.1 to 15 µg/5mL and an excellent selectivity for histamine in the presence of other biogenic amines. On the other hand the recovery, from the ion exchange resin, was evaluated, through the employment of standard solutions of biogenic amines and mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*, (Nichols, 1920) meal samples, quantified in the fluorometer after been eluted from the resin. Recoveries of the order of 100% were obtained for concentrations solutions of histamine lower than 350 mg/Kg, and from 85 to 90% recovery for

Fecha de recepción: 13-11-00. Fecha de aceptación: 10-06-01.

*Laboratorio, Planta de Harina, Pesquera El Golfo, Av. Colón 2400, Talcahuano, Chile.

**Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 297, Concepción, Chile.

E-mail: cherrera@ucsc.cl

higher concentrations solutions. Then samples of fish meal were analyzed, for histamine concentration and the results compared to those found by certification laboratories, in order to evaluate the correlation found between the respective values. The correlation results showed no significant differences ($p=0.05$), but nevertheless, the values found by the fluorometric method, were slightly lower than those of HPLC, this could be due to retention of histamine by the resin in the purification step. The fluorometric method was finally applied to the study of the effect of storage temperature, on the raw material, previous to meal reduction, measured by the determination of the biogenic amine, several times for a period of 3 days in mackerel, kept at different temperatures. The lowest the temperature, the lower the values of histamine concentration was found, thus refrigeration of raw material is highly convenient.

Key words: Biogenic amines, quantification, fluorometry, fish, temperature.

INTRODUCCION

En Chile se ha estado produciendo un gran volumen de harina de pescado, por lo que ha sido considerado como uno de los primeros productores a nivel mundial, (SERNAP, 1994).

En la VIII región, que es donde se han producido los más altos porcentajes de harina de pescado, el jurel es la principal materia prima. Este es capturado por el sistema de cerco, cuyos cardúmenes comerciales alcanzan hasta más de 40 metros de profundidad encontrándose alejados de la costa, (Vergara, 1984).

Debido al traslado, se producen prolongados intervalos de tiempo desde la captura hasta el inicio del proceso, el pescado se ve afectado durante este período, en sus componentes más esenciales tales como la fracción proteica y los lípidos, por la actividad enzimática debida a la contaminación bacteriana (Arnold & Brown, 1978).

Se ha comprobado que un buen indicador de la degradación de la materia prima corresponde a la amina biógena tóxica histamina. Por ello las harinas que contienen niveles significativos de esta amina, se ven disminuidas en su valor comercial, con el eminente peligro para el consumo como alimento (Rodríguez-Jerez *et al.*, 1994).

A consecuencia de lo señalado, las plantas reductoras se han visto en la necesidad de disponer de métodos capaces de detectar y cuantificar la concentración de histamina, con el propósito de verificar si el producto cumple con las exigencias requeridas para su comercialización.

Se han conocido muchas y muy diversas técnicas para cuantificar la concentración de histamina entre las que se destacan: bioensayos, métodos cromatográficos, fluorométricos, electroforéticos y enzimáticos (López-Sabater *et al.*, 1993).

El objetivo de este trabajo es optimizar y comparar el método fluorométrico, que incluye una separación previa por resina de intercambio iónico, oficializado por la A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) para la cuantificación de histamina en harinas de pescado.

Los objetivos específicos comprenden el estudio de: el comportamiento del fluorómetro, la selectividad y recuperación de la amina biógena por la resina, la comparación de los valores de histamina en harina según el método fluorométrico, con los de HPLC de dos laboratorios externos y la evaluación del efecto, que tiene la refrigeración de la materia prima en los pozos, previo a su reducción, sobre la producción de histamina.

La espectroscopía de fluorescencia, que utiliza instrumentos que funcionan a base de fenómenos fotoquímicos (Saavedra, 1984), ha tomado un papel más importante en el análisis rutinario, particularmente en la determinación de contaminantes a niveles traza en el medio ambiente, las industrias y el cuerpo humano, debido a que los compuestos analizados por fluorescencia pueden ser determinados con mucho mayor sensibilidad, en valores tan bajos como $\mu\text{g}/\text{Kg}$ y también con mayor especificidad. El método para la histamina fue desarrollado por Staruszkiewics *et al.*, (1977) el que se basa en el acoplamiento de la histamina con el o-ftaldialdehído (OPT) a pH fuertemente alcalino para formar un producto fluorescente. Su alta sensibilidad radica en la diferencia existente entre las longitudes de onda de radiación de excitación y la fluorescente. Su alta especificidad proviene de que depende de dos espectros, los espectros de excitación y de emisión. Una gráfica que muestra las unidades de fluorescencia v/s concentración de estándares da lugar a la curva de calibración (Skoog & Leary, 1994).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de agosto y noviembre de 1995 en el laboratorio de control de calidad de la empresa Pesquera El Golfo S.A.

Se trabajó con muestras de harina de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*, Nichols, 1920), y muestras de la materia prima, obtenidas de la producción diaria de la empresa mencionada anteriormente.

Se trabajó con una técnica usada en Fundación Chile, método oficial de la A.O.A.C., basada en la extracción de la histamina con metanol, purificación a través de una resina de intercambio aniónico fuertemente alcalina y reacción de condensación con OPT, para leer finalmente en el fluorómetro.

Los estándares de aminas biogénicas en forma de clorhidrato, la resina de intercambio aniónico (Tipo III), el cromóforo OPT y otros reactivos de uso común, de grado p. a., fueron obtenidos de la firma Merck, el Fluorómetro de filtro utilizado fue de marca Turner Designs modelo 10-AU de lectura digital directa, además se emplearon un baño termostataado GFL Tipo 1042 y una centrífuga IEC HN-SII.

El estudio se realizó por etapas, de la siguiente forma :

Curva de calibración de histamina

Para evaluar la linealidad se prepararon estándares de histamina cuyos rangos variaron entre 0,1 y 4 ppm, a partir de diclorhidrato de histamina. Se leyó la fluorescencia en una celda de cuarzo a una longitud de onda de 335 nm de excitación y 420 nm de emisión en el fluorómetro.

Con los datos obtenidos se construyó una curva de unidades de fluorescencia versus concentración de histamina. La concentración de histamina en las muestras se obtuvo por interpolación de la curva de calibración.

Selectividad

Para evaluar la selectividad, se preparó una solución stock de 2000 ppm constituidos por una mezcla de aminas biogénicas, de composición: Putrescina 9%, Cadaverina 22%, Histamina 60%, Tiramina 5% y Feniletilamina 5%

Recuperación en la separación de la resina

Se usó una resina de intercambio aniónico fuertemente alcalina, contenida dentro de una columna de 1,3 cm de diámetro interior y 10 cm

de altura. En primer lugar se prepararon estándares de histamina de concentración entre 0 y 500 ppm y luego otro grupo de 1000 a 5000 ppm. Una alícuota de 1,0 mL de cada uno se hizo pasar por la resina, desde donde se eluyó con agua destilada, recibiendo la muestra en un matraz aforado de 50 mL hasta completar volumen, a una velocidad que no excediera los 2 mL/min. y luego se cuantificó su concentración en el fluorómetro.

Comparación con laboratorios externos

Finalmente se determinó la concentración de histamina en muestras de harina de jurel por el método fluorométrico, para correlacionarlos con los datos obtenidos paralelamente por un método cromatográfico (HPLC) de laboratorios de certificación externos, basado en la extracción con ácido tricloroacético y derivatización con cloruro de dansilo.

Efecto de la temperatura sobre el almacenamiento de la materia prima

Una vez optimizado el método fluorimétrico, se aplicó al estudio de la conveniencia de refrigerar la materia prima almacenada en los pozos (lugar de recepción de la materia prima antes de procesarla). Para ello se trabajó con 90 ejemplares separados en tres grupos de igual número sometidos a diferentes temperaturas.

El primer grupo se mantuvo a 3°C y el segundo grupo a 8°C, durante 3 días y a intervalos de 8 horas se tomaron muestras para determinar la concentración de histamina. El tercer grupo se mantuvo a temperatura ambiente (estimada en 22° C por corresponder al mes de Diciembre) bajo condiciones similares a las de recepción de la materia prima, se utilizó como grupo control de la experiencia, determinando con la misma metodología que a los otros grupos, su concentración en histamina.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig. 1 se puede observar la curva de calibración construida según los datos obtenidos por la técnica fluorométrica, se aprecia una excelente linealidad de respuesta $R = 0,9998$ para concentraciones que varían entre 0,5 y 15 $\mu\text{g}/5\text{ml}$; sin embargo, a concentraciones mayores se aprecian desviaciones que posiblemente sean debidas a la capacidad de resolu-

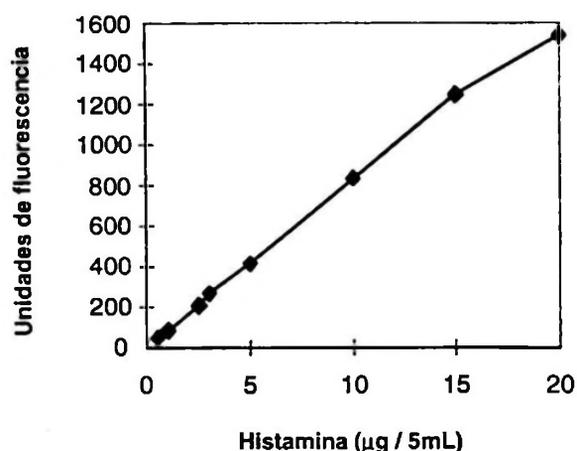


Fig. 1: Curva de calibración para la determinación de histamina por fluorometría.

Standard curve for histamine determination by fluorometry.

ción que presenta el fluorómetro, la que se ve afectada por fenómenos ópticos (intensidad de la radiación, respuesta de la lámpara de mercurio, etc.). En base a estos antecedentes se puede deducir que el rango óptimo de trabajo se sitúa entre 0,1 y 15 µg/5mL y si de una muestra a analizar se obtiene valores mayores, será necesario hacer diluciones.

Con respecto al comportamiento del fluorómetro frente al conjunto de aminas biógenas, se encontró que la respuesta entregada por el fluorómetro para las soluciones de es-

Tabla 1. Recuperación de la resina de intercambio iónico Soluciones estándares de histamina (0 a 500 ppm).

Recovery from the ionic exchange resin Histamine standard solutions (0 to 500 ppm).

Conc. Estándares histamina	Conc. Estándares de histamina eluidos	% recuperación
0	0	0
50	50	100
100	98	98
150	148	98,7
200	190	95
250	240	96
300	280	93
350	330	91,4
400	360	90
450	411	93
500	460	92

tándares, corresponde al porcentaje de histamina presente en cada una de las soluciones. Con ésto se puede inferir que el fluorómetro es altamente selectivo por la histamina frente a las otras aminas biógenas, lo que se puede explicar debido a que el OPT es altamente específico para la histamina, en comparación con las otras aminas a las condiciones básicas de pH y además por el sistema de filtros de interferencia que posee el equipo, los que seleccionan determinadas longitudes de ondas (excitación 335nm y emisión de 420nm) específicas para la histamina.

Al analizar las Tablas 1 y 2, donde se resumen los datos correspondientes a las propiedades de recuperación que presenta la resina, se observan recuperaciones entre 90 y 100% para concentraciones inferiores a 350 ppm de histamina y de un 85-90% para concentraciones superiores. Esta baja de rendimiento a las concentraciones más altas, puede explicarse por el aumento en la cantidad de histamina por unidad de volumen, donde se produce una saturación del intercambiador iónico, quedando retenida parte de la histamina en los poros de la resina modificándose los resultados obtenidos. Probablemente esta sea una de las causas que expliquen los resultados más bajos que se obtienen, en comparación con los entregados por laboratorios de certificación externos, cuyos resultados más altos que los entregados por el método en estudio, podrían explicarse además por diferencias en el tratamiento químico previo al análisis de las muestras, lo que conduce a diferencias en los resultados, por ejemplo los rendimientos de reacción de los dansil derivados es mayor que en

Tabla 2. Recuperación desde la resina de intercambio iónico Soluciones estándares de histamina (1000 a 5000 ppm).

Recovery from the ionic exchange resin Histamine standard solutions (1000 to 5000 ppm).

Conc. Estándares histamina	Conc. Estándares de histamina eluidos	% recuperación
1000	845	84,5
2000	1719	86
3000	2519	83,9
4000	3633	90,1
5000	4537	90,6

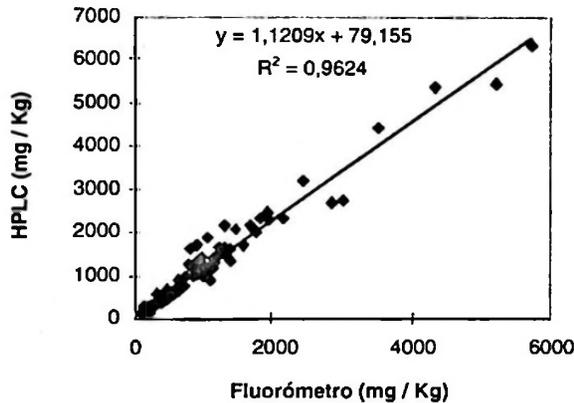


Fig. 2: Correlación entre valores de concentración de histamina en harinas de pescado determinados por fluorometría y HPLC.

Correlation between histamine concentration values in fish meal determined by fluometry and HPLC.

los OPT derivados (Gray, 1972), también influyen las diferencias en polaridad de los respectivos solventes empleados (Taylor et al., 1978). Por otra parte, las columnas usadas en HPLC tienen un rendimiento mayor que las rellenas con resinas de intercambio iónico, por trabajar a presiones muy altas.

Sin embargo, en la Fig. 2 donde se puede observar la correlación existente entre los valores presentados por el método estudiado y uno de los laboratorios de certificación externos, en la curva representativa del laboratorio N° 1, la distribución de los datos del método fluorimétrico y los del método HPLC de los laboratorios externos son muy simétricos, hasta una concentración aproximadamente de 1000 ppm. A concentraciones superiores se produce una dispersión mayor de los datos, aunque se tiene un alto coeficiente de correlación ($R^2=0,96348$) y el valor experimental calculado para X^2 según la prueba de Friedman (Miller & Miller, 1993), resultó bastante menor ($X^2 = 19,62$) que el valor crítico según tabla ($X^2 = 42,69$, g.l = 29), lo que demuestra que no existen diferencias significativas ($p=0,05$) entre dichas metodologías.

