



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

**INFORMES TECNICOS FIP**

FIP - IT / 93 - 18

INFORME : ESTUDIO BIOLÓGICO-PESQUERO  
FINAL DEL RECURSO JUREL EN LA ZONA  
CENTRO-SUR (V A IX REGIONES)

UNIDAD : INSTITUTO DE INVESTIGACION  
EJECUTORA PESQUERA OCTAVA REGION S.A.

Este documento ha sido inscrito en el registro  
de propiedad intelectual N° 95.944  
a nombre del Fondo de Investigación Pesquera,  
y no podrá ser reproducido, ni en su totalidad  
o partes, por cualquier método o procedimiento,  
sin una autorización por escrito del Secretario  
Ejecutivo del Consejo de Investigación Pesquera.



# INFORME FINAL



## PROYECTO

**Estudio biológico pesquero sobre el recurso  
jurel en la zona centro-sur,  
V a IX regiones.**

PROYECTO FIP 018-93

U N I D A D   E J E C U T O R A

Instituto de Investigación Pesquera  
Octava Región S.A.

TALCAHUANO, DICIEMBRE DE 1995

**TITULO DEL PROYECTO:** Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones.

**REQUIRENTE :** Fondo de Investigación Pesquera (FIP).

Convenio aprobado por Decreto Supremo N° 260, de 21 de julio de 1994, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

**EJECUTOR :** Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A.,  
Departamento de Evaluación y Estadística Pesquera.

**INVESTIGADOR RESPONSABLE** : Dr. Dagoberto Arcos Rojas

**CO-INVESTIGADOR RESPONSABLE:** Dr. Hugo Arancibia Farías

Distribución de ejemplares

---

10 Fondo de Investigación Pesquera

1 Dirección Instituto de Investigación Pesquera

1 Co-investigador responsable

---

## RESUMEN EJECUTIVO GENERAL

Se informa los resultados del Proyecto FIP 18/93 "Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones", cuya fecha oficial de inicio fue el 21 de julio de 1994, mediante el Decreto Supremo N° 260 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Este documento constituye el Pre-Informe Final y abarca desde julio de 1994 hasta junio-julio de 1995.

Debido a que los objetivos específicos del proyecto alcanzan a siete, y son de variada índole, se presenta este Pre-Informe Final por capítulos, cada uno relacionado con un objetivo específico. Ello facilita los análisis, tratando cada capítulo como una unidad temática.

Los objetivos específicos son:

- \* Caracterizar la flota y cuantificar el esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel en la zona de estudio (Capítulo 1).
- \* Determinar la distribución y abundancia relativa del recurso en la zona de estudio (Capítulo 2).
- \* Determinar la estructura de tallas del desembarque y fauna acompañante (Capítulo 3).
- \* Determinar la dinámica reproductiva del jurel en la zona de estudio (Capítulo 4).
- \* Determinar las relaciones tróficas del jurel en la zona de estudio (Capítulo 5).
- \* Determinar la estructura de edad del recurso jurel, sus parámetros de crecimiento y efectuar la comparación de los resultados con estudios realizados sobre esta materia hasta la fecha (Capítulo 6).

\* Identificar mediante la observación de la carga parasitaria y análisis morfométrico, las posibles unidades ecológicas poblacionales utilizando información proveniente de la zona norte y centro-sur del país, con el propósito de determinar si el recurso jurel que se desembarca en el país pertenece a una, dos o más unidades ecológicas poblacionales (Capítulo 7).

### *Capítulo 1: Cuantificación de la Flota y del Esfuerzo Pesquero*

Se caracteriza las embarcaciones de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur con puertos base en la V y VIII Región, y se cuantifica el esfuerzo de pesca estandarizado aplicado al recurso jurel para los desembarques de la VIII Región. Se analiza las principales relaciones entre tres características generales, cinco geométricas, cinco funcionales y cuatro características operacionales de las embarcaciones. La información de la flota se registró en una ficha de encuesta para cada embarcación (n=142 embarcaciones).

La antigüedad de las embarcaciones de la flota alcanza actualmente a 20 años, en promedio, aunque una cantidad importante de ellas fue construída en las décadas de los años 80 y 90 (17% en cada caso).

Las variables de las embarcaciones que se relacionan significativamente con las capturas promedio mensual (CPM) de 1994 son: el tonelaje de registro grueso (TRG), la capacidad de bodega (CB), la potencia del motor principal (HP) y la longitud de relinga superior de la red (LRS). Un modelo múltiple queda expresado según

$$CPM = e^{-0,603} * TRG^{0,450} * CB^{0,417} * HP^{0,485} * LRS^{-0,094} \quad (1)$$

con un coeficiente de determinación significativo de 0,84 ( $p < 0,001$ ).

Se analizó el esfuerzo de pesca nominal y estándar para el período julio de 1994 a junio de 1995, inclusive. Al considerar como medida de esfuerzo la capacidad de bodega movilizada (=acarreo), el esfuerzo nominal de la flota alcanzó a 17.662.504 m<sup>3</sup> nominales y 31.470.866 m<sup>3</sup> estándar, lo que representa un incremento de 78,2% respecto del esfuerzo nominal. La captura por unidad de esfuerzo nominal (cpue), en este período, alcanzó a 0,184 ton/m<sup>3</sup>, y la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE) a 0,103 ton/m<sup>3</sup>.

## **Capítulo 2: Distribución y Abundancia Relativa**

Se determina la distribución y abundancia relativa (captura por unidad de esfuerzo) del recurso jurel, tiempo de permanencia de las embarcaciones en las zonas de pesca, distancia entre las zonas de pesca diarias y puerto, y un índice de concentración mensual de la flota en la zona centro-sur de Chile, en el período julio de 1994 a junio de 1995, con información proveniente de la posición diaria de las embarcaciones, obtenida a través de registros diarios y con personal a bordo.

Se reconoce cuatro importantes períodos de pesca, los que representan un comportamiento particular de la flota, y probablemente del recurso, a saber:

- i) julio y agosto de 1994, caracterizado como un período de transición desde la época de engorde a la de desove, con un rápido cambio en la distribución y abundancia relativa del recurso jurel;

mayo de 1994, para ii) septiembre a noviembre de 1994, caracterizado por una muy  
baja abundancia relativa del recurso en toda el área de  
operación de la flota, lo que coincide con la época  
principal de desove;

iii) diciembre de 1994 a febrero de 1995, caracterizado por  
una lenta transición entre el período de desove y engor-  
de, con una progresiva acumulación del recurso en la zona  
costera;

iv) desde marzo hasta junio de 1995, el recurso ingresa  
masivamente a las zonas de pesca con alta abundancia  
relativa en una amplia área de distribución.

El análisis conjunto sobre bases diarias de la dinámica  
espacial y temporal de las zonas de pesca con la CPUE permitió  
determinar que los eventos de pesca tienen una duración de 2  
a 8 días, con un promedio mensual de 4 días.

El tiempo de permanencia de las embarcaciones en las zonas de  
pesca fluctuó entre 1,3 y 2,5 días, para todos los embarcacio-  
nes industriales. Sin embargo, el tiempo de permanencia en  
zona de pesca presenta variaciones entre meses.

La distancia promedio mensual entre la zona de pesca y el  
puerto de Talcahuano presentó un rango entre 45 y 178 mn. La  
máximas distancias (sobre 110 mn) ocurrieron desde julio hasta  
noviembre de 1994, y desde abril hasta junio de 1995. Los  
menores valores (menores a 60 mn) se registraron desde  
diciembre de 1994 hasta marzo de 1995.

### Capítulo 3: Estructura de Tallas del Desembarque

#### Sección: Estructura de tallas en el desembarque y fauna acompañante

Se analiza la estructura de tallas de *Trachurus symmetricus murphyi* en los desembarques mensuales en la zona centro-sur de Chile para el período comprendido entre julio de 1994 y junio de 1995, en base a muestreos diarios de las capturas en los principales sitios de desembarque, i.e. San Antonio, Tomé, Talcahuano, San Vicente y Coronel.

De acuerdo con el diseño de muestreo, se estableció un número mínimo de unidades muestrales por mes ( $n= 52$ ), las que se distribuyeron regularmente por semana y categorías de embarcaciones para tener representada toda la flota.

En Talcahuano, el número de unidades muestrales no fue alcanzado sólo en octubre y noviembre de 1994, básicamente debido a que varias embarcaciones se encontraban en reparaciones o reorientaron su esfuerzo de pesca hacia los clupeiformes, i.e. *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens*. Además, regularmente en primavera las capturas de jurel disminuyen, lo que incide en una menor probabilidad de muestreo. La obtención de muestras se regularizó a contar de diciembre de 1994, superándose tamaños mínimos requeridos, particularmente en otoño-invierno. No obstante, frecuentemente la categoría de embarcaciones mayor a 100 m<sup>3</sup> y menor a 300 m<sup>3</sup> quedó sin muestrear, lo que se debió a su baja representatividad numérica en la flota, incidiendo en muy bajas capturas, y porque a contar de fines de marzo comienzan a ocurrir frentes de mal tiempo en la región, lo que no permite actividades de pesca regulares de este grupo de embarcaciones, manteniéndose en puerto.

Desde julio de 1994 hasta julio de 1995, se comunicó semanalmente a la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Investigación

Pesquera las capturas diarias, semanales y mensuales, y la frecuencia de tallas de *T. s. murphyi* en los desembarques de la V y VIII Región, mediante 57 informes semanales.

En el segundo semestre de 1994 (julio-diciembre), el desembarque acumulado de *T. s. murphyi* fue 1,2 millones de toneladas. De éste, 92,6% fue debido a la flota industrial de cerco que desembarcó en puertos de la VIII Región. El desembarque en número, en tanto, fue del orden de 2062 millones de ejemplares, en igual período, correspondiendo 89% al desembarque de la flota en la VIII Región.

En el primer semestre de 1995 (enero-junio), la flota industrial de cerco de Chile centro-sur desembarcó 2,86 millones de toneladas de *T. s. murphyi*, correspondiendo 80% a la subzona de Talcahuano. En este período, el número de ejemplares desembarcados fue 7319 millones, de los cuales 5827 millones se desembarcaron en puertos de la VIII Región.

En el período de estudio, (julio de 1994 a junio de 1995), el desembarque en peso acumulado alcanzó a 4 millones de toneladas y a 9381 millones de ejemplares. La estructura de tallas de *T. s. murphyi* en las capturas se caracterizó por la presencia de ejemplares de un tamaño promedio de 39 cm de longitud horquilla (LH). A partir de noviembre de 1994, se incorpora con gran fuerza a la pesquería, tanto en San Antonio como Talcahuano, un grupo de ejemplares más jóvenes comprendidos entre 19 cm LH y 32/33 cm LH, la que se acentuó en diciembre, cuando las modas principales se presentaron en 23 y 29 cm LH, particularmente en San Antonio.

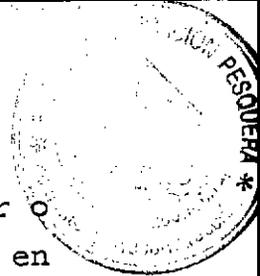
En el primer semestre de 1995, las capturas de *T. s. murphyi* en la zona de estudio fueron sustentadas por los ejemplares reclutados en noviembre-diciembre de 1994, a una longitud modal de 23 cm LH, y por el grupo de ejemplares de longitud modal comprendida entre los 27 cm LH (enero) y 32 cm LH

(junio). Estos dos grupos, que conforman la fracción menor o igual a 35 cm LH, dan cuenta de más del 80% del desembarque en número. Sin embargo, la fracción de peces de *T. s. murphyi* mayor a 35 cm aún continúa aportando de manera importante a las capturas, observándose que las tallas máximas se han presentado entre 54 y 57 cm LH.