En resumen, en base a los resultados obtenidos y los antecedentes discutidos en este estudio, se deduce que el método fluorométrico estudiado, es una alternativa confiable para determinar histamina en harinas de pescado, ya que se encontró altamente selectivo por la histamina, presentando además, un amplio rango de trabajo, con un gran poder de resolución, su

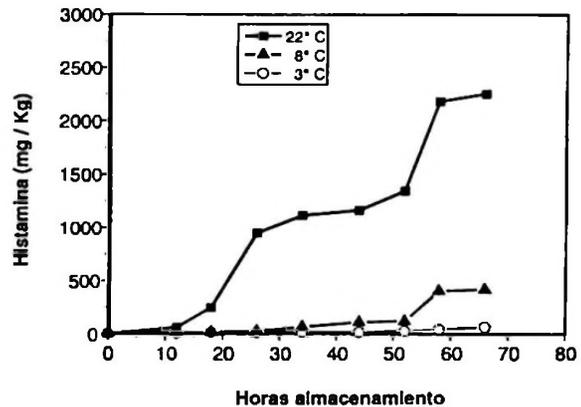


Fig. 3: Producción de histamina por la materia prima sometida a diferentes temperaturas.

Histamine produced by the row material subjected to different temperatures.

alta sensibilidad permite determinar histamina a valores de concentración muy pequeños (en el orden de ppb), y es de bajo costo en comparación con otros métodos más sofisticados.

Finalmente en lo que respecta al estudio del efecto de la temperatura, en la Fig. 3 se muestran los resultados comparativos para las tres temperaturas, se aprecia claramente que a 3°C, la producción de histamina en el tiempo es muy escasa, a 8°C si bien se tienen valores mayores de concentración de la amina que los de 3°C, se nota una franca disminución respecto a lo que se encuentra a temperatura ambiente, condición que normalmente se emplea en las pesqueras. Esta última serie de datos, muestra además las variaciones típicas que son de esperar, al variar la temperatura entre las diferentes horas del día, presentando una curva con varias inflexiones. Se puede concluir que es muy conveniente refrigerar la materia prima y que mientras más baja sea la temperatura de almacenamiento, se conservará mayor tiempo la materia prima en buen estado, lo que traerá como consecuencia la producción de una harina de mejor calidad, puesto que disminuye considerablemente la velocidad de las reacciones de descomposición, debidas a las enzimas que se producen por el crecimiento bacteriano. Si bien la temperatura de 3°C puede ser considerada como la de elección en este caso, la refrigeración a 8°C muestra resultados aceptables, que pueden ser convenientes de usar, cuando la economía en energía de refrigeración es importante para las empresas pesqueras.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor desea agradecer las facilidades otorgadas para desarrollar este estudio, como tema de su práctica profesional, por la Empresa Pesquera El Golfo y en forma muy especial al personal del laboratorio de Control de calidad de la "Planta de harina".

LITERATURA CITADA

- ANUARIO SERNAP, 1994. Depto. Sistemas de información y estadísticas pesqueras del Servicio Nacional de Pesca de Chile, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. pp 236.
- ARNOLD, S. H. & W. D. BROWN, 1978. Histamine (?) toxicity from fish products. *Advances in Food Research*, 24: 113-154.
- GRAY, W.R. 1972. End group analysis using dansyl chloride. *Methods in Enzymology*, 25: 121-139.
- LOPEZ-SABATER, E. I., J. J. RODRIGUEZ-JEREZ, A. X. ROIG-SAGUES & M. T. MORA-VENTURA 1993. Determination of histamine in fish using an enzymic method. *Food additives and contaminants*, 10: 593-602.
- MILLER, J. C. & J. N. MILLER, 1993. *Estadística para Química Analítica*. 2da edición, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, Delaware, E. U. A. pp 211.
- RODRIGUEZ-JEREZ, J. J., M. T. MORA-VENTURA & T. CIVERA 1994. Istamina e prodotti ittici: un problema attuale. *Industrie Alimentari*, 33: 299-307.
- SAAVEDRA, M. 1984 Estudios por fluorescencia de cambios conformacionales en la alfa-quimiotripsina inducidos por disolventes usados en la síntesis de péptidos. Tesis para optar al título de Licenciatura en Química, Pontificia U. Católica de Chile. pp 73.
- SKOOG, D. A. & J. J. Leary, 1994. *Análisis instrumental*. 4ta edición, Mc Graw-Hill, Madrid, España. pp 935.
- STARUSZKIEWICS, W. F., E. M. WALDRON & J. F. BOND 1977. Fluorometric determination of histamine in tuna: development of method. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 60: 1125-1130.
- TAYLOR, S., E. LIEBER & M. LEATHERWOOD 1978. A simplified method for histamine analysis of foods. *Journal of Food Science*, 43: 247-250.
- VERGARA, R. 1984. Antecedentes de embarque y exportaciones de harina de pescado. Tesis para optar al título de Técnico Marino, Pontificia U. Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, pp 51.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE JUVENILES DE LENGUADO CHILENO (*PARALICHTHYS ADSPERSUS*, STEINDACHNER, 1867) CULTIVADO EN ESTANQUES

GROWTH OF JUVENILE CHILEAN FLOUNDER (*PARALICHTHYS ADSPERSUS*, STEINDACHNER, 1867) IN TANK CULTURE

Alfonso Silva*, Marcia Oliva¹ y Francesc Castelló*

RESUMEN

Para determinar la tasa de crecimiento en engorde de *Paralichthys adspersus*, la posible existencia de tasas de crecimiento diferenciales entre grupos y el tiempo que demora la especie en llegar a tamaño comercial en cultivo, se procedió a monitorear durante 19 meses a 1378 juveniles de lenguado los que fueron separados en tres grupos de acuerdo a su tamaño: Grandes (6,28 cm); Medianos (4,44 cm); Pequeños (3,31 cm). Los peces fueron puestos en tanques de 1m² a densidad inicial de 0,2 Kg/m² con circulación de agua de mar filtrada (1 recambio/hora) y alimentados a saciedad 2 veces al día con pellet. Mensualmente se muestreó el 20% de los peces, determinándose su tasa de crecimiento específico, factor de condición, relación longitud-peso y ecuación de crecimiento. Tanto la tasa de crecimiento en longitud como en peso tienden a disminuir con la edad, no detectándose diferencias significativas entre grupos. Su relación longitud-peso describe un patrón de crecimiento con tendencia alométrica. Los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos son $L_{\infty} = 54,4$ cm, $k = 0,41$ y $t_0 = 0,3638$ años. De acuerdo a ello el 1er tamaño comercial se alcanzaría entre los 1,5 a 2 años y el kg a los 3,5 años de cultivo, tiempo que se acerca a otros peces planos de importancia comercial. Se concluye la inexistencia de diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre los grupos de peces provenientes de un mismo desove, así como la factibilidad de engorde de la especie a tamaño comercial en un tiempo adecuado.

Palabras clave: Tasa crecimiento, lenguado, engorde, cultivo.

ABSTRACT

Three different size groups of Chilean flounder *Paralichthys adspersus* were cultured in tanks to determine basic parameters for their mass culture and to determine if there was differential growth among three different size classes. Observations were carried out over 19 month period, using a total of about 1,378 fish initially separated into large (ca. 6.28 cm), medium (ca. 4.41 cm) and small (ca. 3.31 cm) sizes. Fish were maintained at about 0.2 kg/m² in 1 m² semicircular seawater tanks and given pelletized feed. Monthly determinations included lengths and weights, condition factor, length/weight relation, and growth equation. It was found that growth in length and weight of all three groups tended to decline with age, and that no significant differences could be detected between the groups. The length/weight relations tended toward allometry, and the von Bertalanffy growth parameters were $L_{\infty} = 54.4$ cm, $k = 0.41$ and $t_0 = 0.3638$ years. According to these data, commercial size of this species should be achieved in 1.5

Fecha de recepción: 04-11-00. Fecha de aceptación: 14-06-01.

*Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo, Casilla 117, Coquimbo, Chile.

**Departamento de Biología Animal, Facultad de Biología, Universitat de Barcelona, Avinguda, Diagonal, 645, 08028 Barcelona, España.

to 2 years, and 1 kg weight in 3,5 years. Values obtained were in agreement with literature values for other commercially valuable species. It is concluded that no significant differences in growth could be detected between the groups and the factibility of this culture for commercial purposes.

Key words: Growth rate, flounder, culture.

INTRODUCCION

El lenguado chileno (*Paralichthys adspersus*, Steindachner, 1867) es un importante recurso pesquero artesanal y deportivo que se distribuye desde la localidad de Paita (Norte de Perú) a Lota (Centro Sur de Chile) incluyendo la isla Juan Fernández (Chirichigno, 1974; Pequeño, 1989).

Sus capturas muestran un decrecimiento importante durante la última década, pasando de 821 ton en 1990 a sólo 85 ton en 1999, lo que unido a su importancia económica a significado un creciente interés por su cultivo (Lobos *et al.*, 1992; Sernapesca, 1999).

En este sentido se han realizado diferentes estudios sobre el desarrollo larval, acondicionamiento, desove de reproductores y manejo de larvas de ésta y otra especie simpátrica y críptica lenguado de ojos chico *Paralichthys microps*, que señalan a ambas especies como aptas para el cultivo comercial (Tarifeño *et al.*, 1996; Silva & Vélez, 1998). Sin embargo el desarrollo de técnicas para la reproducción y cultivo larval de una especie, no bastan para determinar su factibilidad de cultivo comercial. En efecto, la tasa de crecimiento de juveniles en longitud y peso y el tiempo que demora la especie en llegar a su tamaño comercial en condiciones de cultivo son factores relevantes de considerar en la decisión del cultivo de la misma. Al mismo tiempo y dado el fenómeno de dispersión de tamaños que normalmente se manifiesta durante la metamorfosis y que se mantiene durante el engorde de éste y otras especies de cultivo procedentes de un mismo desove, y que obliga a graduarlos e incluso eliminar parte de la producción de menor crecimiento (Quirós & Howell, 1993; Minkoff & Broadhurst, 1994; Klokseth & Oiestad, 1999), hace necesario entender mejor este fenómeno, determinando si estas diferencias se deben a la posible existencia de diferentes tasas de crecimiento permanentes entre los grupos tradicionalmente formados.

Al respecto existen escasos antecedentes sobre el crecimiento natural o en cultivo de ambas especies. Silva & Flores (1994) proponen por primera vez una ecuación de crecimiento en longitud para lenguado chileno en cautive-

rio, utilizando 182 ejemplares capturados en su medio natural y mantenidos en estanques durante 336 días alimentados con pellet húmedo, señalando que bajo dichas condiciones *P. adspersus* alcanzaría los 500 g de peso en 1030 días de cultivo, con tasas instantáneas máximas de crecimiento en peso de 1,5 g/día en Marzo para peces de 5-10 g de peso y mínimas de 0,09 g/día en Septiembre para peces de 15-20 cm.

Por su parte Angeles (1995) presenta ecuaciones de crecimiento en longitud y peso diferenciadas por sexo y calculados a partir de 150 ejemplares de *P. adspersus* colectados en los puertos de Ancón, Callao, Chorrillos y Pucusana, Perú, determinando que el tiempo en llegar a un tamaño comercial (>250 g) es de 2 años en hembras y 2 años y fracción en machos.

Chong & González (1995) entregan la relación longitud - peso por sexo para *P. microps* capturado en Bahía Concepción (36° S) y Tarifeño *et al.* (1996) señala para lenguados colectados en la misma bahía la existencia de tasas de crecimiento en peso exponenciales, agregando además que *P. adspersus* alcanzaría 1 kg. a los 41 cm, mientras que *P. microps* alcanzaría el mismo peso a los 46 cm, lo que implicaría que *P. adspersus* posee tasas de crecimiento en peso mayores que *P. microps* pudiendo alcanzar por ende en menor tiempo las tallas comerciales.

El presente trabajo describe los resultados obtenidos en el control de crecimiento de juveniles de lenguado chileno *P. adspersus* producidos en laboratorio y cultivados en estanques desde su nacimiento hasta tamaño comercial. Su principal objetivo es determinar su tasa de crecimiento en engorde, la posible existencia de tasas de crecimiento diferenciales entre grupos y el tiempo que demora el lenguado chileno en llegar a tamaño comercial en condiciones de cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Los peces utilizados en la experiencia provienen de huevos de un solo desove espontáneo, ocurrido en el Laboratorio de Cultivo de Peces de la Universidad Católica del Norte, Coquimbo, a fines del mes de Octubre, y proveniente de un grupo de 12 reproductores de *P. adspersus*

entre 650 y 4150 g de peso total, capturados y mantenidos durante 36 meses en estanques de 5,0 m³ con una renovación de 30% de su volumen/hora, alimentados con pellet húmedo y mantenidos a una densidad máxima de 3 kg./m³. Durante los primeros 60 días las larvas fueron cultivadas en estanques cilindro - cónicos negros de 500 l llenos con agua de mar y microalgas, a una densidad de 34 larvas/l, recambio gradual de agua filtrada y esterilizada desde un 20% a 100%/día y alimentadas según necesidad, con rotíferos y Artemia previamente enriquecidos con DHA-Selco (Inve Aquaculture N.V.). Una vez metamorfoseados fueron deshabitados en estanques semi - cuadrados de fondo plano utilizando pellet seco Lansy (Inve Aquaculture N.V.) entre 0,3 y 0,8 mm según tamaño de juveniles.

La experiencia se inicia con 1.378 juveniles de 5 meses de edad y de tamaños variables entre 2,3 cm y 8,7 cm. Estos fueron separados por rango de tallas en tres grupos obteniéndose las siguientes longitudes promedio por grupo: Grandes (G): 6,28 ± 0,98 cm (147) ; Medianos (M): 4,44 ± 0,45 cm (464) ; Pequeños (P): 3,31 ± 0,49 cm (767).