La permanente presencia de reclutas, a contar de noviembre de 1994, ha incidido levemente en incrementos relativos del aporte de ejemplares de tamaño inferior a la talla mínima legal de captura de 26 cm. En efecto, en el período julio-octubre de 1994 no se registró ejemplares de jurel de tamaño inferior a 26 cm en los desembarques de Talcahuano. Sin embargo, a partir de noviembre y diciembre de 1994, en la estructura de tallas comenzó a fortalecerse el aporte de ejemplares más pequeños, tanto en San Antonio como en Talcahuano.

En el período de estudio, en Talcahuano y en 55 semanas analizadas hubo una alta frecuencia de semanas (ca. 44%) en que no se registró presencia de ejemplares de tamaño inferior a los 26 cm en los desembarques, principalmente en el período julio-octubre de 1994. En 10 semanas, el aporte de *T. s. murphyi* menor a 26 cm fue del orden de 1% (en peso) y en 7 semanas fue entre 2% y 3% (en peso). El máximo aporte en peso de los ejemplares de tamaño menor a 26 cm ocurrió sólo en una semana y alcanzó a 36%. A su vez, en San Antonio el aporte de *T. s. murphyi* bajo 26 cm se presentó entre 0 y 15%, con una distribución casi uniforme de semanas. En 6 semanas la fracción bajo los 26 cm fue superior a 22%, alcanzando un máximo de 36% (en peso).

La composición específica del desembarque mensual se revela muy simple, siendo el jurel la especie casi exclusiva en 10 u 11 meses; sólo en octubre y noviembre de 1994 son significativos los desembarques de clupeiformes y, además, sólo en noviembre la merluza de cola reemplaza al jurel.



### Capítulo 3: Estructura de Tallas del Desembarque

#### Sección: Talla crítica de jurel

Se determina la talla crítica de *Trachurus symmetricus murphyi* para la zona centro-sur de Chile, considerando un conjunto de 22 parámetros de crecimiento en longitud obtenidos desde la literatura así como los estimados en este estudio.

El crecimiento en longitud es de notable importancia en la determinación de la talla crítica, así como la tasa de mortalidad natural ( $M$ ) de la especie y la tasa total de mortalidad ( $Z_{\text{opt}}$ ) considerada como "óptima" bajo la estrategia de mortalidad por pesca  $F_{0,1}$  ( $Z_{\text{opt}} = F_{0,1} + M$ ), estimada a partir de un análisis de rendimiento por recluta que consideró la edad de 2 años como de reclutamiento y los 35 cm LH como la longitud de captura. Todos los parámetros básicos considerados en el cálculo de la talla crítica dependen de una u otra forma de los parámetros de crecimiento del recurso en cuestión, razón por la cual se consideran estimados independientes donde cada conjunto de parámetros básicos definen una historia de vida particular, siendo algunos conjuntos similares y otros totalmente disímiles.

Se consideró adecuado estimar la mortalidad natural utilizando la ecuación de Pauly (1980), dado que utiliza parámetros de crecimiento. Para estimar  $F_{0,1}$  se usó el modelo de rendimiento por recluta de Beverton y Holt (1957), considerando para cada conjunto de parámetros una edad de reclutamiento a los 2 años y una longitud de primera captura de 35 cm LH.

Las estimaciones de talla crítica, dependiendo de los parámetros seleccionados, presenta un rango de valores entre 14,5 y 48,4 cm LH, con un promedio de 29,0 cm LH y límites de confianza al 95% entre 25,4 y 32,6 cm LH (c.v.=28%).

Si se considera un valor de compromiso para la talla crítica asociada sólo a un conjunto de parámetros de crecimiento y mortalidad, las estimaciones asociadas a los estudios de Kochkin (1994) y Cubillos et al. (1995) podrían considerarse como apropiados para la dinámica de *T. s. murphyi*, toda vez que casi todos los parámetros derivados a partir de éstos estudios de crecimiento se encuentran dentro de los límites asociados al 95% de confianza, representando tal vez con exactitud la "historia" de vida de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile.

#### *Capítulo 4: Dinámica Reproductiva*

Se analiza la dinámica reproductiva del jurel en la zona centro-sur, con muestras obtenidas a bordo de embarcaciones industriales de cerco de la Octava Región, desde junio de 1994 hasta junio de 1995. Con la longitud horquilla, peso eviscerado y peso de los ovarios se obtuvo la distribución de tallas de los ejemplares analizados y un índice gonadosomático promedio (IGS) para cada muestra. Además, se determinó la proporción del tipo de tejido ovárico mediante cortes histológicos de ovarios de jurel. Se estimó la fecundidad parcial, contabilizando los ovocitos de la moda más avanzada presentes en gónadas que se encontraban en vitelogénesis terminal, pero sin evidencias de desove reciente.

Se observó alta variabilidad intermuestral en la composición de tamaños de los ejemplares analizados. Se determinó que el número mínimo de puntos a cuantificar en cortes histológicos es 200, tanto en tejidos ováricos de hembras en estado inmaduro como en hembras maduras. Además, se determinó que no existían diferencias significativas en la proporción de elementos gonádicos presentes en las regiones anterior, media y posterior del ovario.

En base al análisis del índice gonadosomático y del índice gamético, se concluye que hubo maduración gonádica y gamética en el período de estudio, con un máximo entre noviembre de 1994 y enero de 1995, inclusive, sin embargo, sólo se obtuvo una hembra con ovocitos hidratados y ninguna con folículos postovulatorios. Se observó un aumento de la proporción de las atresias durante el período de máxima actividad gonádica, lo que se interpreta como una perturbación del desarrollo normal de los gametos.

La fecundidad parcial promedio fue de 232.054 huevos por hembra (rango: 42.785-582.968). La fecundidad relativa promedio fue de 284 huevos por gramo de hembra (rango: 54-686). La fecundidad ( $F_p$ ) se ajusta mejor a la siguiente relación potencial:

$$F_p = 12,85 * 10^{-4} * LH^{5,0350} \quad (P < 0,005)$$

donde LH es la longitud horquilla.

La determinación de la talla de madurez sexual se debe realizar en el máximo del período reproductivo y requiere como dato fundamental la identificación del estado de madurez de las hembras. Sin embargo, se encontró solamente hembras en condición madura. Además, las tallas pequeñas estuvieron prácticamente ausentes en el desembarque en tal período, debido a la emigración reproductiva estacional hacia aguas oceánicas, fuera de la Zona Económica Exclusiva de Chile central. En consecuencia, en este estudio no fue posible determinar la talla de madurez sexual en las hembras de jurel.

## Capítulo 5: Relaciones Tróficas

Se analiza las relaciones tróficas de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile, abarcando desde julio de 1994 hasta junio de 1995. Se indagó en la existencia de una o más unidades ontogenéticas tróficas en *T. s. murphyi*, y razón consumo/biomasa.

Se obtuvo 8.196 estómagos desde 84 muestreos de los desembarques ocurridos en las Regiones Quinta y Octava, de los cuales el 35% presentó algún tipo de contenido. El tamaño muestral comprometido en la oferta técnica fue de  $n \geq 1.350$  estómagos por trimestre.

En los cuatro trimestres estudiados, se confirma que los eufáusidos son la presa más frecuente en los estómagos de *T. s. murphyi*, siguiéndoles los peces linterna. No aparecen como presas de *T. s. murphyi* peces pelágicos costeros de pequeño tamaño, como sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*).

La similitud trófica de *T. s. murphyi* indica que, durante el año de estudio, esta especie en Chile centro-sur no se segregó por tamaños ni por estación en el eje alimentario, por lo que se constituye sólo un grupo ontogenético trófico. La razón consumo/biomasa (Q/B) de *T. s. murphyi*; fue determinada en  $27 \cdot 10^{-2}$ , aportando los eufáusidos con el 97,6% de este valor; los peces linterna contribuyeron sólo con 1,55% a Q/B. El valor de Q/B determinado para todo el año de estudio supone que mensualmente este alcanza a  $2,25 \cdot 10^{-2}$ .

COPIA  
PROHIBIDA

## Capítulo 6: Estructura de Edad

### Sección: A

Como parte del "Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel de la zona centro-sur regiones V a IX", se desarrolló el objetivo: "Determinar la estructura de edad del recurso jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* N.) , sus parámetros de crecimiento y efectuar la comparación de los resultados con estudios realizados sobre esta materia hasta la fecha", entre junio de 1994 y mayo de 1995.

Para determinar la edad del jurel se aplicaron dos técnicas de preparación e interpretación de los anillos de crecimiento existentes en los otolitos *sagittae*. Una empleó la lectura tradicional en otolitos enteros y la otra permitió la lectura en cortes transversales de otolitos.

Se analizó 2.896 otolitos enteros, en los que se identificó hasta 12 anillos de crecimiento anual. Mediante un análisis de la periodicidad de formación del borde se constató el depósito de un anillo por año.

Se elaboró claves talla-edad trimestrales para el período de estudio y se determinó la estructura de edad de las capturas para la zona centro-sur del país y separadas por subzonas. Se estableció que en la zona centro-sur los grupos de edad que sustentan mayoritariamente la pesquería del jurel ocurren entre el IV y el VII, los que en conjunto aportan el 72 % a las capturas en número de ejemplares, en tanto que los grupos de edad mayores (VIII+) representan el 21 %, observándose por lo tanto un escaso ingreso de ejemplares juveniles (grupos I y II) a las capturas.

Se realizó ajustes al modelo de crecimiento en longitud de von Bertalanffy utilizando la información recopilada de lecturas

... de otolitos enteros y en cortes. Estos ajustes se efectuaron con datos de tallas a la edad actual y tallas a edades pretéritas obtenidas por retrocálculo, de acuerdo al modelo de proporcionalidad (Francis, 1990). Mediante las tallas a la edad actual se logró valores menos razonables para la especie, especialmente en cuanto al  $t_0$ , a causa de la escasa disponibilidad de las edades menores (1 a 3) en las capturas comerciales. En tanto que mediante el retrocálculo se suple esta deficiencia, obteniéndose valores más razonables. Las curvas de crecimiento de von Bertalanffy se compararon mediante el test  $T^2$  de Hotelling, determinando que no existen diferencias significativas entre ellas. Sin embargo, la función de crecimiento en longitud obtenida de los otolitos enteros con retrocálculo describe mejor el crecimiento del jurel de la zona centro-sur para el período analizado, cuya expresión es:

$$L_t = 70,8 \text{ cm} * [1 - e^{-0,094 * (t + 0,896)}]$$

Se comparó los parámetros de crecimiento obtenidos en el presente estudio con los entregados por diferentes autores para el jurel del Pacífico Suroriental, estableciéndose el grado de asociación con los valores publicados.

## **Capítulo 6: Estructura de Edad**

### **Sección: B**

Se presenta resultados de la edad y el crecimiento de *T. s. murphyi*, los que se obtuvo de análisis independientes y paralelos a los presentados por el Instituto de Fomento

Pesquero, participando esta institución en calidad de subcontratada. Se pone de manifiesto la existencia de fuertes discrepancias sobre la materia, según lo comunicado por IFOP frente a las comunicaciones de Araya et al. (1993a), Cubillos et al. (1995) y Cubillos & Arancibia (in press). Se concluye que errores en la lectura e interpretación del número de anillos hialinos conducen a la confección de claves talla-edad incorrectas y, como consecuencia, a una determinación errónea del número de individuos por grupo de edad en la captura.

En efecto, y a modo de ejemplo, los resultados de este estudio (ver Capítulo 6, Sección B) de la longitud promedio retrocalculada por edad en *T. s. murphyi*, frente al de IFOP (ver Capítulo 6, Sección A), revela fuertes discrepancias para los grupos de edad que sostienen la pesquería, a saber:

EDAD (años)	LONGITUD HORQUILLA PROMEDIO (cm)	
	ESTE ESTUDIO	IFOP
3	28,1	25,1
4	35,4	28,7
5	40,8	31,7
6	44,6	34,7
7	47,6	37,6
8		40,4
9		43,3
10		45,6
11		47,1

## Capítulo 7: Unidades Ecológicas Poblacionales

### Sección: Fauna de Parásitos

Se informa los hallazgos de los análisis parasitarios y morfométricos de 924 ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados desde agosto de 1994 hasta julio de 1995 en Iquique, San

Antonio y Talcahuano, en el marco de los requerimientos del presente proyecto. Además, se incorporan a los análisis los datos del año 1990 existentes para Iquique, Caldera, Coquimbo y Talcahuano, y que han sido informados por George-Nascimento y Arancibia (1992).

Las muestras de Iquique y Talcahuano de los años 1994-95 han estado compuestas principalmente de ejemplares de *T. s. murphyi* de distinto tamaño, por lo que algunas comparaciones entre las zonas extremas fueron efectuadas entre ejemplares de similar tamaño, contrastándose estados equivalentes de la ontogenia de *T. s. murphyi*. Se registró 15 taxa de parásitos, de los que sólo *Hepatoxylon trichiuri* apareció como nuevo registro para este hospedador.

Se observó que prácticamente la totalidad de las muestras mensuales del período 1990-95, y también las del período 1994-95, están correctamente clasificadas en su respectiva zona de pesca, según, por ejemplo, un análisis discriminante no paramétrico de los vectores comunitarios de parásitos recolectados en las 52 muestras mensuales que comprenden alrededor de 2.300 individuos de *T. s. murphyi*, muestreados desde 1990. Esto corrobora la utilidad de la información parasitaria en la distinción de unidades de stocks de *T. s. murphyi*.

Los ejemplares de *T. s. murphyi* de tamaño entre 26 y 31 cm de longitud total muestreados en 1994-95 presentaron mayores abundancias de 3 de parásitos en Talcahuano (*Rhadinorhynchus trachuri*, *Anisakis* tipo I e *Hysterothylacium* sp.), que acontecen ser las especies dominantes. Por consiguiente, el 50% de la varianza de la composición parasitaria de los ejemplares de *T. s. murphyi* provenientes de Iquique y Talcahuano estaba explicado por la macrozona de pesca. La prevalencia y abundancia de isópodos *Ceratothoa* spp. ha sido inusualmente baja en el período 1994-95, por lo que su uso como marcador biológico-poblacional de *T. s. murphyi* ha

... resultado impracticable. Sin embargo, en las muestras del año 1990, estos parásitos mostraron claras diferencias entre Iquique y Talcahuano.

## Capítulo 7: Unidades Ecológicas Poblacionales

### Sección: Morfometría

Se comparan 26 caracteres morfométricos de ejemplares de jurel provenientes de los desembarques de Iquique (n=283), San Antonio (n=46) y Talcahuano (n=545) muestreados desde agosto de 1994 hasta junio de 1995. Mediante Análisis Discriminante Múltiple (ADM) se identificó diez medidas corporales como las más discriminantes, las que caracterizan las zonas anterior, media y posterior del cuerpo del pez. Un Análisis de Componentes Principales (ACP), realizado sobre las variables elegidas, revela que las 2 primeras componentes principales explican el 58% de la variabilidad total de los datos. Los resultados del ADM realizado sobre las variables discriminantes indican que los ejemplares provenientes de Iquique aparecen morfométricamente más segregados que los de San Antonio y Talcahuano. Un análisis factorial de varianza, que utilizó como variable dependiente los puntajes del primer eje de un ACP realizado sobre las 26 mediciones morfométricas, y como fuentes de variación la zona, la estación del año, y la longitud de horquilla (LH), revela que el 83% de la varianza total queda explicada por la "zona", mientras que la "estación" explica el 10% y la "talla" sólo el 7%.

Los análisis multivariados que consideran sólo un mismo rango de tamaños de peces, y no al conjunto, indican que los individuos de Iquique y Talcahuano se diferencian morfométricamente desde temprano en la ontogenia. Se concluye la existencia de stocks dinámicos en *T. s. murphyi*, uno en el norte y otro en

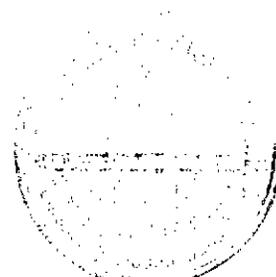
la zona centro-sur de Chile. Se postula la hipótesis que el stock del norte constituiría la parte más austral de un stock de jurel localizado en aguas frente a Perú.

1950

1950

1950





CAPITULO 1. CARACTERIZACION DE LA FLOTA Y CUANTIFICACION DEL ESFUERZO PESQUERO

Equipo de investigación:

Hugo Arancibia  
Aldo Hernández  
Lidia Vilugrón  
Luis Cubillos  
Rubén Alarcón

CAPITULO 2. DETERMINACION DE LA DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL RECURSO JUREL

Equipo de investigación:

Héctor Peña  
Alexander Grechina  
Vicente Aliste  
Mauricio Benítez  
Carlos Veloso

CAPITULO 3. DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA DE TALLAS EN EL DESEMBARQUE

SECCION ESTRUCTURA DE TALLAS Y FAUNA ACOMPAÑANTE

Equipo de investigación:

Luis Cubillos  
Lidia Vilugrón  
Leonardo Miranda  
Germán Vásquez  
Roberto Torres  
Carmen Barrueto  
Doris Bucarey  
Paula Yañez

SECCION TALLA CRITICA

Equipo de investigación:

Luis Cubillos

CAPITULO 4. DETERMINACION DE LA DINAMICA REPRODUCTIVA DEL RECURSO JUREL

Equipo de investigación:

Irene López  
Olga Aracena  
Sergio Collado  
Rubén Alarcón

CAPITULO 5. DETERMINACION DE LAS RELACIONES TROFICAS DEL RECURSO JUREL

Equipo de investigación:

Hugo Arancibia  
Leonardo Miranda  
Sergio Núñez  
Germán Vásquez  
Eduardo Yañez

CAPITULO 6. DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA DE EDAD DEL RECURSO JUREL

SECCION A

Equipo de investigación:

Raúl Gili  
Luis Cid  
Victor Bocic  
Verónica Alegría  
Hernán Miranda  
Héctor Torres

SECCION B

Equipo de investigación:

Miguel Araya  
Hugo Arancibia

CAPITULO 7. IDENTIFICACION DE UNIDADES ECOLOGICAS POBLACIONALES  
DE LA SIERRA DE LA DEL PUJUREL, MEDIANTE EL ANALISIS DE LA CARGA DE  
PARASITOS Y DE LA MORFOMETRIA

SECCION FUANA DE PARASITOS

Equipo de investigación:

Mario George-Nascimento  
Hugo Arancibia  
Renzo Rizzo  
Marcela Aldana  
Luis Velásquez

SECCION MORFOMETRIA

Equipo de investigación:

Hugo Arancibia  
Aldo Hernández  
Mario George-Nascimento

## **CAPITULO 1**

Caracterización de la flota y cuantificación del esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel.

## RESUMEN EJECUTIVO

Se caracteriza las embarcaciones de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur con puertos base en la V y VIII Región, y se cuantifica el esfuerzo de pesca estandarizado aplicado al recurso jurel para los desembarques de la VIII Región. Se analiza las principales relaciones entre tres características generales, cinco geométricas, cinco funcionales y cuatro características operacionales de las embarcaciones. La información de la flota se registró en una ficha de encuesta para cada embarcación (n=142 embarcaciones).

La antigüedad de las embarcaciones de la flota alcanza actualmente a 20 años, en promedio, aunque una cantidad importante de ellas fue construída en las décadas de los años 80 y 90 (17% en cada caso).

Las variables de las embarcaciones que se relacionan significativamente con las capturas promedio mensual (CPM) de 1994 son: el tonelaje de registro grueso (TRG), la capacidad de bodega (CB), la potencia del motor principal (HP) y la longitud de relinga superior de la red (LRS). Un modelo múltiple queda expresado según

$$CPM = e^{-0,603} * TRG^{0,450} * CB^{0,417} * HP^{0,485} * LRS^{-0,094} \quad (1)$$

con un coeficiente de determinación significativo de 0,84 ( $p < 0,001$ ).

Se analizó el esfuerzo de pesca nominal y estándar para el período julio de 1994 a junio de 1995, inclusive. Al considerar como medida de esfuerzo la capacidad de bodega movilizadas (=acarreo), el esfuerzo nominal de la flota alcanzó a

17.662.504 m<sup>3</sup> nominales y 31.470.866 m<sup>3</sup> estándar, lo que representa un incremento de 78,2% respecto del esfuerzo nominal. La captura por unidad de esfuerzo nominal (cpue), en este período, alcanzó a 0,184 ton/m<sup>3</sup>, y la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE) a 0,103 ton/m<sup>3</sup>.

## TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDA DE LA TABLAS .....	iii
LISTADO DE FIGURAS .....	iv
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
2.1. Recopilación de la información .....	2
2.2. Caracterización de la flota .....	3
2.3. Análisis de la información .....	4
2.3.1. Características físicas de las embarcaciones .....	4
2.3.2. Características físicas de las embarcaciones y capturas .....	4
2.3.3. Estandarización del esfuerzo .....	4
2.3.4. Estratos de embarcaciones de cerco .....	5
2.3.5. Poder de pesca relativo y esfuerzo de pesca estándar .....	6
2.3.6. Índice de captura por unidad de esfuerzo ..	7
3. RESULTADOS Y DISCUSION .....	7
3.1. Antigüedad de la flota .....	7
3.2. Tamaño de la flota .....	8
3.3. Diseño de las embarcaciones de cerco .....	9
3.4. Sistemas de pesca .....	9
3.5. Capacidad de bodega promedio y acumulada .....	10

3.6.	Relaciones entre características físicas de las embarcaciones de cerco .....	11
3.6.1.	Características geométricas .....	11
3.6.2.	Características funcionales .....	11
3.6.3.	Características operacionales .....	12
3.6.4.	Características generales .....	13
3.6.5.	Relaciones entre las principales variables físicas .....	13
3.7.	Relación entre las principales variables físicas y las capturas del año 1994 .....	14
3.8.	Estratos de las embarcaciones .....	15
3.9.	Estrato estándar .....	17
3.10.	Poder de pesca relativo .....	17
3.11.	Esfuerzo de pesca .....	20
3.12.	Esfuerzo y CPUE mensual, desde julio de 1994 a junio de 1995 .....	21
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	23
	ANEXO FIGURAS.....	24

## LEYENDA DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Relaciones entre variables geométricas de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur.
- Tabla 2. Relaciones entre variables funcionales de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur
- Tabla 3. Relaciones entre variables operacionales de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur.
- Tabla 4. Relaciones entre variables generales de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur.
- Tabla 5. Relaciones entre las variables físicas seleccionadas por grupos de características de las embarcaciones industriales de cerco.
- Tabla 6. Estratos de embarcaciones industriales de cerco, por capacidad de bodega (CB).
- Tabla 7. Frecuencias de clasificación de las embarcaciones industriales de cerco a través del Análisis Discriminante Múltiple (ADM); "grupo" corresponde a las observaciones asignadas a priori por estrato de CB; "predicho" corresponde a la reclasificación con el ADM.
- Tabla 8. Poder de pesca relativo por estratos de embarcaciones industriales ( $PPR_i$ ), en 1994, considerando la razón entre los rendimientos de pesca de cada estrato y el estrato (4) estándar.
- Tabla 9. Poder de pesca relativo  $PPR_i'$  de las embarcaciones de cerco industrial ( $N^\circ$ = número correlativo; '\*'= embarcaciones de San Antonio).
- Tabla 10. Promedio, varianza y coeficiente de variación del  $PPR_i'$ , por estratos de capacidad de bodega de las embarcaciones de cerco.
- Tabla 11. Esfuerzo nominal y estándar, medido como capacidad de bodega movilizada o acarreo ( $m^3$ ), para el periodo julio de 1994 a junio de 1995.
- Tabla 12. Captura por unidad de esfuerzo nominal (c.p.u.e.) y estándar (CPUE), utilizando el acarreo como medida de esfuerzo para el periodo julio de 1994 a junio de 1995.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Frecuencia de año de construcción de las embarcaciones industriales de cerco, Regiones V a IX, por década.
- Figura 2. Número anual de embarcaciones industriales de cerco, desde 1965 hasta 1994.
- Figura 3. Frecuencia de los sistemas de pesca de las embarcaciones industriales de cerco en Chile centro-sur.
- Figura 4. Capacidad de bodega acumulada anual (línea continua) y promedio anual (línea punteada) de la flota industrial de cerco de Talcahuano, desde 1965 hasta 1994.
- Figura 5. Relación entre el número cúbico (CUNO;  $m^3$ ) y el tonelaje de registro grueso (TRG; ton).
- Figura 6. Relación entre la potencia del motor principal (Hp) y la capacidad de bodega (CB;  $m^3$ ).
- Figura 7. Relación entre la longitud de relinga superior (m) y el alto de la red (m).
- Figura 8. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM; ton) y la capacidad de bodega (CB;  $m^3$ ).
- Figura 9. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM; ton) y el tonelaje de registro grueso (TRG; ton).
- Figura 10. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM;ton) y el número cúbico (CUNO;  $m^3$ ).
- Figura 11. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM;ton) y la potencia del motor principal (HP; Hp).
- Figura 12. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM;ton) y la longitud de relinga superior de la red (LRS; m).
- Figura 13. Resultado del análisis de sensibilidad realizado para el modelo potencial múltiple que considera las características físicas de las embarcaciones de cerco.