Cada grupo fue inicialmente puesto por duplicado en estanques semi - circulares de 250 l (1 m²) y densidad promedio inicial de 0,2 kg /m². Todos los estanques se mantuvieron con circulación continua de agua de mar filtrada a 50 µm cuyo flujo permitía aproximadamente un recambio/hora y aireación utilizando piedras difusoras.

Los peces fueron alimentados dos veces al día con pellet extruido (50,1% proteínas; 15,7% grasa; 6,6% humedad) cuyo tamaño fue variando entre 1 y 9 mm de acuerdo al tamaño inicial y final de los peces. Durante los primeros 3 meses la cantidad de alimento entregada se realizó en exceso y posteriormente a saciedad con un mínimo de 1% de la biomasa/día. A los 10 meses de iniciada la experiencia y debido al aumento en la densidad, los peces fueron trasladados a nuevos tanques circulares de 1000 l (1,45 m²) manteniendo las mismas condiciones y la separación por grupos por duplicado hasta el final de la experiencia que tuvo una duración total de 13 meses. Adicionalmente y con el objeto de determinar el tiempo de llegada a tamaño comercial y la curva de crecimiento de la especie, se prolonga el cultivo del grupo G en las mismas condiciones hasta los 19 meses (24 meses de edad). Las densidades máximas alcanzadas al final de la experiencia en los tres grupos fluc-

tuaron entre 12 y 15 kg/m²

Diariamente y durante los primeros 13 meses se extrajeron los peces muertos y se controló el alimento entregado y la temperatura de cada uno de los estanques. Mensualmente y durante toda la experiencia se procedió al muestreo al azar del 20% de los peces por tanque, sin usar anestésico y previo ayuno de 24 h. Para cada grupo de peces se obtuvo su longitud total (Lt) al cm inferior, utilizando un ictiómetro manual de 1 mm de precisión, y su peso mediante una balanza de 0,1 g de precisión.

A partir de los datos obtenidos durante los 13 meses de la experiencia se determinó el crecimiento en longitud y peso, la tasa de crecimiento específico en peso, el índice de conversión de alimento, su relación longitud-peso y el factor de condición para cada uno de los grupos, expresado en cada caso como sigue:

- Tasa de crecimiento específico en peso (G'P): expresado como % peso/día

$$G'P = \frac{(\ln Pf - \ln Pi) * 100}{t} \quad (\text{Hopkins, 1992})$$

- Índice conversión alimento:

$$IC = \frac{\text{Alimento entregado}}{\text{Incremento en peso}}$$

- Relación longitud - peso:

$$Pt = a * Lt^b \quad (\text{Hopkins, 1992})$$

- Factor de condición (K):

$$K = \frac{Pt}{Lt^3} * 100 \quad (\text{Lagler, 1975})$$

Al mismo tiempo y considerando la importancia del grupo G para el cultivo (grupo cabeza), se expresan las ecuaciones de crecimiento en longitud y peso para dicho grupo, considerando 19 meses de cultivo y utilizando el modelo de von Bertalanffy, cuyas ecuaciones se expresan como (Hopkins, 1992) :

- Ecuación de crecimiento de von Bertalanffy

- En longitud: $Lt = L_{\infty} * [1 - e^{-k(t-t_0)}]$

- En peso: $Pt = P_{\infty} * [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$

Por las características de la experiencia, los pa-

rámetros k y t_0 fueron estimados utilizando el método de aproximaciones de Munro (1982), a partir de los datos mensuales de crecimiento obtenidos para el grupo G durante los dos primeros años de cultivo y utilizando un L_∞ estimado para lenguado chileno de cultivo de 54,5 cm, de acuerdo a lo estimado previamente por Silva & Flores (1994) para la misma especie en engorde.

La existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las tasas de crecimiento específico en peso y factor de condición estacional entre los diferentes grupos, se determinó estadísticamente utilizando el análisis de varianza de una vía (ANDEVA). Al verificarse diferencias significativas con ANDEVA las diferencias entre medias fueron puestas de manifiesto mediante el test de Tukey (Sokal & Rohlf, 1995). La comparación entre los coeficientes de regresión "b" de la relación longitud-peso entre cada uno de los grupos se realiza mediante uso del test de Student. Para el tratamiento de los datos se usó el programa SigmaStat 2.0 para Window.

RESULTADOS

Durante el desarrollo de la experiencia la temperatura mensual promedio de los estanques varió entre 17,3°C la máxima y 14,9°C la mínima.

La Tabla 1 muestra el crecimiento en longitud de los diferentes grupos de peces durante los 13 meses de la experiencia. Los ejemplares G con longitud inicial de $6,28 \pm 0,98$ cm alcanzan una longitud final promedio de $21,40 \pm 2,45$ cm, los M con longitud inicial de $4,46 \pm 0,45$ cm alcanzan una longitud final de $17,94 \pm 1,69$ cm y los P con longitud inicial de $3,31 \pm 0,49$ cm alcanzan una longitud final de $14,75 \pm 1,79$ cm. Al mismo tiempo se observa un aumento de la dispersión de tallas (desviación estándar) con la edad.

De la misma forma la Tabla 2 y Fig. 1 muestra el crecimiento en peso de los diferentes grupos en el mismo tiempo. Los ejemplares G con peso inicial de $3,27 \pm 1,67$ g alcanzan un peso final promedio de $152,40 \pm 61,08$ g, los M con peso inicial de $1,01 \pm 0,31$ g alcanzan un peso final

Tabla 1. Crecimiento en longitud en tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) durante 13 meses de cultivo en estanques. * Muerte accidental de peces.

DE = desviación estándar.

Growth in length in three groups of chilean flounder (*P. adspersus*) during 13 month of culture in tanks.

*Accidental death of fish. DE= standard deviation.

Meses	Nº de Peces			Longitud (cm)			T°C
	G	M	P	G	M	P	
(0) Marzo	147	464	767	6,28 (0,98)	4,46 (0,45)	3,31 (0,49)	17,3
(1) Abril	147	463	765	7,38 (1,04)	5,28 (0,49)	4,21 (0,52)	16,6
(2) Mayo	147	462	730	8,97 (1,11)	6,41 (0,65)	4,88 (0,62)	15,1
(3) Junio	144	243*	730	9,60 (1,41)	7,16 (0,65)	5,69 (0,66)	15,4
(4) Julio	142	242	730	10,89 (1,93)	8,17 (0,84)	6,70 (0,91)	14,9
(5) Agosto	138	190	730	12,00 (1,92)	9,14 (0,98)	7,52 (1,02)	15,2
(6) Septiembre	138	190	730				14,8
(7) Octubre	137	183	730	13,94 (2,16)	10,96 (1,14)	9,64 (1,00)	14,9
(8) Noviembre	136	183	728	14,98 (1,77)	12,19 (0,95)	10,32 (1,26)	15,1
(9) Diciembre	136	182	728	15,96 (2,21)	13,03 (1,24)	11,02 (1,34)	17,1
(10) Enero	135	181	728	17,42 (1,82)	13,95 (1,04)	11,56 (1,54)	17,3
(11) Febrero	132	178	728	18,25 (2,30)	15,19 (1,52)	12,43 (1,57)	16,6
(12) Marzo	132	173	726	19,85 (2,33)	16,73 (1,87)	13,44 (1,10)	15,1
(13) Abril	129	172	725	21,40 (2,45)	17,94 (1,69)	14,75 (1,79)	15,4
(14) Mayo	129			22,70(2,47)			14,9
(15) Junio	129			23,99 (2,09)			15,2
(16) Julio	128			25,63 (2,94)			14,9
(17) Agosto	128			26,23 (2,60)			14,1
(18) Septiemb	128			27,11 (2,16)			14,5
(19) Octubre	128			28,90 (2,36)			14,6

Tabla 2. Crecimiento en peso , porcentaje de alimento entregado, tasa crecimiento específico en peso e índice de conversión de alimento en tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivados durante 13 meses en estanques.

Growth in weight, percentage of food delivered, growth rate in weight and conversion index in three groups of chilean flounder (*P. adspersus*) under cultivation for 13 months in tanks.

Peso medio Meses	Alimento (gr)			Tasa Crec /día (%)			Índice Día (%)			Conversión		
	G	M	P	G	M	P	G	M	P	G	M	P
(0) Mar.	3,3	1	0,4									
(1) Abr.	5,2	1,8	0,9	11,2	9,3	17,2	1,64	1,80	2,89	5,38	3,97	3,93
(2) May.	9,2	2,9	1,4	9,0	8,3	8,8	1,79	1,43	1,36	3,7	4,28	5,37
(3) Jun.	11,2	4,4	2,3	6,9	2,8	8,4	0,65	1,38	1,55	9,59	3,14	4,25
(4) Jul.	17,5	6,3	3,5	5,9	4,6	4,8	1,55	1,25	1,53	3,05	2,9	2,48
(5) Ag.	23,9	9,5	4,8	2,9	6,3	4,6	1,04	1,39	1,05	2,41	4,81	3,73
(6) Sep.												
(7) Oct.	32,5	16,1	10,3	3,1	5,7	3,4	0,52	0,88	1,26	5,09	5,05	1,81
(8) Nov.	43,3	21,4	13,0	4,4	5,7	1,5	0,93	0,92	0,75	4,18	5,43	1,78
(9) Dic.	53,9	27,2	16,0	3,0	6,1	3,1	0,66	0,73	0,63	4,13	7,42	3,78
(10) En.	73,8	36,1	20,2	1,2	2,7	1,4	0,89	0,91	0,67	1,11	2,56	1,76
(11) Feb.	89,7	46,3	23,9	1,7	2,7	1,5	0,85	0,92	0,73	1,83	2,64	1,77
(12) Mar.	116,7	64,0	30,3	2,2	2,4	1,6	0,87	1,08	0,79	2,21	1,81	1,76
(13) Abr.	152,4	83,1	43,1	1,4	1,8	1,4	0,83	0,82	1,10	1,47	1,69	0,95
Promed							1,02	1,13	1,19			
(14) May	188,4			0,6			0,76			1,67		
(15) Jun.	222,0			0,7			0,51			1,29		
(16) Jul.	266,6			0,7			0,57			2,68		
(17) Aug.	271,4			0,6			0,06			2,70		
(18) Sep.	290,7			0,7			0,23			1,74		
(19) Oct.	356,1			0,5			0,70			0,49		

promedio de $83,08 \pm 26,70$ g y los P con peso inicial de $0,41 \pm 0,17$ g alcanzan peso final promedio de $43,09 \pm 14,79$ g. Al igual que el caso anterior, se observa un aumento de la dispersión de pesos (desviación estándar) con la edad.

En relación con el consumo de alimento la especie no se caracteriza por su voracidad y permanece durante el día normalmente posada en el fondo sin moverse. Al alimentarse se mueve indistintamente sobre el fondo y la columna de agua para atrapar el alimento. Inicialmente muestra un importante consumo (9 a 17%), sin embargo éste decrece igualmente en todos los grupos a partir del séptimo mes a niveles de 5% a 3% para terminar entre 1,4% y 1,8% al término de la experiencia. El índice de conversión es variable y tiende a disminuir en el tiempo desde 9,6 y 1,5 en el grupo G, desde 7,4 a 1,7 en el grupo M y desde 5,4 a 0,9 en el grupo P.

En relación con la tasa de crecimiento específico en peso (G/P), ésta tiende a disminuir con la edad en los tres grupos analizados, observándose más frecuentemente tasas de crecimiento mayores en los grupos G y M respecto

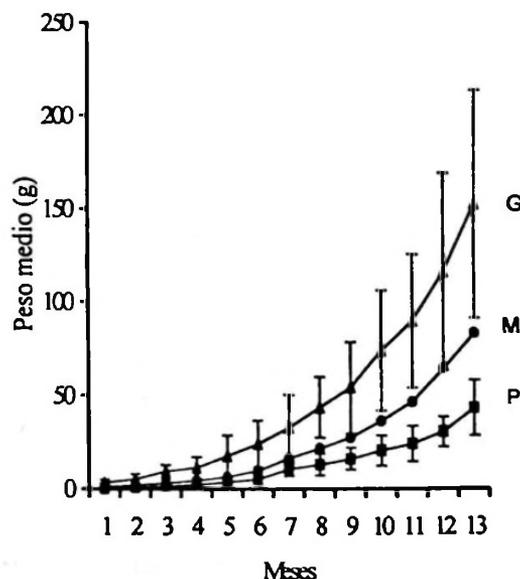


Figura 1: Crecimiento en peso en tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivado durante 13 meses en estanques. Líneas verticales muestran desviación estándar.

Growth in weight in three groups of chilean flounder (*P. adspersus*) culture for 13 months in tanks. Vertical line show standard deviations

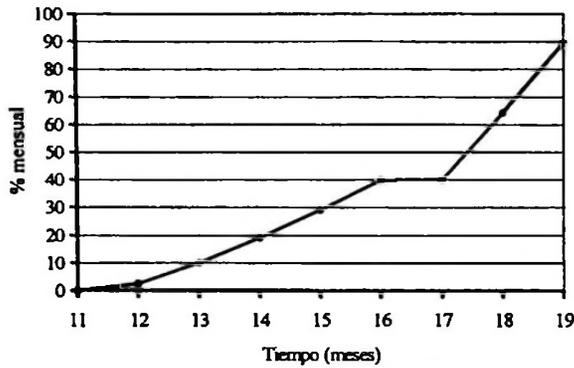


Figura 2: Porcentaje acumulado de juveniles de lenguado chileno del grupo "G" que alcanzan tamaño comercialización ((250 g) durante 19 meses de cultivo (24 meses edad).

Accumulate percentage of Chilean flounder juvenile, group G, which reached marketable size ((250g) during 19 months of culture (24 months of age).

al grupo P. Sin embargo, los valores promedios anuales son similares en todos los grupos (1,02% a 1,19%) no detectándose diferencias significativas entre ellos (F= 0,426, P= 0,657, g. l.=2,33).

Con dichas tasas de crecimiento y lo observado durante los siguientes meses los peces del grupo G comienzan a alcanzar el tamaño mínimo inicial de comercialización (26 cm, 250-300 g) a partir de los 12 meses y a los 19 meses el 89,5% del grupo se encuentra entre los 250 y 550 g de peso (Figs. 2 y 3).