## 1. INTRODUCCION

La flota industrial de cerco que opera desde la V a la IX Región es la más importante a nivel nacional, siendo el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) el principal recurso pesquero, con un desembarque nacional que en 1994 superó los 4,04 millones de ton, correspondiendo el 91,3% a la unidad de pesquería de la V a la IX Región (Sernap, 1995)

En esta unidad de pesquería la flota industrial de cerco ha presentado un crecimiento sostenido, reflejándose en: (i) el ingreso de embarcaciones de gran calado; (ii) la incorporación de avanzada tecnología en equipos de navegación y detección de cardúmenes; y (iii) la intensificación de la operación (Salas et al. 1988; y Sepúlveda, 1992)

La Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus textos refundidos N° 19.079 y 19.080 han declarado al recurso jurel en estado de plena explotación, lo que para su pesquería ha significado regulaciones como el congelamiento del número de embarcaciones. Sin embargo, ello no ha tenido el efecto deseado, cual es controlar el esfuerzo de pesca (Caballero et al., 1992), ya que la flota ha aumentado considerablemente su potencial extractivo (Böhm et al., 1992).

Dada la importancia de la actividad pesquera industrial extractiva, es necesario actualizar la información disponible de las características de las embarcaciones, siendo el propósito de esta sección cuantificar y estandarizar el esfuerzo de pesca aplicado sobre *T. s. murphyi*, debido a que las componentes de la flota (=embarcaciones) de la unidad de pesquería de la V a la IX Región, son heterogéneas.

El objetivo específico de esta sección es caracterizar la flota y cuantificar el esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel, en la zona de estudio.

Con el propósito de analizar este objetivo con más detalle, ha sido descompuesto en:

- \* Determinar algunas de las principales relaciones entre las características geométricas, funcionales y operacionales de las embarcaciones de la flota.
- \* Determinar relaciones entre las características físicas de las embarcaciones y las capturas.
- \* Estandarizar el esfuerzo de pesca de la flota de cerco industrial.
- \* Determinar las relaciones entre el poder de pesca relativo y las capturas.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. RECOPIACION DE LA INFORMACION

El registro y la información de las embarcaciones industriales de la flota de cerco han sido obtenidas mediante encuestas realizadas directamente en las empresas pesqueras, según la "Ficha de Operatividad de la Flota Pesquera" incorporada en el capítulo "Anexos" de la Oferta Técnica.

## 2.2. CARACTERIZACION DE LA FLOTA

Se analizó la información correspondiente a las características físicamente cuantificables de las embarcaciones, en base a variables generales, geométricas, funcionales y operacionales. Se consideró sólo las unidades de pesca industriales (capacidad de bodega  $\geq 100 \text{ m}^3$ ) que emplean equipos y artes de pesca de cerco de jareta. Las variables analizadas fueron:

### (i) Características generales

PL = plantilla (americana o nórdica)  
 AC = año de construcción  
 NACOM = número de acomodaciones

### (ii) Características geométricas

L = eslora máxima (m)  
 B = manga máxima (m)  
 D = puntal de construcción (m)  
 CUNO = número cúbico ( $\text{m}^3$ )  
 TRG = tonelaje de registro grueso (ton)

### (iii) Características funcionales

CB = capacidad de bodega ( $\text{m}^3$ )  
 CC = capacidad de combustible (litros)  
 Vmáx = velocidad máxima (nudos)  
 HP = potencia continua del motor principal (Hp)  
 CONS = consumo del motor principal (litros)

### (iv) Características operacionales

SP = sistema de pesca  
 LRS = longitud de relinga superior de la red (m)  
 AR = altura máxima de la red (m)  
 TR = hélices laterales

## 2.3. ANALISIS DE LA INFORMACION

### 2.3.1. CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS EMBARCACIONES

Las variables fueron analizadas mediante regresiones entre pares de variables, buscando los mejores ajustes. Para tal efecto, se consideró relaciones entre pares de variables geométricas entre sí, funcionales entre sí, operacionales entre sí y generales entre sí. Para análisis posteriores, se retuvo aquellas con mayor coeficiente de determinación ( $r^2$ ).

### 2.3.2. CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS EMBARCACIONES Y CAPTURAS

Debido a que cada embarcación no opera todo el tiempo de manera regular, ni durante todo el año, en los análisis entre variables físicas y capturas se ha considerado las capturas promedio mensual (CPM) durante 1994, por embarcación, tomando en cuenta sólo los meses efectivamente trabajados. Posteriormente, se cuantificó mensualmente el esfuerzo de pesca aplicado al recurso jurel y la captura por unidad de esfuerzo, a partir de junio de 1994.

### 2.3.3. ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA

La cuantificación del esfuerzo de pesca estándar requiere analizar previamente las variables asociadas que lo determinan, como es el poder de pesca relativo en relación al esfuerzo nominal (Rothschild, 1977; citado en Veloso y Arrizaga, 1987). La dificultad se presenta al estandarizar el esfuerzo de pesca en una flota cerquera altamente heterogénea, como aquella de la unidad de pesquería que nos preocupa en

este estudio, la que presenta embarcaciones con diferente tamaño, tipos de plantilla y sistemas de pesca.

En la búsqueda de la medida de esfuerzo de pesca más adecuada, se eligió la variable acarreo (=capacidad de bodega movilizada;  $m^3$ ), que es el producto entre los días fuera de puerto (DFPTO) y la capacidad de bodega (CB;  $m^3$ ).

#### 2.3.4. ESTRATOS DE EMBARCACIONES DE CERCO

La agregación de distintas unidades básicas (embarcaciones) de la flota en estratos homogéneos se analizó mediante Análisis Discriminante Múltiple, considerando las principales características físicas elegidas según el coeficiente de determinación.

De acuerdo a Shimada y Schafer (1956), se utilizó la variable capacidad de bodega (CB,  $m^3$ ) para categorizar por tamaños a las embarcaciones de la flota industrial de cerco, ya que esta variable se relaciona significativamente con otras variables físicas (Sepúlveda, 1992).

Las razones para indagar en la estratificación de las embarcaciones en grupos internamente homogéneos son: (1) eliminar sesgos debido a la distribución diferencial del esfuerzo de pesca en grupos de embarcaciones, y (2) reducir la varianza de los estimadores (Polacheck, 1989). Además, este procedimiento se realiza para satisfacer el principal supuesto, que el esfuerzo de pesca debe ser medido en unidades homogéneas (Taylor y Prochaska, 1985).

## 2.3.5. PODER DE PESCA RELATIVO Y ESFUERZO DE PESCA

Para determinar el esfuerzo de pesca estándar que ejercen embarcaciones de diferente tamaño sobre el recurso jurel, es necesario determinar el Poder de Pesca Relativo (PPR) como una medida de la eficiencia entre grupos de embarcaciones, definido como la razón entre el rendimiento de pesca de una categoría de embarcaciones y el rendimiento de pesca del grupo de embarcaciones estándar, según la expresión

$$PPR_{ij} = \frac{\frac{C_{ij}}{Aca_{ij}}}{\frac{C_{is}}{Aca_{is}}} \quad (2)$$

donde:  $C_{ij}$  son las capturas del estrato de embarcaciones  $j$  en el mes  $i$ ;  $C_{is}$  son las capturas del estrato de embarcaciones estándar en el mes  $i$ ;  $Aca_{ij}$  es el acarreo ( $m^3$ ) del estrato de embarcaciones  $j$  en el mes  $i$ ;  $Aca_{is}$  es el acarreo ( $m^3$ ) del estrato de embarcaciones estándar en el mes  $i$ .

El esfuerzo de pesca estándar ( $f_{ij}$ ) corresponderá al producto entre el esfuerzo de pesca nominal ( $n_{ij}$ ) y el  $PPR_{ij}$ , según la expresión

$$f_{ij} = PPR_{ij} \times n_{ij} \quad (3)$$

donde:  $n_{ij}$  es el número de embarcaciones del estrato  $j$  en el mes  $i$ ;  $PPR_{ij}$  fue definido previamente.

El esfuerzo total estandarizado de la flota ( $f_t$ ) corresponde a la suma de los esfuerzos estándar  $f_{ij}$  de cada estrato de embarcaciones  $j$ , definido por:

$$f_t = \sum_{j=1}^m f_{tj} \quad (4)$$

donde  $m$  es el número total de estratos de embarcaciones  $j$ .

### 2.3.6. INDICE DE CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE)

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se calcula según la expresión:

$$CPUE = \frac{\sum_{j=1}^m C_{tj}}{\sum_{j=1}^m f_{tj}} \quad (5)$$

donde:  $C_{tj}$  es la captura total del estrato de embarcaciones  $j$ ;  $f_{tj}$  es el esfuerzo de pesca estándar total del estrato de embarcaciones  $j$ .

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. ANTIGUEDAD DE LA FLOTA

La flota industrial de cerco de la zona centro-sur está constituida por embarcaciones construidas desde 1942 hasta 1995 (Fig. 1), predominando aquellas construidas en la década de los años 60 (36%). Sin embargo, existe una cantidad

significativa de embarcaciones cuya construcción data de las décadas de los años 80 y 90 (17%, en cada caso), lo que indica que la flota se ha ido renovando. Actualmente, la antigüedad promedio de la flota es de 20 años.

En efecto, según lo informado por Salas et al. (1988), hasta 1987 la flota industrial de cerco de las Regiones V a IX estaba constituida principalmente por embarcaciones antiguas, de la década de los años 60 y anteriores (55%). Las embarcaciones construidas en la década de los años 80 no superaban el 15%, y la antigüedad promedio de la flota era de 25 años.

### 3.2. TAMAÑO DE LA FLOTA

En el lapso de 30 años, desde 1965 hasta 1994, la flota industrial de cerco de la VIII Región ha mostrado tres fases (Fig. 2): un crecimiento muy moderado hasta 1969, seguido de una estabilización en el número de embarcaciones hasta 1980, continuando con un crecimiento prácticamente lineal en la cantidad de barcos que ingresaron anualmente, para superar las 135 embarcaciones en 1994.

El ingreso de nuevas naves en los últimos años se debe a dos causas. Primero, a aquellas que estaban autorizadas algunos años antes, quedando registradas como cumplimiento a la Ley General de Pesca y Acuicultura; y, segundo, a la autorización para el ingreso de nuevas embarcaciones, a través de una modificación a dicha Ley, asignando a cada empresa una determinada capacidad de bodega, según la capacidad de proceso en tierra de las nuevas plantas que se instalaron en las Regiones V y VIII.

## DISEÑO DE LAS EMBARCACIONES DE CERCO

Básicamente, el diseño de una embarcación cerquera industrial corresponde a las plantillas americana o nórdica. La primera se caracteriza por tener el puente a proa, con la bodega y plataforma de trabajo desde la mitad hacia popa. La plantilla nórdica presenta el puente hacia popa, con la bodega y plataforma de trabajo desde el centro de la embarcación hacia proa.

Actualmente, las embarcaciones de diseño americano constituyen el 41% de la flota; complementariamente, el 59% corresponde a las de diseño nórdico. Esto contrasta con lo informado por Salas *et al.* (1988), quienes comunicaron que, hasta 1987, la plantilla americana daba cuenta del 82% de las embarcaciones de la flota de la zona centro-sur de Chile. Posteriormente, Sepúlveda (1992) comunicó que un 44% de esta flota presentaba la plantilla americana y un 56% la nórdica.

Este cambio en el tipo de plantilla de la flota de cerco industrial de Chile centro-sur se debe a la salida de embarcaciones pequeñas, con capacidad de bodega hasta 350 m<sup>3</sup>, y al ingreso de nuevas y mayores embarcaciones. En general, las embarcaciones de plantilla nórdica no poseen embarcación auxiliar (=panga), la que ha sido reemplazada por hélices laterales para facilitar las maniobras, lo que ha dado mejores resultados en condiciones de tiempo adversas.

### 3.4. SISTEMAS DE PESCA

El sistema de pesca que predomina en las embarcaciones industriales de cerco de la flota de Chile centro-sur es el TRIPLEX (Fig. 3), con el que cuenta el 42% de la flota. Este

sistema de pesca fue introducido en Chile en 1982 (Salas et al., 1988), y no utiliza embarcación auxiliar, la que es reemplazada por un ancla de mar; además, reemplaza al "power block" típico del sistema MARCO por un sistema de rodillos que ayudan en el virado de la red (Triplex Net Winche) e incorpora un deslizador de red (Transport rollers) entre el winche virador triple (Net winche) y el adujador (Net granes).

El segundo sistema de pesca es el sistema PETREL, introducido en Chile en 1978 (Martínez et al., 1981); consta de un conjunto de winches de red suspendidos a menor altura que el "power block" del sistema MARCO. Este sistema lo posee el 31% de la flota (Fig. 3). El tercer sistema de pesca es el MARCO, introducido en Chile desde inicios de la pesquería industrial de cerco (Salas et al., 1988), correspondiendo a los primeros elementos mecanizados para el virado de la red, y lo posee actualmente el 11% de las embarcaciones (Fig. 3).

Otros sistemas de pesca son el ABBAS y ASENAV, de características muy similares al sistema TRIPLEX (Salas et al., 1988), los que representan un 3 y 5% de la flota, respectivamente, y los sistemas combinados MARCO-TRIPLEX (6%) y MARCO-PETREL (2%) (Fig. 3).

### 3.5. CAPACIDAD DE BODEGA PROMEDIO Y ACUMULADA

La capacidad de bodega de la flota industrial de cerco, tanto promedio como acumulada, específicamente de la VIII Región, se mantuvo en niveles bajos hasta 1980 (Fig. 4). Posteriormente, ocurre un fuerte incremento, lo que justamente da cuenta del gran tamaño de las nuevas naves. Actualmente, la capacidad de bodega promedio es de 599,4 m<sup>3</sup> y la capacidad de bodega acumulada de la flota es de 81 mil m<sup>3</sup>.

### RELACIONES ENTRE CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS EMBARCACIONES DE CERCO

#### 3.6.1. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

Un resumen de las relaciones entre pares de variables geométricas (L=eslora, m; B=manga, m; D=puntal, m; CUNO=número cúbico, m<sup>3</sup>; TRG=tonelaje de registro grueso) se presenta en la Tabla 1. Todas las regresiones son significativas (p<0,05), siendo las más altas aquellas entre el CUNO y las otras variables, y TRG y las otras variables. Especialmente alta es la relación entre el CUNO y TRG (Fig. 5)

Tabla 1. Relaciones entre variables geométricas de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur.

X	Y	D	L	CUNO	TRG
B		$D = 0,27 B^{1,35}$ $r^2 = 0,45$ $n = 112$	$L = 2,01 B^{1,38}$ $r^2 = 0,61$ $n = 112$	$CUNO = 0,55 B^{3,73}$ $r^2 = 0,74$ $n = 112$	$TRG = -1,096,43 + 180,53 B$ $r^2 = 0,86$ $n = 112$
D			$L = 14,01 D^{0,64}$ $r^2 = 0,54$ $n = 112$	$CUNO = 70,81 D^{1,97}$ $r^2 = 0,84$ $n = 112$	$TRG = 21,98 D^{1,79}$ $r^2 = 0,67$ $n = 112$
L				$CUNO = 0,39 L^{2,28}$ $r^2 = 0,86$ $n = 112$	$TRG = 0,10 L^{2,27}$ $r^2 = 0,82$ $n = 112$
CUNO					$TRG = 0,30 CUNO^{0,97}$ $r^2 = 0,92$ $n = 130$

#### 3.6.2. CARACTERISTICAS FUNCIONALES

Un resumen de las principales relaciones entre pares de variables funcionales (CB=capacidad de bodega, m<sup>3</sup>; HP=potencia del motor principal, Hp; CC=capacidad de combustible, l; Vmáx=velocidad máxima, nds; CONS=consumo del motor principal, l/Hr), se presentan en la Tabla 2. Todas las relaciones son significativas (p<0,05), siendo las más altas aquellas asociadas a la capacidad de bodega y la potencia del motor principal (Fig.6).

Tabla 2. Relaciones entre variables funcionales de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur

X	Y	Vmáx	CONS	HP	CB
CC		$Vmáx = 4,27 CC^{0,10}$ $r^2 = 0,36$ $n = 85$	$CONS = 0,54 CC^{0,54}$ $r^2 = 0,64$ $n = 85$	$HP = 2,90 CC^{0,57}$ $r^2 = 0,74$ $n = 85$	$CB = 1,01 CC^{0,58}$ $r^2 = 0,86$ $n = 112$
Vmáx			$CONS = 0,09 Vmáx^{3,07}$ $r^2 = 0,51$ $n = 85$	$HP = -2,674,72 + 349,59 Vmáx$ $r^2 = 0,53$ $n = 85$	$CB = 0,34 Vmáx^{2,95}$ $r^2 = 0,47$ $n = 85$
CONS				$HP = 14,17 CONS^{0,87}$ $r^2 = 0,84$ $n = 85$	$CB = 6,34 CONS^{0,84}$ $r^2 = 0,71$ $n = 85$
HP					$CB = 0,46 HP^{0,98}$ $r^2 = 0,86$ $n = 126$

### 3.6.3. CARACTERISTICAS OPERACIONALES

Un resumen de las relaciones entre pares de variables operacionales (SP=sistema de pesca; LRS=longitud de relinga superior de la red, m; AR=alto máximo de la red, m; TR=hélices laterales), se presentan en la Tabla 3. La principal relación ocurre entre la longitud de relinga superior y el alto de la red (Fig. 7).

Tabla 3. Relaciones entre variables operacionales de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur.

X	Y	AR	TR	SP
LRS		$AR = -437,52 + 85,22 \ln(LRS)$ $r^2 = 0,66$ $n = 112$	$TR = 198,34 LRS^{-0,72}$ $r^2 = 0,34$ $n = 87$	$SP = 0,06 LRS^{0,54}$ $r^2 = 0,18$ $n = 87$
AR			$TR = -0,37 + 0,007 AR$ $r^2 = 0,46$ $n = 87$	$SP = 0,11 AR^{0,63}$ $r^2 = 0,35$ $n = 87$
TR				$SP = 2,72 TR^{-0,50}$ $r^2 = 0,23$ $n = 87$

### 3.6.4. CARACTERISTICAS GENERALES

Un resumen de las relaciones entre pares de variables generales (PL= tipo plantilla; ACON=año de construcción; NACOM: número de acomodaciones), se presenta en la Tabla 4. El tipo de plantilla no da cuenta del año de construcción ni del número de acomodaciones. En todos los casos, los coeficientes de determinación fueron bastante bajos, por lo cual estas variables no fueron incluidas en análisis posteriores.

Tabla 4. Relaciones entre variables generales de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur.

X	Y	NACOM	PL
AC		$\text{NACOM} = -103,28 + 0,061 \text{ AC}$ $r^2 = 0,081$ $n = 102$	$\text{PL} = 2,25 \times 10^{18} \text{ AC}^{-5.51}$ $r^2 = 0,084$ $n = 102$
NACOM			$\text{PL} = -0,50 \text{ NACOM}^{0,41}$ $r^2 = 0,036$ $n = 102$

### 3.6.5. RELACIONES ENTRE LAS PRINCIPALES VARIABLES FISICAS

Se seleccionó cinco variables físicas de las embarcaciones industriales de cerco, como representativas de las características geométricas (TRG, CUNO), funcionales (CB, HP) y operacionales (LRS), las que fueron relacionadas entre pares. Todas las relaciones (Tabla 5) son significativas ( $p < 0,05$ ).

Tabla 5. Relaciones entre las variables físicas seleccionadas por los grupos de características de las embarcaciones industriales de cerco

X \ Y	TRG	CUNO	HP	LRS
CB	TRG = 0,53 CB <sup>1,07</sup> r <sup>2</sup> = 0,93 n = 108	CUNO = 2,71 CB <sup>1,04</sup> r <sup>2</sup> = 0,84 n = 108	HP = 5,05 CB <sup>0,89</sup> r <sup>2</sup> = 0,85 n = 108	LRS = 74,04 CB <sup>0,43</sup> r <sup>2</sup> = 0,57 n = 108
TRG		CUNO = 5,12 TRG <sup>0,97</sup> r <sup>2</sup> = 0,90 n = 108	HP = 9,72 TRG <sup>0,81</sup> r <sup>2</sup> = 0,88 n = 108	LRS = 109,35 TRG <sup>0,38</sup> r <sup>2</sup> = 0,55 n = 108
CUNO			HP = 4,65 CUNO <sup>0,75</sup> r <sup>2</sup> = 0,78 n = 108	LRS = 57,03 CUNO <sup>0,39</sup> r <sup>2</sup> = 0,61 n = 108
HP				LRS = 53,87 HP <sup>0,42</sup> r <sup>2</sup> = 0,50 n = 108

### 3.7. RELACION ENTRE LAS PRINCIPALES VARIABLES FISICAS Y LAS CAPTURAS DEL AÑO 1994

En 1994, las capturas mensuales promedio por embarcación, se relacionaron de manera levemente potencial con la mayoría de las características físicas, presentando altos valores de r<sup>2</sup> en las relaciones con CB (Fig. 8), TRG (Fig. 9), CUNO (Fig. 10), HP (Fig. 11), y LRS (Fig. 12).