La relación longitud - peso ($P_t = a \cdot L_t^b$) para los tres grupos estudiados queda definida por los siguientes parámetros:

	a	b	r	n
Grandes(G)	0,0099	3,121	0,999	730
Medianos(M)	0,0093	3,122	0,999	643
Pequeños(P)	0,0108	3,054	0,998	1262

Una comparación entre los coeficientes de regresión "b" indica que sólo existen diferencias significativas entre las curvas de los grupos G y P por lo cual se puede construir una relación longitud - peso para lenguado chileno en cultivo pertenecientes a los grupos G y M de la forma $P_t = 0,0091 \cdot L^{3,144}$ y otra para los grupos M y P de la forma $P_t = 0,0101 \cdot L^{3,085}$

El factor de condición estacional promedio anual para el lenguado (Tabla 3) fue de 1,34 para el grupo G, 1,24 para el grupo M y 1,21 para el grupo P. Sus valores estacionales muestran una tendencia al aumento con el tamaño, existiendo diferencias significativas entre los gru-

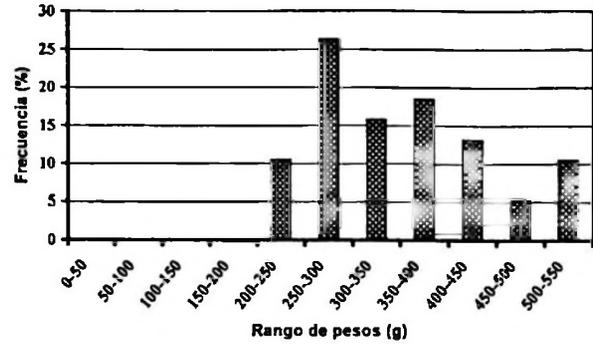


Figura 3: Distribución de rangos de pesos de juveniles de lenguado chileno, del grupo G, a los 19 meses de cultivo (24 meses de edad).

Weight range distributions of Chilean flounder juvenile, group G, at 19 months of culture (24 months of age).

pos (F= 4,109, P= 0,044, g. l.=2,12). El análisis de comparación múltiple de Tukey entre cada uno de los grupos nos indica la existencia de diferencias significativas sólo entre el grupo de los grandes y los pequeños (P<0,05), no detectándose diferencias significativas en dicho factor entre el grupo de los grandes y medianos ni entre estos y los pequeños.

Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos solo para el grupo G con $L_\infty = 54,5$ cm fueron, $k=0,41$ por año y $t_0 = 0,3638$ años. De acuerdo a estos datos y a las condiciones de cultivo descritas para el grupo, las ecuaciones de crecimiento en longitud y en peso para lenguado chileno toman la siguiente forma:

En longitud: $L_t = 54,5 \cdot [1 - e^{-0,41(t - 0,3638)}]$

En peso: $P_t = 2619,8 \cdot [1 - e^{-0,41(t - 0,3638)}]^{3,12}$

Con estas ecuaciones y calculadas las longitudes y pesos por edad (Tabla 4) se proyecta la curva de crecimiento en longitud y peso para

Tabla 3. Factor de condición estacional de tres grupos de lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivado en estanques.

Season condition factor of three groups of Chilean flounder (*P. adspersus*) culture in tanks.

Estación	Grandes	Medianos	Pequeños
Otoño 97	1,29	1,19	1,19
Invierno	1,33	1,20	1,18
Primavera	1,23	1,20	1,14
Verano	1,40	1,27	1,24
Otoño 98	1,45	1,36	1,30
Promedio	1,34	1,24	1,21

Tabla 4. Valores de longitud y peso observados y calculados según ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, en lenguado chileno *P. adspersus* cultivado en estanques, D.E. = desviación estándar. Length and weight value observed and estimate according von Bertalanffy growth equation, in Chilean flounder *P. adspersus* culture in tanks.

Edad (años)	Longitud (cm)		Peso (g)	
	Calculada	Observada \pm D.E.	Calculado	Observado \pm D.E.
1	12,5	13,9 \pm 2,16	26,6	32,5 \pm 17,79
2	26,6	28,9 \pm 2,36	280,6	356,0 \pm 96,1
3	36,0	—	718,9	—
4	42,2	—	1.182	—
5	46,3	—	1.581	—

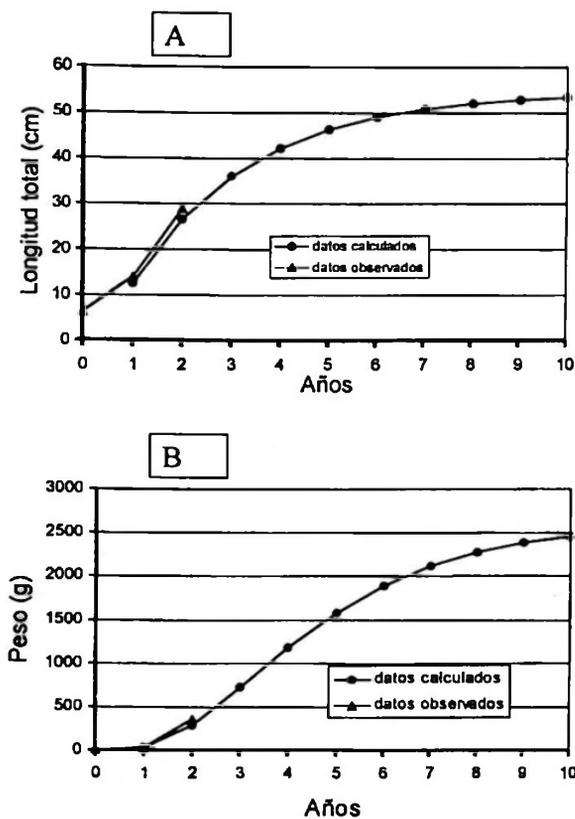


Figura 4: Curva de crecimiento en longitud (A) y en peso (B) de von Bertalanffy para lenguado chileno (*P. adspersus*) cultivado en estanques. von Bertalanffy curve of growth in length (A) and weight (B) for Chilean flounder (*P. adspersus*) culture in tanks

lenguado chileno (Fig. 4). De ello se desprende que bajo las condiciones de cultivo descritas, el 1er tamaño de comercialización del lenguado chileno se alcanza entre los 1,5 a 2 años y el kg se alcanzaría alrededor de los 3,5 años de cultivo. En términos de supervivencia y descartando una importante mortalidad ocurrida por vaciamiento accidental del agua de un estanque en el grupo de los medianos durante el 3er mes y en

el cual se pierden directamente 219 ejemplares, la supervivencia acumulada total por grupo fue de 87,1% en el grupo G, 84,3% en el grupo M y 94,5% en el grupo P.

DISCUSION

El presente trabajo demuestra que el lenguado chileno *P. adspersus* puede ser engordado en estanques, desde juvenil a tamaño comercial, sin dificultades de crecimiento, supervivencia ni manejo. En efecto, en la presente experiencia *P. adspersus* muestra tasas de crecimiento en engorde más altas que las reportadas por Silva & Flores (1994) para la misma especie proveniente del ambiente natural (0,19% - 0,79%) y coincidentes a las encontradas por Rolando y Ramírez ("comunicación personal", 1998) en 120 días de experiencia (1,05% - 1,69%). Igualmente las tasas, aunque menores, son similares a las citadas para turbot *Scophthalmus maximus* por Nijhof (1994) y por Oiestad ("comunicación personal", 1998) para diferentes grupos (3,2% - 0,6% y 0,79% - 0,84%, respectivamente) y las citadas para hirame *Paralichthys olivaceus* por Iwata *et al.* (1993) para similares temperaturas y tamaños (3,1% - 1,2%) lo que implica que la especie muestra rangos de crecimientos iniciales adecuados y similares a otras especies de cultivo comercial. De esta forma es posible proyectar una relación entre la disminución paulatina del consumo de alimento, la tasa de crecimiento y el incremento del factor de conversión de alimento durante el transcurso de la experiencia, lo que estaría relacionado con un incremento paulatino de la eficiencia en el uso del alimento ingerido por parte de los peces. Esto también se vería reflejado en el leve aumento del factor de condición que presenta la especie durante el transcurso de la experiencia.

La ausencia de diferencias significativas en las tasas de crecimiento entre los diferentes grupos analizados, coincide con lo encontrado por Quirós & Howell (1993) para *Solea solea* y Klokseth & Oiestad (1999) para *Hippoglossus hippoglossus*. Ello significaría que el grupo de los pequeños tiene un potencial de crecimiento similar al de los medianos y grandes y no debiera necesariamente ser descartado a priori, sino que se debería evaluar la entrega de mejores condiciones, como por ejemplo una graduación temprana, para mejorar su desarrollo. En efecto, diversos estudios en otros peces planos, indican el desarrollo de un importante grado de posicionamiento y jerarquización de los peces según tamaño dentro de la población y los estanques, fenómeno que tiene su origen en los altos niveles de varianza generados por la particular interacción social que muestran los peces planos durante su desarrollo (Purdom, 1974; Symons, 1967). Esto se traduce en una importante presión de los peces de mayor tamaño (dominantes) sobre los pequeños (subordinados), que tendería a disminuir sus tasas de crecimiento y aumentar sus diferencias de crecimiento durante el desarrollo. Sin embargo, al proceder a su graduación o separación, dicha jerarquización se rompe transitoriamente, aumentado la interacción entre los individuos lo que mejoraría sus tasas de crecimiento (Baardvik & Jobling, 1990; Klokseth & Oiestad, 1999). Así, la graduación temprana de estos peces sería una buena herramienta para mejorar las condiciones y el crecimiento en el grupo de menor tamaño relativo, lo que debiera ser debidamente evaluado antes de la decisión de descartar de los mismos.

Su relación longitud-peso es una función de tipo exponencial que describe un patrón de crecimiento en peso con tendencia alométrica, especialmente en los grupos de mayor tamaño. En efecto, los datos de crecimiento en peso de lenguado chileno sugieren una tendencia de crecimiento de tipo alométrico, particularmente a partir del décimo mes (50 g) después del cual muestran claramente un mayor incremento en peso que en longitud. Así mismo dicha relación difiere de la reportada anteriormente por Angeles (1995) para la misma especie, lo cual puede tener su explicación en el diferente origen y característica de las muestras analizadas. De acuerdo a la relación longitud-peso para el grupo G, el lenguado chileno alcanzaría los 250 g a los 26 cm y el kg a los 40,5 cm lo que concuer-

da con lo observado para la misma especie por Silva & Flores (1994) y lo señalado por Tarifeño *et al.* (1996). En este sentido y considerando que de acuerdo a Chong & Gonzalez (1995) el lenguado de ojos chicos alcanzaría 1 kg recién a los 46 cm se comprobaría una cierta ventaja en el cultivo de lenguado chileno sobre el lenguado de ojos chicos.

Dentro de los peces hallados muertos durante la experiencia se observaron algunos con síntomas de muerte por inanición (peces muy delgados) y otros pocos con presencia de infecciones bacterianas oportunistas, traducidas en la detección de peces aislados con necrosis en la piel, exoftalmia o mandíbula inferior destruida cuya causa se sospecha habría sido la presencia de cepas de *Vibrio* (Miranda & Rojas, 1996). Al mismo tiempo se observó una pérdida de peces no menos importante por problemas de estrés causado por ruidos, cambios bruscos de luminosidad, observaciones reiteradas u otros factores que alteran su cultivo, producto de lo cual los peces se golpean en las paredes de los estanques y saltan frecuentemente fuera de ellos. En este sentido es recomendable mantener buenas condiciones de cultivo y alimentación para todos los peces y mantener hermética y permanentemente cubiertos y aislados los estanques, de manera de disminuir la mortalidad por dichas causas.

De acuerdo a la proyección de la curva de crecimiento de von Bertalanffy obtenida, el lenguado chileno en cultivo alcanzaría su primera talla comercial a los 1,5-2 años y el kilogramo a partir del tercer año y medio, tiempo que, para similares condiciones, es levemente mayor que el requerido actualmente para la cosecha de otros peces planos de cultivo e importancia comercial que actualmente se transan en el mundo (Lygren, 1994; Silva & Vélez, 1998).

En este sentido cabe destacar que al igual que durante los comienzos del cultivo de otras especies de peces planos de importancia comercial, como el turbot (Liewes, 1984), las tasas de crecimiento del lenguado chileno pueden y deben ser mejoradas, dado que por el carácter inicial del plantel (1ª generación) y experimental del cultivo las condiciones del mismo no fueron las mejores. En este sentido tres serían los principales factores a mejorar. En primer lugar la temperatura de cultivo, que es relevante para acelerar el crecimiento de la mayoría de las especies. Al respecto y aunque no se tiene determinado la temperatura óptima para engorde