Con las variables geométricas CUNO y TRG, más las variables funcionales CB y HP, junto a la variable operacional LRS, se realizó una regresión múltiple con las capturas promedio mensual (CMP; ton), tomando en consideración el año 1994. El modelo queda expresado como:

$$CPM = e^{-0,604} * CUNO^{0,002} * TRG^{0,447} * CB^{0,418} * HP^{0,485} * LRS^{-0,095} \quad (6)$$

Un análisis de sensibilidad (Pauly, 1986), permite identificar a qué variables es más sensible la estimación de CPM. En

nuestro caso, el modelo es más sensible a variaciones de HP, TRG y CB que a cambios en LRS, mientras que variaciones del CUNO no afectan CPM (Fig. 13). Lo anterior, unido a que el CUNO presenta el menor coeficiente de determinación en la relación con las capturas promedio mensual (Fig. 10), permite establecer que la variable Número Cúbico carece de importancia en relación a las otras características físicas de las embarcaciones de cerco, según el modelo de la Ecuación (6). Por lo tanto, su expresión final es:

$$CPM = e^{-0,603} * TRG^{0,450} * CB^{0,417} * HP^{0,485} * LRS^{-0,094} \quad (7)$$

con un coeficiente de determinación significativo de 0,84 ( $p < 0,001$ ), y cuya forma lineal es:

$$\ln(CPM) = -0,603 + 0,450 \ln(TRG) + 0,417 \ln(CB) + 0,485 \ln(HP) - 0,094 \ln(LRS) \quad (8)$$

### 3.8. ESTRATOS DE EMBARCACIONES

En la búsqueda de la identificación de estratos homogéneos de embarcaciones industriales de cerco, se aplicó un Análisis Discriminante Múltiple (ADM) que utilizó como variables dependientes las características físicas de las embarcaciones consideradas en el modelo de la Ecuación (7), y como variable clasificatoria el estrato de capacidad de bodega (Tabla 6).

Tabla 6. Estratos de embarcaciones industriales de cerco, por capacidad de bodega (CB)

Estrato	CB (m <sup>3</sup> )	n° embarcaciones
1	< 300	17
2	300 - 399	18
3	400 - 549	19
4	550 - 649	17
5	650 - 749	22
6	750 - 999	28
7	>1000	21

El resultado del ADM revela una separación de las unidades de pesca (Tabla 7), según los estratos de capacidad de bodega definidos a priori (Tabla 6), ya que la sobreposición entre grupos es reducida, alcanzando las observaciones "mal clasificadas" sólo a 14%. En los estratos (4) y (7), todas las embarcaciones fueron "bien clasificadas", lo cual confirma la bondad de la estratificación por capacidad de bodega.

Tabla 7. Frecuencias de clasificación de las embarcaciones industriales de cerco, a través del Análisis Discriminante Múltiple (ADM); "grupo" corresponde a las observaciones asignadas a priori por estrato de CB; "predicho" corresponde a la reclasificación con el ADM

GRUPO	PREDICHO							TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	
1	13	4	0	0	0	0	0	17
2	0	17	1	0	0	0	0	18
3	0	5	14	0	0	0	0	19
4	0	0	0	17	0	0	0	17
5	0	0	0	5	17	0	0	22
6	0	0	0	0	4	23	1	28
7	0	0	0	0	0	0	21	21
Total	13	26	15	22	21	23	22	142

### 3.9. ESTRATO ESTANDAR

Se ha elegido como estrato estándar aquel ubicado en el centro de la clasificación, esto es, el cuarto estrato de embarcaciones, en el rango de CB entre 550 y 649 m<sup>3</sup>, el que está representado por 17 barcos (Tablas 6 y 7); sobre éste, los estratos (1), (2) y (3) presentan 54 embarcaciones, y en los tres últimos estratos (estratos 5, 6 y 7) el número de embarcaciones alcanza a 71.

### 3.10. PODER DE PESCA RELATIVO

El poder de pesca relativo por estratos de embarcaciones, de acuerdo a la Ecuación (1), presenta valores relativamente parecidos y aproximados a uno (Tabla 8). Lo anterior se debe a que el rendimiento de pesca de los diferentes estratos es similar al rendimiento de pesca del estrato de embarcaciones estándar, y es independiente de las características de las embarcaciones, como los equipos a bordo o los avances tecnológicos que presenten.

Tabla 8. Poder de pesca relativo por estratos de embarcaciones industriales ( $PPR_i$ ), en 1994, considerando la razón entre los rendimientos de pesca de cada estrato y el estrato (4) estándar

Estrato de CB (m <sup>3</sup> )	$PPR_i$
1	0,8092
2	0,8906
3	1,0369
4	1,0000
5	1,0417
6	1,0356
7	0,8845

Debido a las inconsistencias en los resultados del  $PPR_i$ , utilizando la razón de rendimientos entre un estrato  $i$  y el estrato estándar (Tabla 8), se buscó una medida que explique más claramente las diferencias entre los estratos a través del poder de pesca relativo. Esta medida se basa en el modelo de la Ecuación 5, el cual predice capturas en función de las características físicas de cada embarcación. La ventaja principal de este método es que permite evaluar el efecto de las variables geométricas, funcionales y operacionales de las embarcaciones en el poder de pesca.

En atención a lo anterior, se redefine el poder de pesca relativo ( $PPR_i'$ ) como:

$$PPR_i' = \frac{\mu_i}{\mu_s} \quad (9)$$

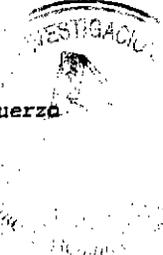
donde  $\mu_i$  corresponde al modelo 5 aplicado a la embarcación  $i$ ;  $\mu_s$  corresponde al modelo 5 aplicado a la embarcación estándar.

Se define embarcación estándar a la moda del estrato estándar (Tabla 6). La embarcación estándar corresponde entonces a una embarcación de 550 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega, evaluada como:

$$\begin{aligned} \mu_s &= e^{-0,603} * 455^{0,450} * 550^{0,417} * 1353^{0,485} * 1124^{-0,094} \\ &= 2.036,4 \end{aligned}$$

Los  $PPR_i$  por embarcación se entregan en la Tabla 9. El rango de  $PPR_i$  abarca desde 0,114 hasta 4,098; para embarcaciones de 100 y 1.700 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega, respectivamente.

El  $PPR_i$  promedio se incrementa por estratos de embarcaciones desde 0,29 hasta 2,51; y el coeficiente de variación por



estratos varía entre 14 y 32% (Tabla 10)

Tabla 9. Poder de pesca relativo PPR<sub>1</sub>' de las embarcaciones de cerco industrial (N= número correlativo; EST= estrato de embarcaciones; '\*'= embarcaciones de San Antonio)

N°	ESTRATO	PPR <sub>1</sub> '	N°	ESTRATO	PPR <sub>1</sub> '	N°	ESTRATO	PPR <sub>1</sub> '
1	1	0.115	49	3	0.894	97	6	1.561
2	1	0.181	50	3	0.897	98	6	1.583
3	1	0.183	51	3	0.911	99	6	1.646
4	1	0.191	52	3	0.971	100	6	1.648
5	1	0.212	53	3	0.979	101	6	1.657
6	1	0.220	54	3	1.011	102	6	1.667
7	1	0.312	55	4	1.011	103	6	1.670
8	1	0.315	56	4	1.011	104	6	1.722
9	1	0.315	57	4	1.011	105	6	1.726
10	1	0.335	58	4	1.039	106	6	1.773
11	1	0.345	59	4	1.052	107	6	1.773
12	1	0.345	60	4	1.059	108	6	1.773
13	1	0.348	61	4	1.076	109	6	1.773
14	1	0.350	62	4	1.085	110	6	1.773
15	1	0.392	63	4	1.090	111	6	1.774
16	1	0.393	64	4	1.093	112	6	1.833
17	1	0.402	65	4	1.105	113	6	1.869
18	2	0.404	66	4	1.109	114	6	1.871
19	2	0.408	67	4	1.120	115	6	1.972
20	2	0.455	68	4	1.129	116	6	2.007
21	2	0.461	69	4	1.129	117	6	2.046
22	2	0.463	70	4	1.130	118	6	2.108
23	2	0.463	71	4	1.131	119	6	2.119
24	2	0.481	72	4	1.131	120	6	2.124
25	2	0.482	73	4	1.152	121	6	2.151
26	2	0.502	74	4	1.166	122	7	2.151
27	2	0.503	75	4	1.177	123	7	2.158
28	2	0.523	76	4	1.180	124	7	2.179
29	2	0.525	77	4	1.180	125	7	2.186
30	2	0.563	78	4	1.187	126	7	2.186
31	2	0.565	79	4	1.214	127	7	2.186
32	2	0.565	80	4	1.222	128	7	2.186
33	2	0.565	81	4	1.243	129	7	2.186
34	2	0.591	82	4	1.248	130	7	2.186
35	2	0.647	83	4	1.254	131	7	2.186
36	2	0.653	84	4	1.254	132	7	2.186
37	3	0.703	85	4	1.254	133	7	2.314
38	3	0.704	86	4	1.274	134	7	2.320
39	3	0.765	87	4	1.380	135	7	2.418
40	3	0.776	88	4	1.397	136	7	2.592
41	3	0.802	89	4	1.399	137	7	2.863
42	3	0.805	90	4	1.423	138	7	3.067
43	3	0.858	91	4	1.453	139	7	3.083
44	3	0.867	92	4	1.467	140	7	3.267
45	3	0.871	93	4	1.500	141	7	3.369
46	3	0.871	94	4	1.509	142	7	4.098
47	3	0.871	95	4	1.509			
48	3	0.881	96	6	1.532			

Tabla 10. Promedio, varianza y coeficiente de variación (CV) del PPR<sub>1</sub>' , por estratos de capacidad de bodega de las embarcaciones de cerco

Estrato	Promedio	Varianza	CV
1	0,2946	0,0087	31,67
2	0,5288	0,0088	17,78
3	0,8758	0,0416	23,29
4	1,1341	0,0542	20,54
5	1,2610	0,0310	13,96
6	1,7625	0,0728	15,31
7	2,5080	0,2949	21,65

Nota: para definición de estratos ver Tabla 6.

### 3.11. ESFUERZO DE PESCA

Debido a la inconsistencia en el cálculo del poder de pesca relativo ( $PPR_i$ ) con la Ecuación (1), según se ha detallado anteriormente, tampoco es posible arribar a un estimado razonable de esfuerzo de pesca estándar utilizando la Ecuación (2). Por lo tanto, es necesario definir nuevas medidas de esfuerzo de pesca estándar ( $f_i$ ), a saber:

$$f_{i,A} = PPR'_i * A_i \quad (7)$$

donde:

$f_{i,A}$  es el esfuerzo de pesca estándar de la embarcación  $i$  (considerando el acarreo o capacidad de bodega efectivamente movilizadas,  $A$ );

$PPR'_i$  es el poder de pesca relativo de la embarcación  $i$ ;

$A_i$  es el acarreo de la embarcación  $i$ .

Los valores de esfuerzo estándar pueden ser obtenidos anual o mensualmente, correspondiendo el valor anual a la suma de los valores mensuales; esto es

$$f_t = \sum_{i=1}^n f_i \quad (9)$$

3.12. ESFUERZO Y CPUE MENSUAL, DESDE JULIO DE 1994 A MARZO DE 1995

El esfuerzo nominal total de la flota de la V y VIII Región desde julio de 1994 hasta junio de 1995, medido como capacidad de bodega movilizadora (Tabla 11), correspondió a 21.274.982 m<sup>3</sup>. El esfuerzo estándar total, medido como acarreo estándar, alcanzó a 36.921.854 m<sup>3</sup> estándar, lo que representa un incremento de 73,5% respecto del esfuerzo nominal.

Desde julio de 1994 hasta junio de 1995, la c.p.u.e. (no estándar) alcanzó a 0,181 ton/m<sup>3</sup> (Tabla 12); en cambio, la CPUE estándar de toda la flota alcanzó a 0,104 ton/m<sup>3</sup>.

Tabla 11. Esfuerzo nominal y estándar mensual y total, medido como capacidad de bodega movilizadora o acarreo (m<sup>3</sup>), para el periodo julio de 1994 a junio de 1995.

	ACARREO NOMINAL (m <sup>3</sup> *día)	ACARREO ESTANDAR (m <sup>3</sup> *día)
julio (1994)	2.017.993	3.392.032
agosto	2.084.617	3.602.327
septiembre	1.393.017	2.509.367
octubre	975.818	1.935.858
noviembre	847.462	1.509.996
diciembre	1.100.553	1.833.716
enero (1995)	1.732.832	2.897.266
febrero	1.938.306	3.297.283
marzo	2.350.206	3.996.945
abril	2.085.676	3.570.857
mayo	2.421.251	4.244.155
junio	2.327.252	4.132.052
<b>TOTAL</b>	<b>21.274.982</b>	<b>36.921.854</b>

Tabla 12. Captura por unidad de esfuerzo nominal (c.p.u.e) y estándar (CPUE) por mes y total, utilizando el acarreo como medida de esfuerzo para el periodo julio de 1994 a junio de 1995.

	c.p.u.e (ton/m <sup>3</sup> )	CPUE (ton/m <sup>3</sup> )
julio (1994)	0,250	0,149
agosto	0,152	0,088
septiembre	0,078	0,043
octubre	0,069	0,035
noviembre	0,030	0,017
diciembre	0,155	0,093
enero (1995)	0,171	0,102
febrero	0,161	0,095
marzo	0,149	0,088
abril	0,257	0,150
mayo	0,246	0,140
junio	0,242	0,136
<b>TOTAL</b>	<b>0,181</b>	<b>0,104</b>

## 4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Böhm, G., A. Aranís, P. Barra, C. Martínez, C. Estrada, E. Estáy, M. Reyes, A.E. Orellana, V. Erbs y V. Bocic. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas zona centro-sur. 1986. Estado de situación del recurso. CORFO/Inst. Fom. Pesq. Chile (AP 87-4), 111 p.
- Caballero, L., L. Santillán y G. Rosson. 1992. Investigación del esfuerzo pesquero en las pesquerías chilenas: pesquerías pelágicas. Sardina española (Zona Norte) y jurel (Zona Sur). IFOP/CORFO SGI-IFOP 92/16, 38 p.
- Pauly, D. 1986. A simple method for estimating the food consumption of fish populations from growth data and food conversion experiments. Fish. Bull. 84(4): 827-840.
- Polacheck, T. 1989. Yellowfin tuna Thunnus albacares catch rates in the western Pacific. Fish. Bull. 87:123-144.
- Rothschild B. y A. Suda. 1977. Population dynamics of tuna. In: Fish Population Dynamics., J.A. Gulland (Ed.). John Wiley & Sons Ltda, N.Y.: 309-334.
- Salas, R., G. Lizama, J. Arias y G. Ortega. 1988. Análisis de la actividad pesquera extractiva nacional. II Caracterización de la flota industrial. 1 Flota cerquera. CORFO/IFOP. AP/89/1b, 132 p.
- Sepúlveda, C. 1992. Caracterización de la flota pesquera industrial de la VIII Región, Chile. Informe de Práctica Profesional para optar al Título de Tecnólogo en Recursos del Mar. Universidad Católica de la Santísima Concepción, 54 p.
- SERNAP. 1995. Anuario estadístico de pesca 1994. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, 236 p.
- Shimada, B. y M. Schafer. 1956. A study of changes in fishing effort, abundance, and yield for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 21:347-421.
- Taylor, G. y F. Prochaska. 1985. Fishing power functions in aggregate bioeconomic models. Mar. Res. Econom. 2(1):87-107.
- Veloso, C. y A. Arrizaga. 1987. El esfuerzo de pesca de la flota cerquera en la zona de Talcahuano (1965-1985). Una revisión preliminar del problema. En: Manejo y Desarrollo Pesquero. P. Arana (Ed). Escuela de Ciencias del Mar. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile: 167-179.

ANEXO FIGURAS

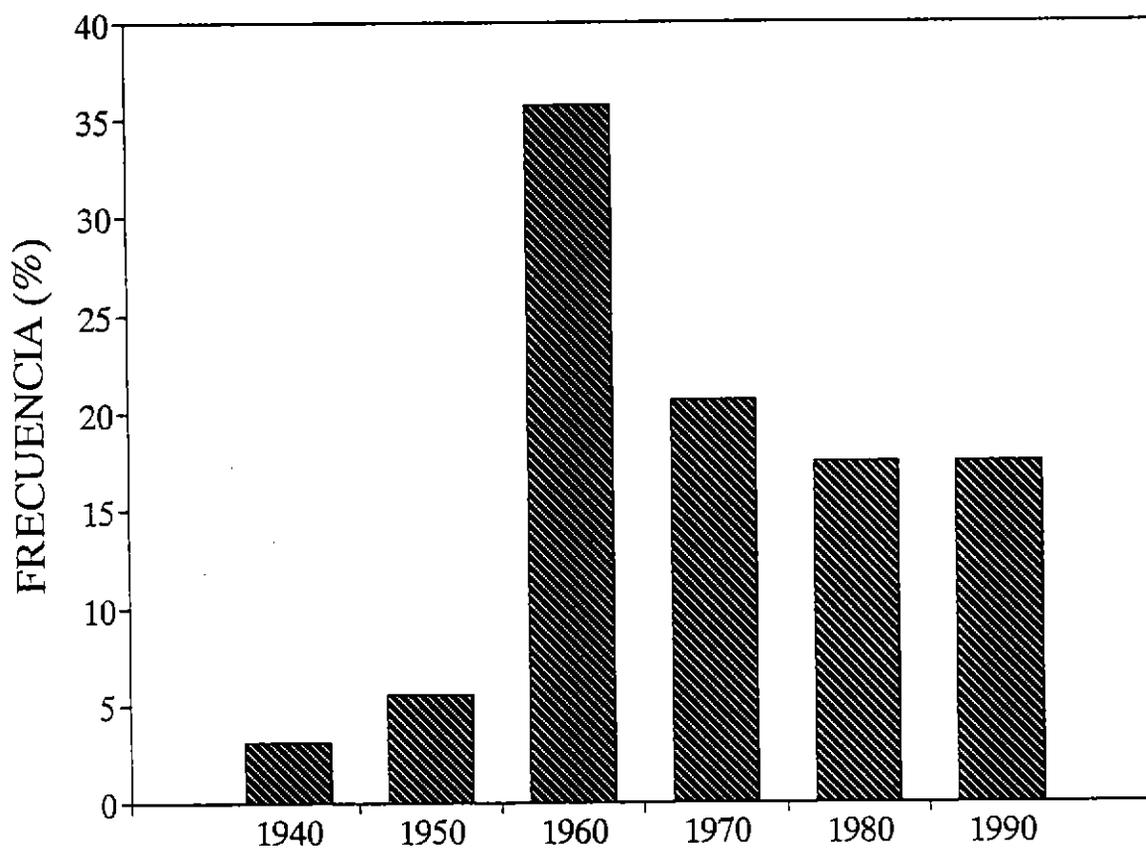


Figura 1. Frecuencia de año de construcción de las embarcaciones industriales de cerco, Regiones V a IX, por década.

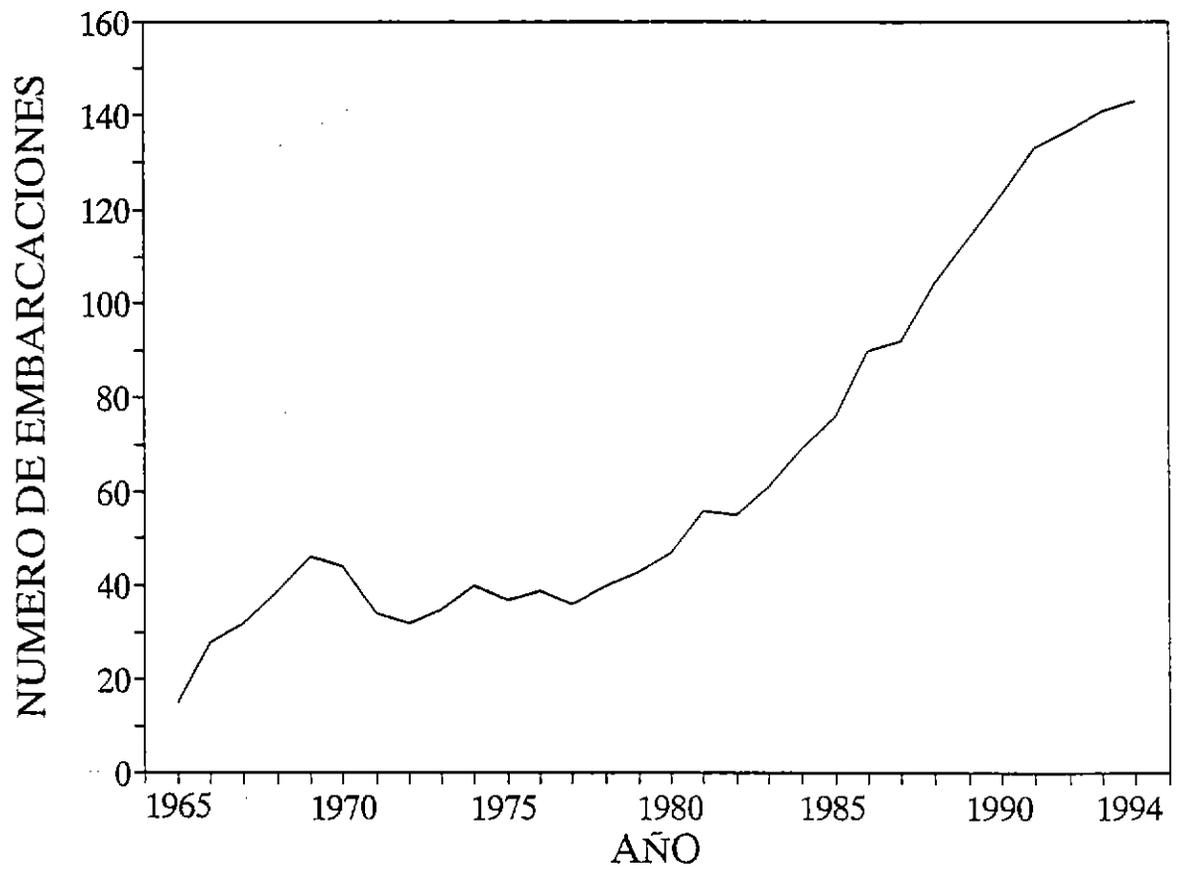


Figura 2.. Número anual de embarcaciones industriales de cerco, desde 1965 hasta 1994.

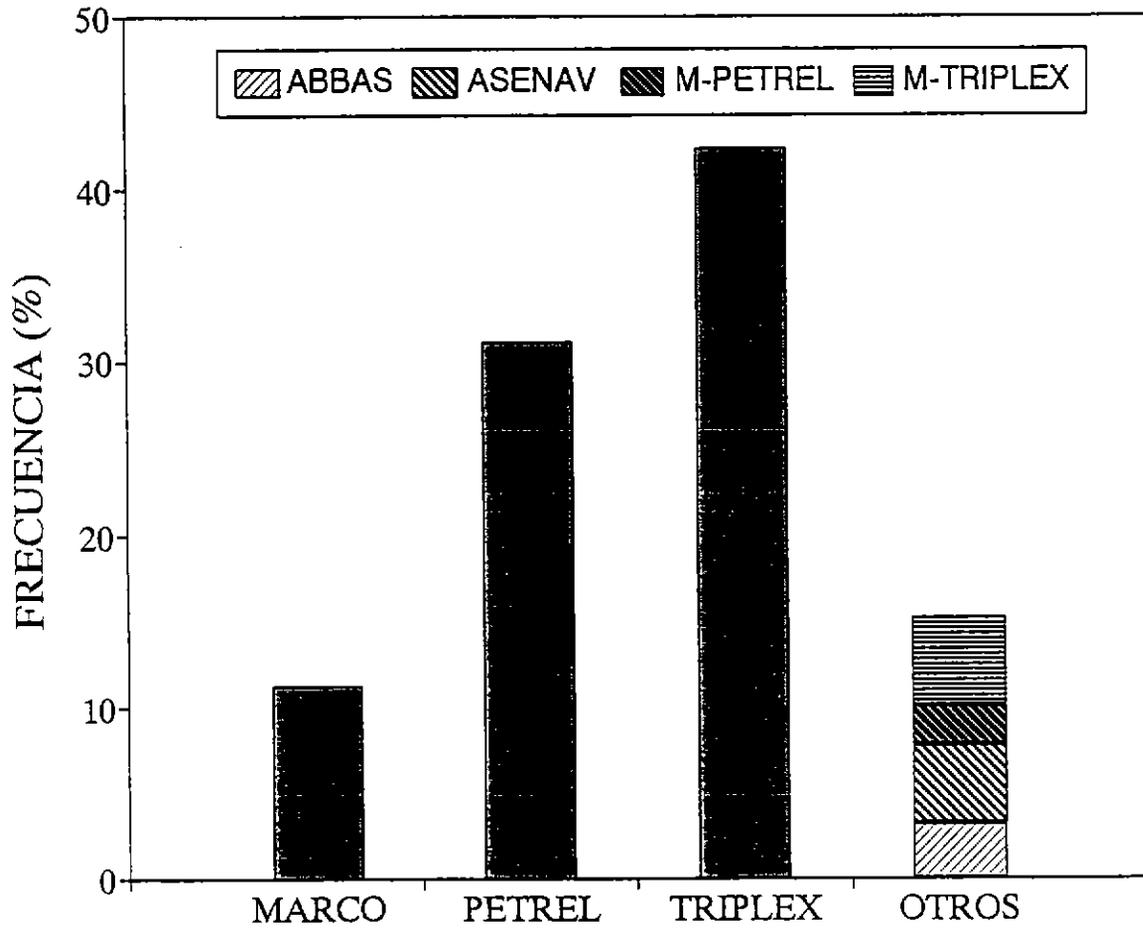


Figura 3. Frecuencia de los sistemas de pesca de las embarcaciones industriales de cerco en Chile centro-sur.