del lenguado chileno, se espera que a un promedio mayor de temperatura las tasas de crecimiento, al igual que para otras especies de cultivo, mejoren ostensiblemente (Malloy & Targett, 1991; Iwata *et al.*, 1993). Un segundo factor es la calidad del alimento y el protocolo de alimentación. Deben llevarse a cabo estudios sobre las reales necesidades nutricionales del lenguado chileno, dado que actualmente por disponibilidad y costos se utilizan fórmulas dietéticas adaptadas de otros peces como el turbot o el salmón que aunque satisfactorias, pueden no representar las reales necesidades de esta especie. Al mismo tiempo un protocolo más riguroso de alimentación (cantidad, frecuencia, tiempo de alimentación) y manejo de densidades y tamaños (Irwin *et al.*, 1999), sin lugar a dudas mejorarán sus tasa de crecimiento disminuyendo aún más el tiempo de llegada a tamaño comercial. Por último y una vez determinado su desarrollo comercial, es imprescindible el inicio de un programa de selección genética de reproductores tendiente a mejorar y homogeneizar los crecimientos y otras características deseables de la especie.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Eduardo Tarifeño por sus útiles comentarios a la versión original del escrito, al profesor Elías Alarcón por sus sugerencias en el análisis de los modelos de crecimiento, así como al Centro de Acuicultura e Investigaciones Marinas de la Universidad Católica del Norte por facilitar sus instalaciones para desarrollar el presente trabajo. Al mismo tiempo agradecemos los aportes de privados que desinteresadamente financiaron el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA, E. & L. CID 1995. On the ecology of two sympatric flounder of the genus *Paralichthys* in the bay of Coquimbo, Chile. *Netherlands Journal of Sea Research*, 34(1/2):0-11.
- ANGELES, B. 1995. Dimorfismo sexual, crecimiento y fecundidad del lenguado común (*Paralichthys adspersus*) de la costa central del Perú. Tesis presentada para obtener título de Ingeniero Pesquero. Facultad de Pesquerías, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 64 pp
- BAARDVIK, B. M. & M. JOBLING 1990. Effect of size-sorting on biomass gain and individual growth rates in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. *Aquaculture*, 90:11-16.
- CHIRICHIGNO, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. *Inf. Inst. Mar. Perú*, 44 :1-387.
- CHONG, J. & P. GONZÁLEZ 1995. Ciclo reproductivo del lenguado de ojos chicos *Paralichthys microps* (Gunther 1881) (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) frente al litoral de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 24: 39-50.
- HOPKINS, K. 1992. Reporting fish growth: A review of the basics. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(3):173-179.
- IRWIN, S., J.O. HALLORAN & R.D. FITZGERALD 1999. Stocking density, growth and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). *Aquaculture*, 178:77-88.
- IWATA, N., H. ONDA & M. KIYONO 1993. Effects of temperature on growth of japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). En : From discovery to commercialization. Abstracts. *World Aquaculture* 93. Page 391. Carrillo M., Dahle L., Morales J., Sorgeloos P., Svennevig N., Wyban J., (Compilers). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 19*. Oostende, Belgium. 632 pp
- KLOKSETH, V. & V. OIESTAD 1999. Forced settlement of metamorphosing halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in shallow raceway: growth pattern, survival and behaviour. *Aquaculture*, 176:117-133.
- LAGLER, K. 1975. *Freshwater fishery biology*. 2^a ed., W.M.C. Brown Company, Dubuque, Iowa, USA. 421 pp
- LIEWES, E.W. 1984. *Culture, feeding and diseases of commercial flatfish species*. A.A. Balkema. Rotterdam, The Netherlands. 103 pp
- LYGREN, E. 1994. Culture in recirculation systems. En: *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 93-104. Lavens P. and R.A.M. Remmerswaal (Eds.). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 22*. Gent, Belgium. 358 pp
- LOBOS, G., A. SILVA, R. ROJAS & P. QUERO 1992. Rentabilidad de un centro de cultivo de lenguado en la IV Región. *Panorama Económico de la Agricultura*, 13 (81): 8-12.
- MALLOY, K. & T. TARGETT 1991. Feeding, growth and survival of juvenile summer flounder *Paralichthys dentatus*: experimental analysis of the effects of temperature and salinity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 72: 213-223
- MINKOFF, G. & A.P. BROADHURST 1994. Intensive production of turbot, *Scophthalmus maximus*, fry. En: *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 14-31. Lavens P. and R.A.M. Remmerswaal (Eds.). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 22*. Gent, Belgium. 358 pp
- MIRANDA, C. & R. ROJAS 1996. Vibriosis en el lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) en cautiverio. *Revista Biología Marina*, 31 (1):1-9.
- MUNRO, J.L. 1982. Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. *J. Cons. CIEM*, 40:199-200
- NIJHOF, M. 1994. Research on nutrition and growth in the culture of post larval turbot (*Scophthalmus maximus*). En: *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 137-165. Lavens P. and R.A.M. Remmerswaal (Eds.). *European Aquaculture Society, Special Publication N° 22*. Gent, Belgium. 358 pp
- PEQUEÑO, G 1989. Lista de peces de Chile. Revisada y

- comentada. *Revista Biología Marina*, 24: 1-132
- PURDOM, C.E. 1974. Variation in fish. En: *Sea Fisheries Research*. Harden-Jones (eds). Wiley New York. 320 pp
- QUIRÓS, M. & B.R. HOWELL 1993. Size variation in culture sole, *Solea solea* (L.). En : From discovery to commercialization. Abstracts. *World Aquaculture* 93. Page 441. Carrillo M., Dahle L., Morales J., Sorgeloos P., Svennevig N., Wyban J., (Compilers).. European Aquaculture Society, Special Publication Nº 19. Oostende, Belgium. 632pp
- SERNAPESCA. 1999. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Valparaíso, Chile. 291 pp
- SILVA, A. & H. FLORES. 1994. Observations on the growth of the Chilean flounder (*Paralichthys adspersus*, Steindachner, 1867) in captivity. En : *Turbot Culture: Problems and Prospects*. Pages 323-332. Lavens P and R.A.M. Remmerswaal (Eds).. European Aquaculture Society, Special Publication Nº 22, Gent, Belgium. 358 pp
- SILVA, A., & A. VELEZ 1998. Development and challenges of turbot and flounder aquaculture in Chile. *World Aquaculture*. 29 (4): 48 - 51.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 3rd ed , Freeman and Company , San Francisco, California. 887 pp
- SYMONS, P.E.K 1967. Increase in aggression and in strength of the social hierarchy among juvenile Atlantic salmon deprived of food. *J. Fish. Res. Board Can.*, 25(11):2387-2401
- TARIFEÑO, E., J. CHONG, L. TRONCOSO, P. GONZALEZ & J. CASTRO 1996. The flatfishes, *Paralichthys microps* (Gunther, 1881) and *Paralichthys adspersus* (Steindachner 1867), potencial species for intensive fish culture in Chile. En: *Improvement of the commercial production of marine aquaculture species. Proceeding of a workshop on fish and mollusc*. Pages 89-95. G. Gajardo & P. Coutteau (Eds).. Impresora Creces, Santiago, Chile. 222 pp.

FRACCIONES BIODISPONIBLES DE MATERIA ORGANICA, Cu Y Zn EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA BAHIA CONCEPCION, CHILE

BIOAVAILABLE FRACTIONS OF ORGANIC MATTER , Cu AND Zn IN SUPERFICIAL SEDIMENTS OF CONCEPCION BAY, CHILE

*Sergio Hernández**

RESUMEN

En este trabajo se determinó el contenido de Cu, Zn y materia orgánica en distintas fracciones de los sedimentos superficiales de la Bahía Concepción Chile. Las muestras de sedimentos se colectaron con draga, fueron almacenadas a oscuridad y secadas a 110 °C para su análisis. Las determinaciones de Cu y Zn se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica con llama y la materia orgánica se determinó por los métodos de oxidación en medio ácido con $K_2Cr_2O_7$ y por calcinación a 450 °C. En el ataque secuencial de los sedimentos se caracterizaron cuatro fracciones de metales, obtenidas en cada etapa extractiva, y los resultados expresados en $mgKg^{-1}$ fueron los siguientes: F₁ Cu 1,57, Zn 3,92; F₂ Cu 3,37, Zn 37,40; F₃ Cu no detectado, Zn 32,26 y F₄ Cu 35,83, Zn 65,02. En lo que respecta a la materia orgánica en los sedimentos se establecieron dos fracciones: la primera corresponde a la materia orgánica lábil, obtenida por oxidación húmeda que se encuentra en un 24 % y la segunda, materia orgánica altamente condensada y refractaria, que representa un 76 % en la matriz sedimentaria.

Palabras claves : Extracción Secuencial, Complejos Metálicos, Biolabilidad, Especiación.

ABSTRACT

The content of Cu, Zn and organic matter in different fractions of superficial sediment from the Concepción Bay Chile, was determined. The samples of sediments were collected with dredge, stored in the dark and dried at 105 °C for their analysis. The determinations of Cu and Zn were carried out by flame atomic absorption spectrophotometry and the organic matter was determined by the method of acid oxidation with $K_2Cr_2O_7$ and calcination at 450°C. In the sequential attack of sediments, four metal fractions were characterized obtained from each extractive step and the results expressed in $mgKg^{-1}$ were: the following results were found: F₁ Cu 1,57, Zn 3,92; F₂ Cu 3,37, Zn 37,40; F₃ Cu not detected, Zn 32,26 and F₄ Cu 35,83, Zn 65,02. Regarding the organic matter content in sediments, two fractions were characterized. The first one corresponded to labile organic matter obtained after moisture oxydation in 24% and the second, highly condensed and refractive organic matter, representing 76 % in the sediment matrix.

Key words : Sequential Extraction, Metallic Complex, Biolability, Speciation.

Fecha de recepción: 30-10-00. Fecha de aceptación: 07-06-01

INTRODUCCION

En los sedimentos de la Bahía Concepción se incorporan altos contenidos de materia orgánica, como consecuencia de una sobreproducción de un proceso de surgencia Ahumada *et al.* (1984). La presencia de altas concentraciones de materia orgánica están asociadas a sedimentos finos, arcillosos y de color negro, ubicados en la parte central de la Bahía Rudolph *et al.* (1984).

Por otra parte se han encontrado contenidos metálicos en los sedimentos de la Bahía (i.e., Zn, Cd, Cu, Hg y Pb) que sobrepasan las concentraciones naturales Carrera *et al.* (1993), estas concentraciones de metales en los sedimentos marinos están asociados a altos valores de materia orgánica, con la cual se establecen interacciones de variada naturaleza (i.e., fenómenos de adsorción, precipitación, formación de complejos) (Macdonald *et al.* 1991; Legorburu & Canton, 1991).

Las interacciones metálicas con la materia orgánica en los sedimentos, se ven alterada por procesos climáticos, actividad de microorganismos (Holmes, 1986). Estudios realizados en la Bahía de San Vicente muestran altas concentraciones de algunos metales en zonas de mayor acumulación de materia orgánica en los sedimentos (Ahumada, 1992).

Referente a la Bahía Concepción, la interacción metálica se ve modificada por sedimentación orgánica en período de surgencia y procesos de remineralización en invierno (Ahumada, 1991), información concordante con las variaciones Cd, Zn y Pb en los períodos de surgencia y circulación estuarina en la Bahía (Hernández & Fernández, 1985).

En el presente trabajo se determinan los contenidos de materia orgánica en dos fracciones de los sedimentos, paralelamente se aplica

un programa de extracción secuencial de cuatro etapas en las que se determinan los contenidos de cobre y cinc.

MATERIALES Y METODOS

La información utilizada en el presente trabajo correspondió al muestreo de sedimentos, realizado en el mes de julio de 2000 en la Bahía Concepción, las coordenadas de la estación de muestreo fueron; latitud 36°41'45" y longitud 73°03'30". Los sedimentos se colectaron con draga, se almacenaron en frío y a oscuridad, se secaron a 105 °C, pulverizados y tamizados a 60 mesh.

Para el análisis de cobre y cinc, los sedimentos se sometieron a un ataque secuencial, con agitación orbital permanente y posteriores centrifugaciones, según Prohic & Kniewald, (1987). Se establecieron cuatro fracciones de acuerdo al siguiente programa secuencial: F₁; Solución de acetato de amonio 1 M de pH =7,0 por tres horas; F₂ Solución buffer acético acetato de pH=4,75 por cinco horas; F₃ Solución de hidroxilamina 1 M en ácido acético al 20% de pH=2,0 por cuatro horas y F₄ Mezcla HNO₃ - HClO₄ concentrados en proporción 20:1 por dos horas. Paralelamente se realizaron estudios de recuperación utilizando adición de estándares de cobre y cinc a la matriz sedimentaria, obteniendo sobre el 95 % de recuperación.

Los análisis de cobre y cinc se realizaron en cada fracción por espectrofotometría de absorción atómica con llama aire-acetileno, en un espectrofotómetro de doble haz GBC modelo 902. Para la determinación de materia orgánica en los sedimentos se emplearon dos métodos paralelos, volumetría de óxido-reducción con dicromato de potasio según Gaudette *et al.* (1974) y por calcinación a 500 °C por cuatro horas (Byers, 1978; Mook & Hoskin, 1982).

Tabla 1. Concentración promedio, intervalo, porcentaje oxidado y desviación estándar de materia orgánica en los sedimentos.

Average concentration, interval, percentage oxydized and standard deviation of organic matter in sediment.

METODO		MATERIA ORGANICA (%)			
		Sedimento	Total	Lábil	Refractaria
OXIDACION HUMEDA	Media n=3	3,67		24	
	Intervalo	3,57 - 3,75			
	SD	0,31			
CALCINACION	Media n=3	15,37			76
	Intervalo	14,26 - 16,17			
	SD	0,99			

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se muestran los porcentajes de materia orgánica encontrados en los sedimentos marinos de la Bahía Concepción, la materia orgánica total corresponde a la determinada por calcinación a 500 °C, ésta incluye fracciones de carbono lábiles y refractarias, altamente condensadas Rudolph *et al.*(1984). La fracción refractaria resistente al ataque químico y microbiológico, representa el 76 % y se obtiene por diferencia entre la materia orgánica total y la materia orgánica lábil. La materia orgánica obtenida por oxidación húmeda con dicromato de potasio, corresponde a la parte lábil es decir más biodisponible (Chapman & Pratt, 1972), y representa un 24 %, especies químicas reducidas presentes los sedimentos (i.e., Fe²⁺, S²⁻) no influyen en esta determinación, debido a que son oxidadas en la etapa de secado previo al análisis.

En la Tabla 2 se presentan las concentraciones de Cu y Zn en las cuatro fracciones establecidas, al aplicar un programa de extracción secuencial. En la fracción F₁ los contenidos metálicos son los mas bajos (i.e., Cu 1,57 mgKg⁻¹, Zn 3,92 mgKg⁻¹) y representan un 3,85% y 2,83 % respectivamente, estos valores son esperados debido a la presencia de interacciones metálicas débiles (i.e., adsorción, pares iónicos) (Stumm & Morgan, 1981).