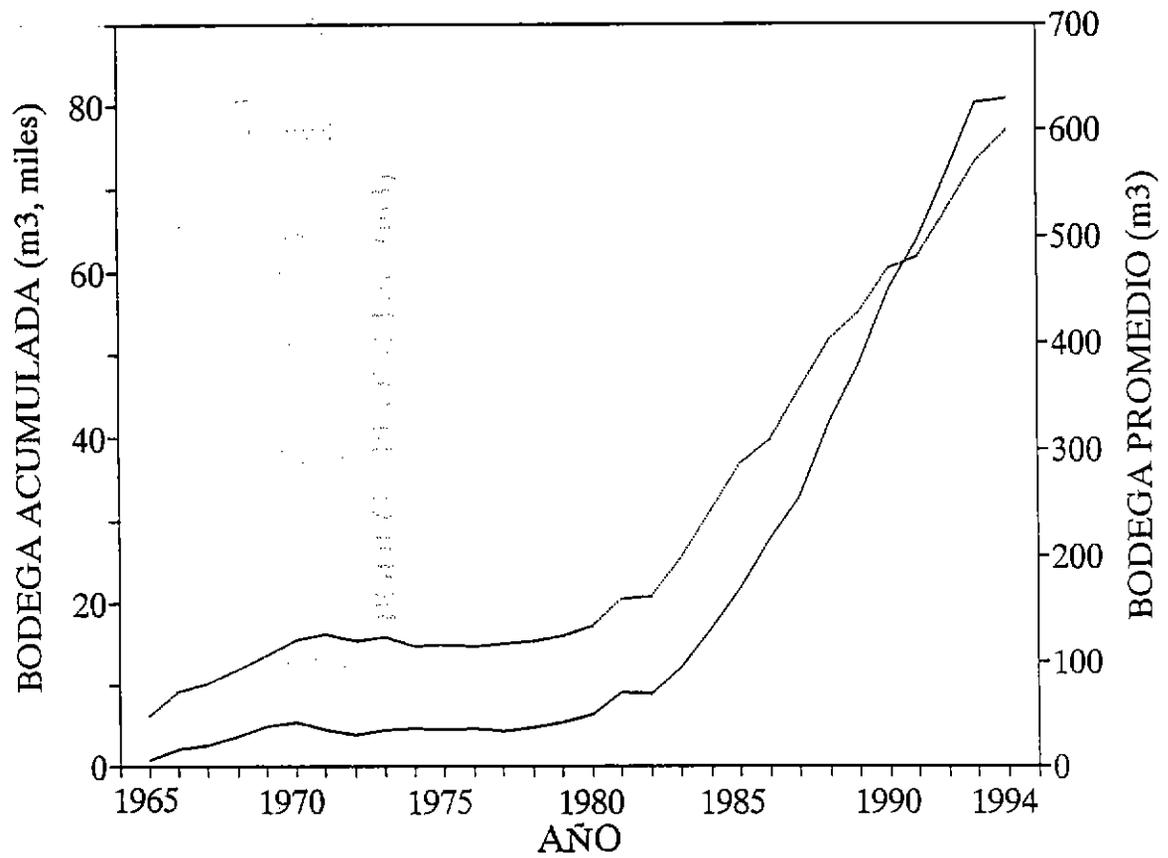


Figura 4. Capacidad de bodega acumulada anual (línea continua) y promedio anual (línea punteada) de la flota industrial de cerco de Talcahuano, desde 1965 hasta 1994.

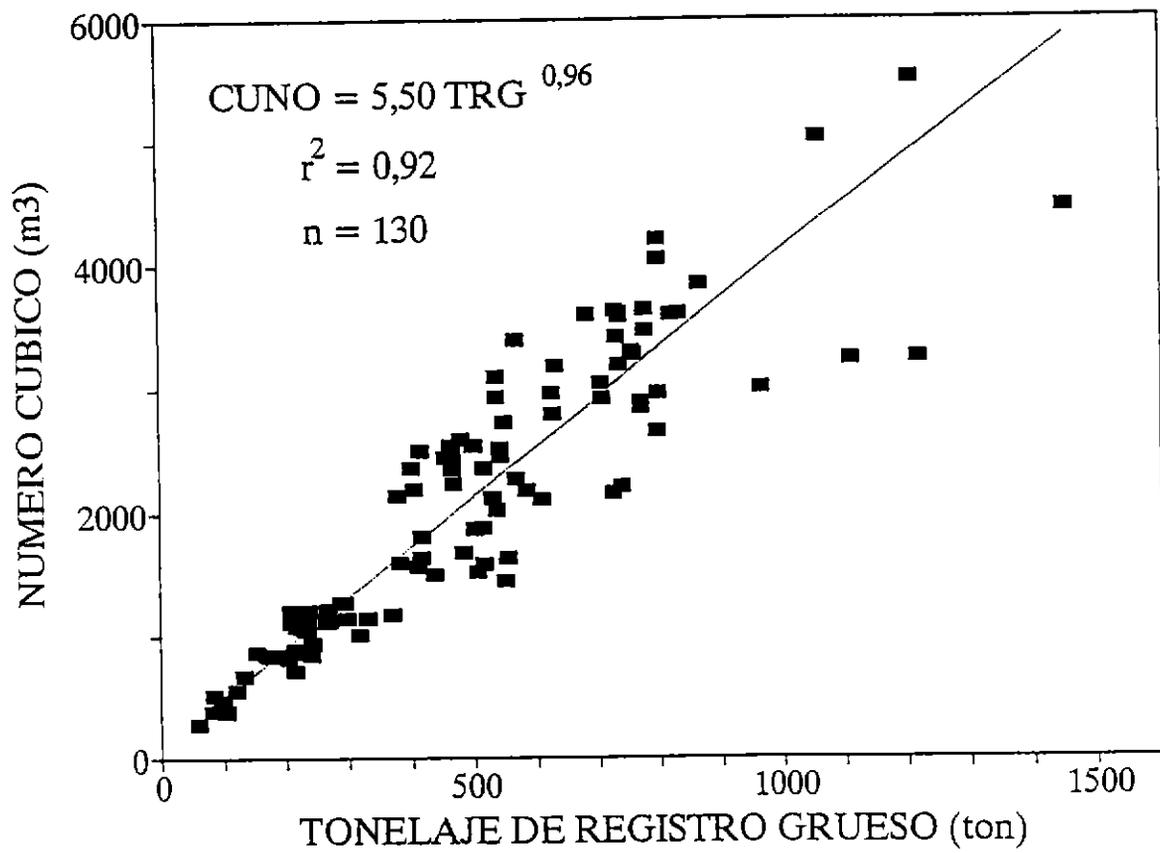


Figura 5. Relación entre el número cúbico (CUNO; m<sup>3</sup>) y el tonelaje de registro grueso (TRG; ton).

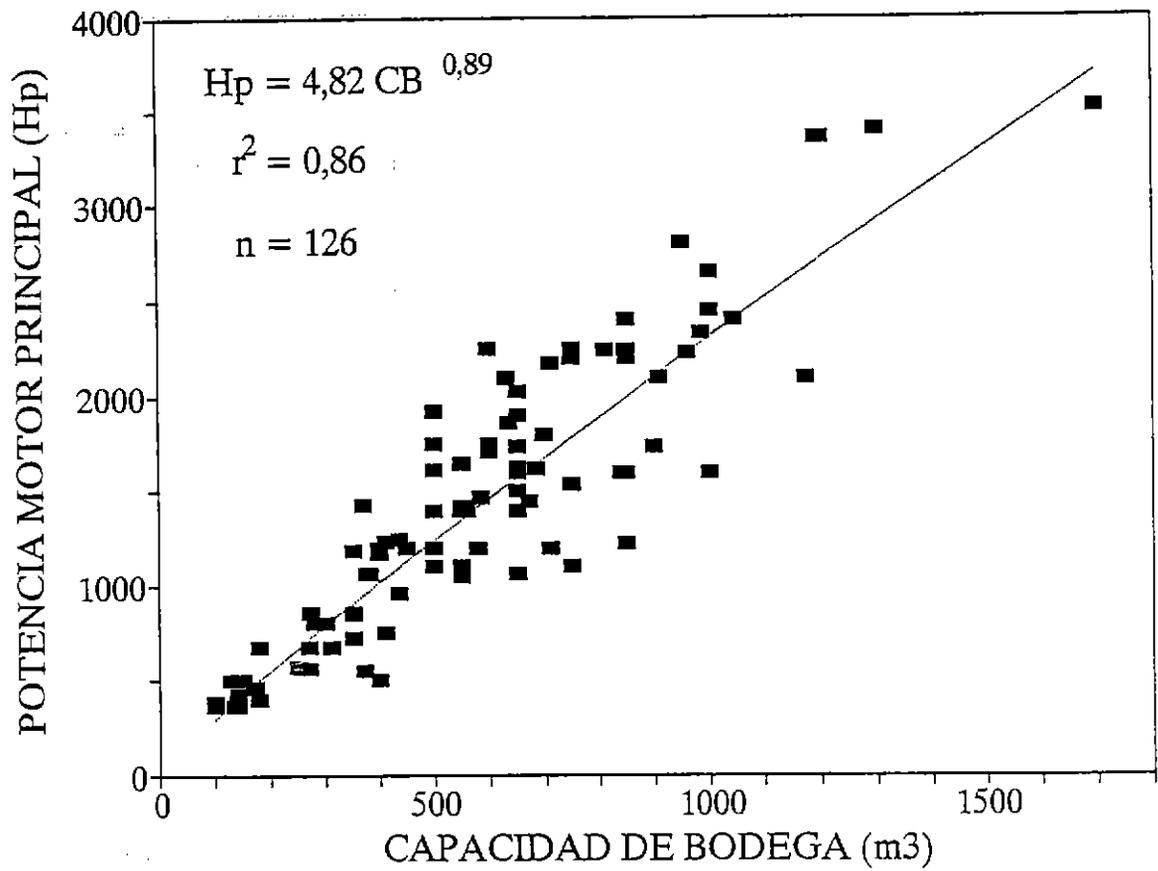


Figura 6. Relación entre la potencia del motor principal (Hp) y la capacidad de bodega (CB; m<sup>3</sup>).