En la fracción F₂ aumenta la concentración

de cobre y cinc (i.e., Cu 3,37 mgKg⁻¹, Zn 37,40 mgKg⁻¹) y representan 8,27 % y 26,96 % respectivamente, esto puede deberse al aumento de la solubilidad de los sulfuros de cobre y cinc, fren-

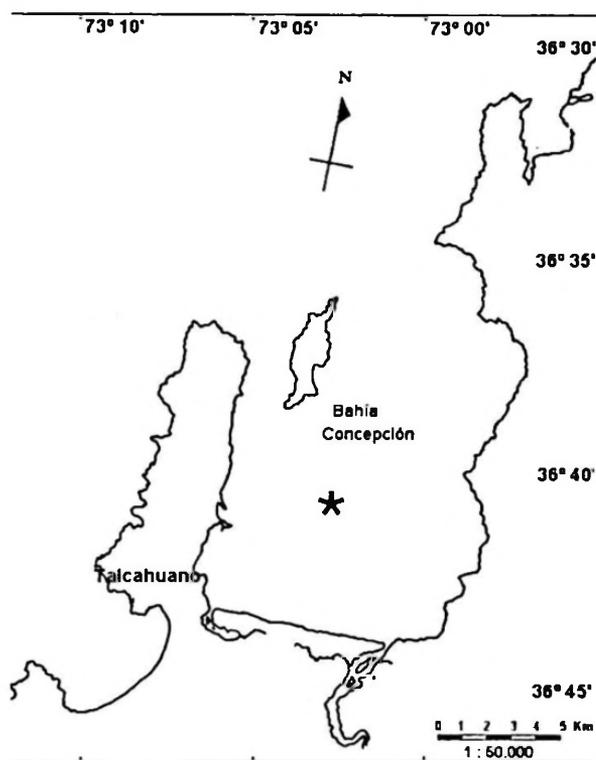


Figura 1. Mapa de la Bahía Concepción indicando la ubicación del área de muestreo.

Map of Concepcion Bay indicating the location of sampling area.

Tabla 2. Concentración promedio, intervalo, desviación estándar y porcentaje de Cu y Zn en las diferentes fracciones de sedimentos.

Average concentration, interval, standard deviation and percentage of Cu and Zn in the different fractions of sediments.

FRACCION		Cu mgKg ⁻¹	%	Zn mgKg ⁻¹	%
F1.	Media n=3	1,57	3,85	3,92	2,83
	Intervalo	1,31 - 1,84		3,24 - 4,67	
	SD	0,26		0,72	
F2.	Media n=3	3,37	8,27	7,40	26,96
	Intervalo	2,34 - 3,92		36,47 - 38,14	
	SD	0,89		0,85	
F3.	Media n=3	nd		32,26	23,33
	Intervalo			29,59 - 35,36	
	SD			2,73	
F4.	Media n=3	35,83	87,88	65,02	46,88
	Intervalo	34,28 - 37,87		60,96 - 70,22	
	SD	0,47		2,27	
TOTAL		40,77	100	138,6	100

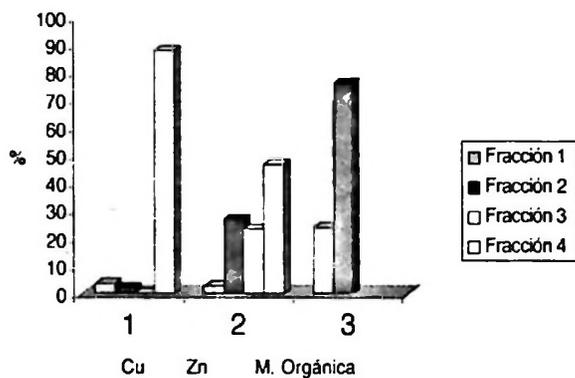


Figura 2. Porcentajes promedios de Cu, Zn y materia orgánica en distintas fracciones de sedimentos.

Average percentage of Cu, Zn and organic matter in different fractions of sediments.

te a la solución extractante aplicada en esta etapa. Estas dos primeras fracciones están más expuestas a la degradación microbiana, capaces de remover metales desde la fase sedimentaria (Libes, 1992 ; Fournier *et al.* 1985).

En la fracción F₃ no se detecta cobre, este resultado era esperado, probablemente debido a altos valores de constantes de estabilidad de sus complejos de cobre con ligandos orgánicos (i.e., humatos y fulvatos) (Bohn *et al.* 1993; Riley & Chester, 1976), resistentes al ataque de la solución extractante. En lo que respecta la concentración de cinc en F₃ se mantiene alta en esta fracción (i.e., 32,26 mgKg⁻¹) y representa un 23,33 %, probablemente debido a la mayor solubilidad de complejos de cinc frente a la solución extractante. En la fracción F₄ se encuentran los valores mayores de concentración metálica (i.e., Cu 35,83 mgKg⁻¹, Zn 65,02 mgKg⁻¹) y representan un 87,88 % y 46,88 % respectivamente, en esta fracción el cobre y cinc se encuentran asociados a una fase altamente condensada de naturaleza mineral, soluble en condiciones extremas de pH y carácter oxidante de la solución extractante.

En la figura 2 se observa que los porcentajes mayores corresponden a fracciones más condensadas de los sedimentos tanto en materia orgánica como en el contenido metálico, y esta fase sedimentaria es resistente a la biodegradación (Ahumada, 1998 ; Giordano *et al.* 1992).

De acuerdo a la información obtenida y analizada es posible concluir lo siguiente: Los sedimentos de la estación estudiada en la Bahía Concepción, presentan valores altos en materia orgánica, diferenciándose dos fases en esta ma-

triz marina, en la primera se encuentra la materia orgánica lábil y en la segunda materia orgánica altamente condensada. En lo que se refiere al contenido metálico tanto para cobre como cinc se distinguen cuatro fracciones, dos lábiles, disponibles a microorganismos y dos menos lábiles de naturaleza más condensada y refractaria, resistentes al ataque químico y a la biodegradación. De acuerdo a los valores de cobre y cinc, obtenidos en cada fracción extraída, se establece la siguiente secuencia de biolabilidad en los sedimentos marinos de la Bahía Concepción : F₁ > F₂ >> F₃ >> F₄.

LITERATURA CITADA

- AHUMADA, R., R. MORALES, A. RUDOLPH Y P. MATRAI. 1984. Efectos del afloramiento costero en la diagénesis temprana de los sedimentos Bahía Concepción, Chile, Bol. Soc. Biol. Concepción, 55:135-146.
- AHUMADA, R. 1991. Balance asimétrico del carbón orgánico particulado (COP), en la Bahía de Concepción, Chile. Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 26:233-251.
- AHUMADA, R. 1992. Patrones de distribución espacial de Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, y Pb, en sedimentos superficiales de la Bahía San Vicente, Chile. Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 27: 265-282.
- AHUMADA, R. 1998. Metales traza en los sedimentos: Una herramienta de gestión ambiental para la zona costera. En :D. Arcos, (ed), Minería del cobre, ecología y ambiente costero, Editora Anibal Pinto S.A. Chile p. 297-315.
- BOHN, H., B. MCNEAL Y G.A. O'CONNOR. 1999. Química del suelo. Editorial Limusa, México. 370 pp.
- BYERS, SCH., C.E.L. MILLS & P.L. STEWARD. 1978. A comparison of method of determining organic carbon in marine sediments, with suggestion for a standard method. Hidrobiología 58: 43-47
- CARRERA M.E., V. RODRÍGUEZ, R. AHUMADA Y P. VALENTA. 1993. Metales traza en la columna de agua y sedimentos blandos en Bahía Concepción, Chile. Determinación mediante Voltametría de redisolución. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28:151-163.
- CHAPMAN, H., F. PRATT. 1973. Métodos de análisis para suelos, Plantas y Aguas. Trillas. México. 195 pp.
- FOURNIER, M., I. ARROYO, A.M. NEBREA Y J. RODRÍGUEZ. 1985. Niveles de metales pesados actuales del parque nacional de Doñana. Comunicaciones I.N.I.A. Madrid N°38 1-67.
- GAUDETTE, H.F., W.R. FLIGHT, L. TONER & D.W. FOLGER. 1974. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. Journal Sedimentary Petrology 44:249-253.
- GIORDANO, R., L. MUSMECI, L. CIARALLI I. VERNILLO. M. CHIRICO, A. PICCIONI. AND S. COSTANTINI. 1992. Total contents and sequential extractions of mercury, cadmium, and lead in Coastal Sediments Marine Pollution Bulletin, Volume 24: 35-357.
- HERNÁNDEZ, S. Y E. FERNÁNDEZ. 1995. Variación es-

- tacional de la concentración de Cd, Zn y Pb en sedimentos superficiales de la Bahía Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 24: 33-37.
- HOLMES, C.W. 1986. Trace metal seasonal variations in Texas marine sediments. *Marine Chemistry*, 20:13-27.
- LEGORBURU, J. AND L.CANTON. 1991. Heavy metal concentration in sediments from Pasajes Harbour, Spain. *Marine Pollution Bulletin* 22:207-208.
- LIBES, M. 1992. An introduction to marine biogeochemistry. Ed. J. Wiley & Sons, Inc. USA, 734 pp.
- MACDONALD, R.W., D.M. MACDONALD, M.C. O'BRIEN & C. GOBEIL, 1991. Accumulation of heavy metals (Pb, Zn, Cu, Cd) carbon and nitrogen in sediments from Strait of Georgia, B.C., Canada. *Marine Chemistry* 34:109-135.
- MOOK D., AND CH. HOSKIN 1982. Organic determination by ignition: caution advised. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 15: 697-699.
- PROOHIC, E. AND G. KNIEWALD. 1987. Heavy metal distribution in recent sediments of the Krka River estuary an example of sequential extraction analysis. *Marine Chemistry* 22: 279-297.
- RILEY J.P., AND R. CHESTER. 1976. *Chemical Oceanography*. Ed. Academic Press London 2nd Edition Vol 6 . 414 pp.
- RUDOLPH, A., R. AHUMADA & S. HERNÁNDEZ. 1984. Distribución de la materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno orgánico y fósforo total en los sedimentos recientes de la Bahía de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 13:71-82.
- STUMM, W., & J.J. MORGAN. 1981. *Aquatic chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters*. 2nd Ed. J. Wiley & Sons New York. 780 pp.

EL USO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN LA PREDICCIÓN DE DESEMBARQUES: UN EJEMPLO DE APLICACION EN PESQUERIAS ARTESANALES

USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS TO FORECAST LANDINGS: A CASE STUDY

*Sebastián R. Abades**

RESUMEN

Se implementó una red neuronal artificial para ilustrar la utilidad de esta técnica en la predicción de desembarques, utilizando como ejemplo de aplicación a tres recursos bentónicos comercialmente explotados: navajuela, huepo y piure. La red neuronal artificial consiste en un tipo de regresión múltiple muy sofisticada en su operatoria, capaz de captar relaciones estructurales de distinta naturaleza entre las variables predictoras y la(s) de respuesta. La red neuronal "aprende" sobre los diversos escenarios a los que ha sido expuesta durante una fase de entrenamiento inicial, con la consecuente capacidad de generalizar y proponer predicciones muy ajustadas a la realidad. Se trabajó en base al algoritmo de retropropagación, con el cual es posible supervisar el proceso de aprendizaje de la red neuronal. Las predicciones de los desembarques obtenidas fueron altamente consistentes con las observadas, tanto en la escala de resolución mensual como en la anual. Se discute sobre el potencial de esta metodología como complemento de las evaluaciones de stock, en particular para situaciones donde las reglas de ensamblaje de un sistema de interés son desconocidas o muy complejas.

Palabras claves: inteligencia artificial, recursos bentónicos.

ABSTRACT

A feedforward neural network was implemented to illustrate the usefulness of this technique for landings forecasting, using three commercially exploited resources as case studies. An artificial neural network is a kind of multiple regression, able to fit different functional relationships between variables. The neural network is initially trained, learning from the different scenarios it has been exposed to, enhancing then its capacity for generalization and forecasting. In this study a backpropagation algorithm was used to train the network. Expected and observed landings strongly agreed, both over a monthly and yearly basis. The potential of this method as a complementary tool for other forecasting techniques in stock assessment is highlighted, particularly when system assembly rules are unknown or known to be complex.

Key words: artificial intelligence, benthic resources.

Fecha de recepción: 18-12-00. Fecha de aceptación: 19-06-01

INTRODUCCION

Durante los últimos años la técnica de redes neuronales artificiales (RNA) ha sido aplicada exitosamente a una amplia variedad de problemas, incluyendo la clasificación de datos, control estadístico de procesos, modelación de sistemas complejos y predicción (Cherkassky *et al.* 1994, Ripley 1993, 1994). Las RNA son una clase de métodos de regresión no lineal muy flexible, que a diferencia del común de los métodos de regresión empleados no requiere de relaciones funcionales particulares ni de supuestos distribucionales (Cherkassky *et al.* 1994, Ripley 1994).

Las RNA son una técnica de modelación que imita el sistema nervioso humano (Ripley 1994). Su formulación es diferente a las aproximaciones convencionales de modelación estadística, tanto en lo estructural como en lo algorítmico: consiste de un sistema jerárquico formado por capas, las cuales constituyen diferentes niveles de procesamiento de la información. Generalmente se tiene una capa de entrada y una de salida, equivalentes a un grupo de variables independientes y de respuesta, respectivamente. Una o más capas intermedias ocultas mantienen la conexión entre la capa de entrada y salida (Sprecht 1990). Cada capa tiene un número de elementos de procesamiento de información llamados neuronas, nodos o unidades (Ripley 1994). Estas neuronas están interconectadas entre sí a través de señales ponderadas, las que por lo general fluyen desde la capa de entrada a las intermedias y la de salida, aunque circuitos recurrentes también son permitidos (Solé & Manrubia 1996). Cada neurona calcula su salida por medio de una función de transferencia (o función de activación) que puede ser lineal o no lineal (Ripley 1994). La figura 1 muestra un esquema típico que representa la estructura de una red neuronal artificial.

Una clasificación general de las RNA distingue dos tipos: las redes recurrentes y las de alimentación hacia adelante (Li & Parsons 1997). De estas últimas las más comunes son las llamadas de propagación hacia atrás, que funcionan gracias a un algoritmo particular que permite a la red neuronal ajustar los pesos entre neuronas durante un período de aprendizaje supervisado (Ripley 1994, 1993). Precisamente esta última característica es lo que hace de las redes neuronales una herramienta tan potente: su capacidad de "aprender" de la experiencia y por lo tanto ser capaz de generalizar y predecir

en base a la información adquirida.

El aprendizaje ocurre durante el proceso de ajuste de los pesos que une a las neuronas, ajuste tal que los resultados entregados como salida de la red neuronal se correspondan con un conjunto de valores entregados como "blancos" (por ello es aprendizaje supervisado). A diferencia de la formulación matemática tradicional, la relación entre variables de respuesta e independientes es codificada en los pesos y almacenada en toda la estructura de la red neuronal (Ripley 1994).

Una propiedad importante de las RNA es su capacidad de generalizar y de entregar predicciones adecuadas a partir de combinaciones de valores desconocidos de las variables de entrada. Esto se logra utilizando la información almacenada en la red para decodificar los nuevos patrones de entrada y proponer una salida que represente el caso más probable de acuerdo a la experiencia de la RNA. La predicción obtenida, sea o no del todo correcta, es internalizada a la RNA, reajustando los valores de los ponderadores de forma tal que este nuevo patrón sea diagnosticable en el futuro (Li & Parsons 1997). El aprendizaje es por lo tanto una ventaja adaptativa con la que no se cuenta en la modelación matemática tradicional, permitiendo trabajar en problemas para los cuales no es posible contar aún con propuestas mecanicistas, o para los cuales el sistema está ensamblado de manera muy compleja para ser tratado con formulación matemática explícita (Silvert 1997).

Se ha demostrado teóricamente que las RNA son capaces de aproximar cualquier función no lineal compleja, en la medida que hayan suficientes capas ocultas y suficientes neuronas no lineales (i.e., neuronas cuya función de activación es no lineal) en cada capa (Honik *et al.* 1989). Esta capacidad de manejar la no linealidad es una característica adicional de las RNA que permitirían complementar los esfuerzos de predicción de métodos lineales convencionales como las de series de tiempo (Li & Parsons 1997), en particular en situaciones donde el comportamiento de los agentes que componen el sistema es rara vez lineal (Angel *et al.* 1998, Li & Parson 1997, Silvert 1997).

A pesar de las ventajas antes indicadas, en evaluación de recursos naturales de importancia comercial existen pocos casos donde las RNA hayan sido empleadas (por ejemplo Aoki & Komatsu 1997 y Silvert 1997). En este trabajo se presenta un caso de estudio para ilustrar el valor predictivo de esta metodología. En parti-

cular se presenta como problema de estudio la predicción de los desembarques artesanales de recursos bentónicos de importancia comercial para la VIII Región. Dada la variabilidad de los recursos naturales explotables bentónicos (i.e., natural y por explotación) y restricciones externas como por ejemplo las demandas de mercado, es que el comportamiento de los pescadores artesanales resulta altamente impredecible, pudiendo éstos redirigir esfuerzos de captura a varias especies objetivo durante el año, con el consecuente impacto en los niveles de desembarque local por especie registrados en las estadísticas de pesca.

MATERIALES Y METODOS

Datos

El tamaño de la base de datos es un punto crítico para el funcionamiento óptimo de una RNA. Debido a la naturaleza de las RNA entrenadas con supervisión, patrones de entrada que nunca antes han sido presentados podrían entregar resultados sin sentido. Por lo tanto, el uso de un gran número de datos implica que la RNA es capaz de aprender más sobre el sistema subyacente que genera los datos, y por ende generalizar mejor al enfrentar una solicitud de predicción (Chakraborty et al. 1992). Sin embargo, y a diferencia de la modelación de series de tiempo, la extensión temporal de los datos no es en extremo restrictiva, pudiéndose llegar a un compromiso entre bases de datos de corta extensión pero enriquecidas por un mayor número de variables con potencial predictivo. Los datos usados en este trabajo son los desembarques mensuales de recursos bentónicos por especie

para la VIII Región, obtenidos de las estadísticas de pesca publicadas por SERNAP (Anuario Estadístico de Pesca, desde 1987 a 1998). Se utilizaron los registros desde al año 1987 a 1988 (144 meses), considerándose sólo los recursos indicados en la Tabla 1. De éstos se ensayaron las predicciones de los desembarques para los recursos navajuela (*Tagelus dombeii* (Lamarck 1818)), huepo (*Ensis macha* (Molina 1782)) y Piure (*Piura chilensis* Molina 1782).

Estructura de la RNA

Se empleó una red neuronal de tres capas: una de entrada, una de salida y una capa intermedia oculta (Fig. 1). Se utilizó sólo una capa intermedia dado que se ha demostrado que esta estructura puede aproximar un gran número de funciones arbitrarias entre las variables de entrada y las de salida, manteniendo la simplicidad de la RNA (Komatsu *et al.* 1994b). El número de neuronas en la capa de entrada fue de 18, equivalente al número de variables predictoras empleadas (desembarques para cada recurso listado en Tabla 1, menos aquel a predecir), es decir, cada neurona de entrada procesa los valores de desembarque de un recurso diferente. La capa de salida sólo posee una neurona, la que procesa la información de salida para la variable de interés (i.e., toneladas desembarcadas de la especie blanco). El número de neuronas en la capa intermedia fue de seis, un tercio del número de neuronas en la capa de entrada, lo que ha sido sugerido como una regla empírica útil frente a la imposibilidad de determinar analíticamente la cantidad óptima de neuronas en la capa oculta (Li & Parsons 1997). Otras "fórmulas de cálculo" se han sugerido en la literatura,

Tabla 1. Listado de recursos (nombres vernaculares de acuerdo a las estadísticas de pesca proporcionadas por SERNAP) cuyos desembarques fueron utilizados para la predicción de los desembarques de recursos objetivo por la red neuronal artificial implementada.

Species list (common names according to the fisheries data statistics provided by SERNAP) used in the implementation of the artificial neural network.

Algas	Bivalvos	Crustáceos	Echinodermos	Tunicados
Chasca	Almeja	Jaiba peluda	Erizo	Piure
Chicorea	Trumulco	Jaiba reina		
Cochayuyo	Cholga	Picoroco		
Luga-luga	Choro			
Pelillo	Culengue			
	Huepo			
	Lapa			
	Macha			
	Navajuela			

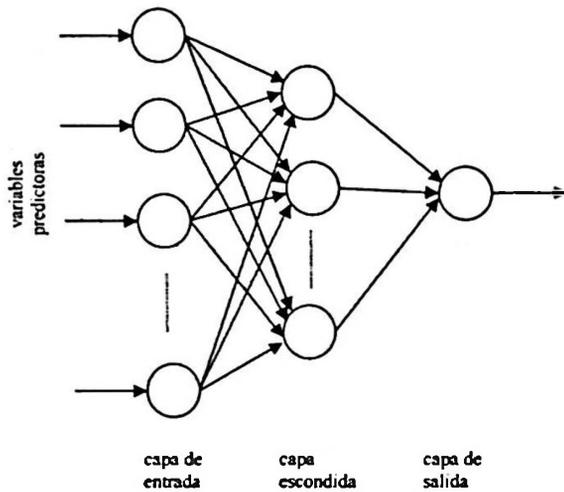


Figura 1: Representación esquemática de una red neuronal artificial de tres capas. Los círculos representan las unidades de procesamiento de información (neuronas). Las flechas indican el sentido del flujo de la información entre neuronas.

Schematic representation of a three-layered artificial neural network. Circles represent a processing unit (neuron). Arrows indicate information flow between neurons.

sin embargo todas caen en la clasificación de reglas empíricas, y para los propósitos expositivos del presente trabajo se ha optado por la más sencilla de estas reglas. Sin embargo, la evaluación final al momento de determinar el número de capas intermedias debiera realizarse *a posteriori*, comparando las ventajas predictivas de varias implementaciones con distinto número de neuronas en la capa media.

Las neuronas se conectaron desde una capa a la siguiente a través de ponderadores ajustables. Cada vez que una unidad recibe señales de entrada, éstas son ponderadas por diferentes valores y sumadas (Fig. 2). Posteriormente la neurona emite una señal de salida con un valor de acuerdo a la función de activación que le ha sido asignada. En este caso se utilizó una función sigmoídea. Una función sigmoídea en este caso cumple el rol de condición umbral suave, permitiendo reducir el aporte a la predicción final de aquellas neuronas que en un momento dado no procesan información capaz de mejorar el poder predictivo de la red neuronal.

Un algoritmo de propagación hacia atrás fue empleado para ajustar los ponderadores minimizando las diferencias entre la señal emitida por la capa de salida y un conjunto de valores "verdaderos" empleados para entrenar la RNA. Esta se torna cada vez más precisa después de cierto número de ciclos de aprendizaje

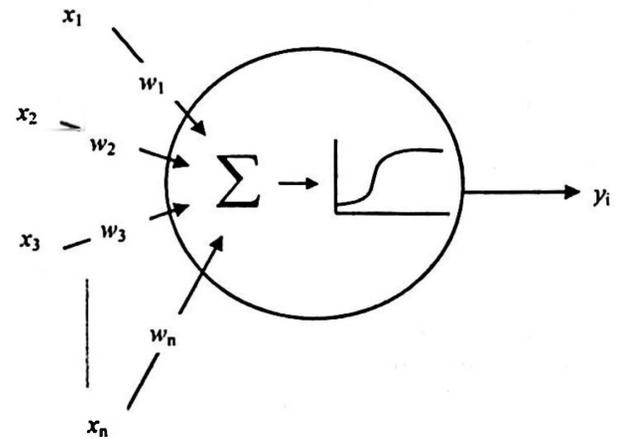


Figura 2. Detalle de una neurona individual. Las flechas de entrada señalan la información procedente desde otras neuronas (x_1, x_2, \dots, x_n). La información es ponderada por pesos estadísticos (w_1, w_2, \dots, w_n) antes de entrar a la neurona receptora. La información entrante es sumada en la neurona y utilizada para emitir una nueva señal, modulada por una función de activación.

Detail of a single neuron. Arrows represent inputs from other neurons (x_1, x_2, \dots, x_n). Information is weighted (w_1, w_2, \dots, w_n) before it feeds the input neuron. Inputs are summed and used to generate an output signal according to a given activation function.

sobre el set de datos de entrenamiento (i.e., es aprendizaje supervisado). Un máximo de 5000 ciclos fueron empleados en este trabajo. Este escenario de cálculo permite que la red neuronal disponga de un número de iteraciones suficientes para converger a un valor mínimo de diferencia entre las predicciones y los valores "blanco" empleados para su calibración.

Siguiendo los procedimientos convencionales para datos de poca extensión (Ripley 1994), se dividió la base en dos grupos de igual tamaño (72 meses cada uno), el primero utilizado para la estimación y ajuste de los ponderadores, y el segundo para comparar las predicciones entregadas por la RNA y los valores de desembarques de las especies de interés. La comparación se realizó a dos escalas temporales: en una base mensual y en una anual (sumando los desembarques estimados desde enero a diciembre). El grado de ajuste entre las predicciones y los valores reales se cuantificó por medio del coeficiente de correlación de Pearson (Sokal & Rohlf 1988). Predicciones de valores negativos se consideraron como valor cero.

RESULTADOS

La Figura 3a muestra los valores reales y predi-

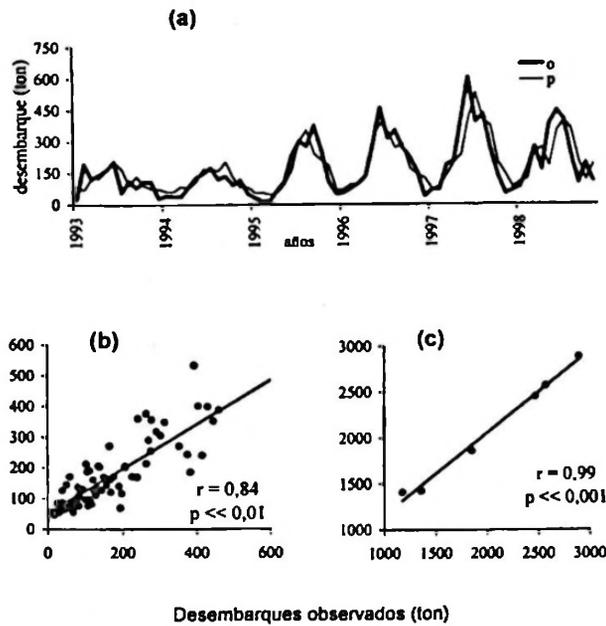


Figura 3. (a) Serie temporal de los desembarques de navajuela para el período 1993 a 1998. La línea gruesa (o) indica los valores de desembarques reales. La línea delgada (p) muestra los valores predichos por la red neuronal artificial. (b) Relación entre los valores observados y esperados en la escala mensual. (c) Relación entre los valores observados y esperados expresados anualmente.

(a) Landings time series of navajuela for the period 1993-1998. Thick line (o) indicates actual landings values. Thin line (p) shows predicted values done by the artificial neural network. (b) Relationship between observed and expected values on a monthly basis. (c) Relationship between observed and expected values on a yearly basis.

chos por la RNA para los últimos 72 meses (1993 a 1998) para el recurso navajuela. Se aprecia una buena correspondencia entre las tendencias de ambas curvas. En la Figura 3b se presenta la relación entre los valores reales y los esperados mensualmente. La relación es significativa ($r = 0,84$; $p << 0,001$) aunque con algún grado de dispersión. El ajuste es mejorado sustancialmente si se agrupan los valores en una base anual (Fig. 3c; $r = 0,99$; $p << 0,001$).

La Figura 4a muestra las curvas esperadas y observadas para el recurso huepo. Al igual que en el caso anterior, la RNA predice tendencias similares a las observadas, siendo la relación estadísticamente significativa (Fig. 4b; $r = 0,79$; $p << 0,001$). El poder predictivo también es aumentado al considerar la escala anual para la comparación (Fig. 4c; $r = 0,97$, $p << 0,001$).

Resultados similares se aprecian para el tercer recurso ejemplificado, capturándose correcta-

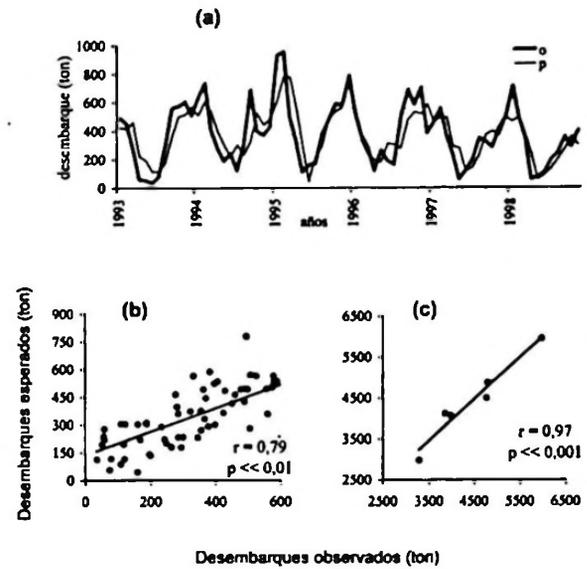


Figura 4. (a) Serie temporal de los desembarques de huepo para el período 1993 a 1998. La línea gruesa (o) indica los valores de desembarques reales. La línea delgada (p) muestra los valores predichos por la red neuronal artificial. (b) Relación entre los valores observados y esperados en la escala mensual. (c) Relación entre los valores observados y esperados expresados anualmente.

(a) Landings time series of huepo for the period 1993-1998. Thick line (o) indicates actual landing values. Thin line (p) shows predicted values by the artificial neural network. (b) Relationship between observed and expected values on a monthly basis. (c) Relationship between observed and expected values on a yearly basis.

mente las tendencias de fluctuación (Fig. 5a), con ajustes significativos en la escala mensual (Fig. 5b; $r = 0,81$; $p << 0,001$) y anual (Fig. 5c; $r = 0,98$; $p << 0,001$).

DISCUSION

En el presente trabajo se ha implementado una red neuronal artificial con la intención de ilustrar su uso y poder predictivo. No se ha incorporado una comparación directa con otros métodos convencionales, puesto que no es pretensión del autor imponer esta metodología por sobre otras estándares. La indicación es que dado el alto poder predictivo de las RNA, su uso resultaría muy útil trabajando en paralelo con modelos estadísticos paramétricos clásicos (e.g., regresiones lineales simples y múltiples, modelos autoregresivos) o modelos mecanicistas, en particular prediciendo el nivel y sentido de cambio para una o más variables de interés y comparándolas luego con el diagnóstico de los modelos de uso común, permitiendo ade-

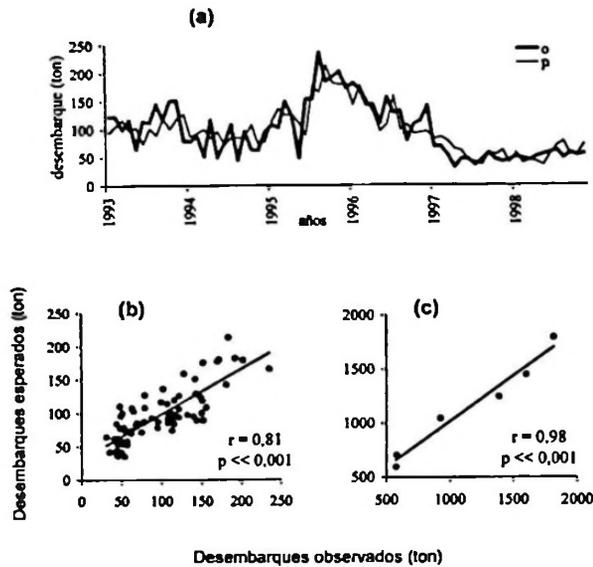


Figura 5. (a) Serie temporal de los desembarques de piure para el período 1993 a 1998. La línea gruesa (o) indica los valores de desembarques reales. La línea delgada (p) muestra los valores predichos por la red neuronal artificial. (b) Relación entre los valores observados y esperados en la escala mensual. (c) Relación entre los valores observados y esperados expresados anualmente.

(a) Landings time series of piure for the period 1993-1998. Thick line (o) indicates actual landing values. Thin line (p) shows predicted values by the artificial neural network. (b) Relationship between observed and expected values on a monthly basis. (c) Relationship between observed and expected values on a yearly basis.

lantar posibles falencias en los métodos predictivos normalmente empleados.

En este trabajo se ha ilustrado el potencial de las RNA para abordar problemas gobernados por incerteza y posiblemente por relaciones no lineales entre los componentes del sistema considerado. En el caso particular de los desembarques artesanales, esta situación es esperable dado que los componentes encargados de la extracción de los recursos son agentes sociales y por ende poseen capacidad de decisión (la que por definición es contingente e idiosincrática, Silvert 1997), dificultando así la capacidad de predecir sobre qué recursos y con qué intensidad se concentrará la actividad de extracción. La variabilidad inducida por factores naturales, además de los mismos inducidos por la presión pesquera, supone un panorama aún más complicado para la modelación matemática explícita de este sistema.

La predicción a partir de RNA sin embargo se plantea como una alternativa capaz de abordar este tipo de problemáticas, radicando su impor-

tancia no sólo en su poder de generalización (lo que otorga su potencial predictivo), sino además en su capacidad de abordar problemas donde la articulación entre las partes consituyentes del sistema obedecen a reglas no conocidas (Ripley 1997, Aoki & Komatsu 1997).

En todos los casos aquí ejemplificados, la operación de la RNA implementada fue suficientemente buena para capturar las fluctuaciones en los desembarques de los recursos en la escala mensual (Fig. 3a, 4a y 5a). Particularmente interesantes son los niveles de ajuste obtenidos al integrar las predicciones mensuales en una escala anual (Fig. 3c, 4c y 5c). Estos resultados sugieren dos líneas de discusión paralelas sobre la utilidad de las RNA. Primero, si el interés es puramente predictivo, estos resultados indicarían que la utilización conjunta de los valores de desembarques para diferentes recursos extraídos por los pescadores artesanales, son información suficiente para avanzar los niveles de desembarque más plausibles al menos en una escala anual. Esta información, complementando una evaluación de stock formal podría servir de base para la implementación de medidas de manejo precautorio, en particular para recursos con alta probabilidad de ser sobreexplotados (Angel *et al.* 1998). Segundo, dado que la RNA es capaz de extraer "estructura" (e.g., no lineal) es posible indagar en la dinámica de asignación del esfuerzo de extracción para un el conjunto de recursos al cual los pescadores artesanales acceden de manera alternativa. Por "extraer estructura no lineal" se entiende la capacidad del método de hacer uso de toda la información que le es entregada, pudiendo aproximar funciones arbitrarias simplemente asignando ponderaciones adecuadas a las variables de entrada, de tal forma que se maximiza la potencia de predicción de la(s) variable(s) de respuesta. En el proceso de asignación de pesos a las variables de entrada se está seleccionado aquella información que contribuye a explicar los cambios temporales de la variable de interés, y por ende capturando parte de la dinámica que mueve a los pescadores artesanales a cambiar la intensidad de explotación de un recurso por otro. Una precaución hay que tener al respecto: si bien es posible capturar estas interrelaciones entre variables, por muy complejas que sean, esta estructura queda "internalizada" en la RNA. No es posible acceder a una interpretación directa del aporte de cada variable de entrada a través del exámen de los pesos asignados a ellas, ya que el ajuste se realiza sin

contemplar relaciones causales mecanicistas entre variables, sino con un afán de máximo aprovechamiento de la información con fines predictivos (Ripley 1994).

Los casos particulares aquí tratados son sólo ilustraciones de las capacidades de predicción que la metodología de RNA podría otorgar en situaciones potencialmente complejas. Evidentemente el interés podría concentrarse en otros recursos, como en las pesquerías industriales y considerar bases de datos para extensiones superiores a la regional. Más aún, la posibilidad de acceder a variables hidrográficas, climáticas, biológicas e incluso económicas, permitiría una modelación más concordante con el escenario en el cual ocurren los fenómenos de interés (e.g., Aoki & Komatsu 1997).

Han habido pocas aplicaciones de esta metodología en el ámbito de los recursos marinos: algunas aplicaciones en identificación de cardúmenes de peces (Haralabous & Georgakaratos 1993), predicciones de condiciones del océano y pesquerías (Aoki & Komatsu 1997, Komatsu *et al.* 1994a, 1994b), y en la identificación de plancton usando imágenes satelitales (Nakano *et al.* 1991), por nombrar algunas. Más allá de la aplicación de las redes neuronales artificiales en un problema particular, lo fundamental es que su implementación es relativamente sencilla. Dada su versatilidad, es probable que en el futuro su uso se masifique en el campo de la evaluación de recursos.

LITERATURA CITADA

- ANGEL, D., KROST, P. & W. SILVERT. 1998. Describing benthic impacts of fish farming with fuzzy sets: theoretical background and analytical methods. *Journal of Applied Ichthyology* 14: 1-8.
- AOKI, I. & T. KOMATSU. 1997. Analysis and prediction of the fluctuation of sardine abundance using a neural network. *Oceanologica acta* 20: 81-88.
- CHAKRABORTY, K., MEHROTA, A. K., MOHAN, C. K. & S. RANKA. 1992. Forecasting the behaviour of multivariate time series using neural networks. *Neural Networks* 5: 303-310.
- CHERKASSKY, V., FRIEDMAN, J. H. & H. WECHSLER. 1994. Preface. En: *From statistics to neural networks. Theory and pattern recognition applications*. Springer-Verlag, Berlin.
- HARALABOUS, J. & S. GEORGAKARATOS. 1993. Fish-school species identification using neural network. *ICES. Fish Capture Committee C. M.* 1993 C. M. 1993/B 9: 1-4.
- HONIK, K. M., STINCHCOMBE, M. & H. WHITE. 1989. Multilayer feedforward networks are universal approximators. *Neural Networks* 2: 359-366.
- KOMATSU, T., AOKI, I., MITANI, I. & T. ISHII. 1994a. Prediction of the path type and offshore distance of the Kuroshio current using neural network. *Fisheries Science* 60: 253-260.
- KOMATSU, T., AOKI, I., MITANI, I. & T. ISHII. 1994b. Prediction of the catch of Japanese sardine larvae in Sagami Bay using a neural network. *Fisheries Science* 60: 358-391.
- LI, J. & M. G. PARSONS. 1997. Forecasting tanker freight rate using neural networks. *Maritime Politics Management* 24: 9-30.
- NAKANO, H., SASAKI, T., NISHIMOTO, A. & Y. KAKUI. 1991. Identification of plancton using a neural network with a function of unknown species detection. Report of Measurement Research Group IM-91-30: 47-56.
- RIPLEY, B. D. 1993. Statistical aspects of neural networks. En: *Networks and chaos - statistical and probabilistic aspects*. pp. 40-123. Bandorff-Nielsen, O. E., Jensen, J. L. & W. S. Kendall (eds.). Chapman & Hall, London.
- RIPLEY, B. D. 1994. Flexible non-linear approaches to classification. En: *From statistics to neural networks. Theory and pattern recognition applications*. pp. 105-126. Cherkassky, V., Friedman, J. H. & H. Wechsler (eds.). Springer-Verlag.
- RIPLEY, B. D. 1994. Neural networks and related methods for classification. *Journal of the Royal Statistics Society B* 56: 409-456.
- SILVERT, W. 1997. Ecological impact classification with fuzzy sets. *Ecological Modelling* 96: 1-10.
- SOKAL, R. R. & R. J. ROHLF. 1988. *Biometry*. Freeman, San Francisco.
- SOLÉ, R. V. & S. C. MANRUBIA. 1996. Orden y caos en sistemas complejos. Ediciones UPC.
- SPRETCH, D. F. 1990. Probabilistic neural networks. *Neural Networks* 3: 109-118.

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 de trabajo. Si el trabajo se presenta en español al título debe seguir su traducción en 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.

Deberán 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., des-

pués del año (e.g. Jones, 1981; Jones & Brown, 1976; Palmer et al., 1977, 1982a, 1982b).

Cite solamente trabajos publicados en prensa. En este último caso, indique en la lista de Literatura Citada el nombre del autor o autores, las palabras "en prensa" entre paréntesis, la cita del título y la revista. Incluya en el texto entre paréntesis, o en una nota al pie de página, no en la 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 del 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 tabla debe tener un título, seguido de una leyenda que describa la tabla con suficiente detalle como para que ella sea comprensible sin referencia al texto. El encabezamiento de cada columna debe expresar claramente su contenido y la unidad.

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

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

Cada copia del manuscrito deberá acompañarse de una copia de las Tablas y Figuras, cada una de las cuales no debe exceder 21,5 x 278 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 impresión 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 in Spanish or English should be sent to the Chief Editor in one original and three copies.

Text, including literature cited, tables, foot-page notes and figure captions, should be typewritten, double-spaced on sheets of approximately 21.5 x 28 cm with a margin of 2.5 cm.

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

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

- a. Title page.
- b. Abstract and Resumen and viceversa.
- c. Introduction.
- d. Material and Methods.
- e. Results.
- f. Discussion.
- g. Acknowledgements (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 Acknowledgements; d) Literature cited; e) Foot-page notes; f) Figure captions; g) Each of the Tables.

Title page. Title page should include the title of the paper, name of the author(s), name of the institution(s) and postal address where the work was done; and new institutional affiliation(s) and postal address if appropriate. Give also a running head no longer than 50 characters 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, Acknowledgements 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 cited 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 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 throphic complexity and community stability. *American Naturalist*, 103(939): 91-93]. In case of citation with more than one author, the initials should precede the name of the second and following authors. Separate authors names by commas and the last one by an ampersand (&).

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

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

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

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

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

Illustrations should be either originals or good quality 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 gallery proof to be returned within 72 hours. Corrections on galley proof should be only on printer's errors.

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

Biología Pesquera

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION



INDICE Nº 29

2001

Carnus, P. A.

Editorial: Cuarenta años de Biología Pesquera: fin de un ciclo y nuevo inicio para las publicaciones chilenas en ciencias del mar

3-5

Valadez-González, C.

Hábitos alimentarios de la raya *Urotrygon* spp. en la costa de Jalisco y Colima, México.

7-14

Muñoz B., C. y C. Herrera C.

Histamina determinada por fluorometría en harina de pescado y la materia prima sometida a diferentes temperaturas.....

15-20

Silva, A., M. Oliva y E. Castello

Evaluación de crecimiento de juveniles de lenguado chileno (*Paralichthys ad persus*, Steindachner, 1867) cultivado en estanques.....

21-30

Hernández, S.

Fraciones biodegradables de materia orgánica, Cu y Zn en sedimentos superficiales de la Bahía de Concepción, Chile

31-35

Abades, S. F.

El uso de redes neuronales artificiales en la predicción de desembarques: un ejemplo de aplicación en pesquerías artesanales.....

37-43



FONDO DE PUBLICACION
VICERRECTORIA ACADEMICA
UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION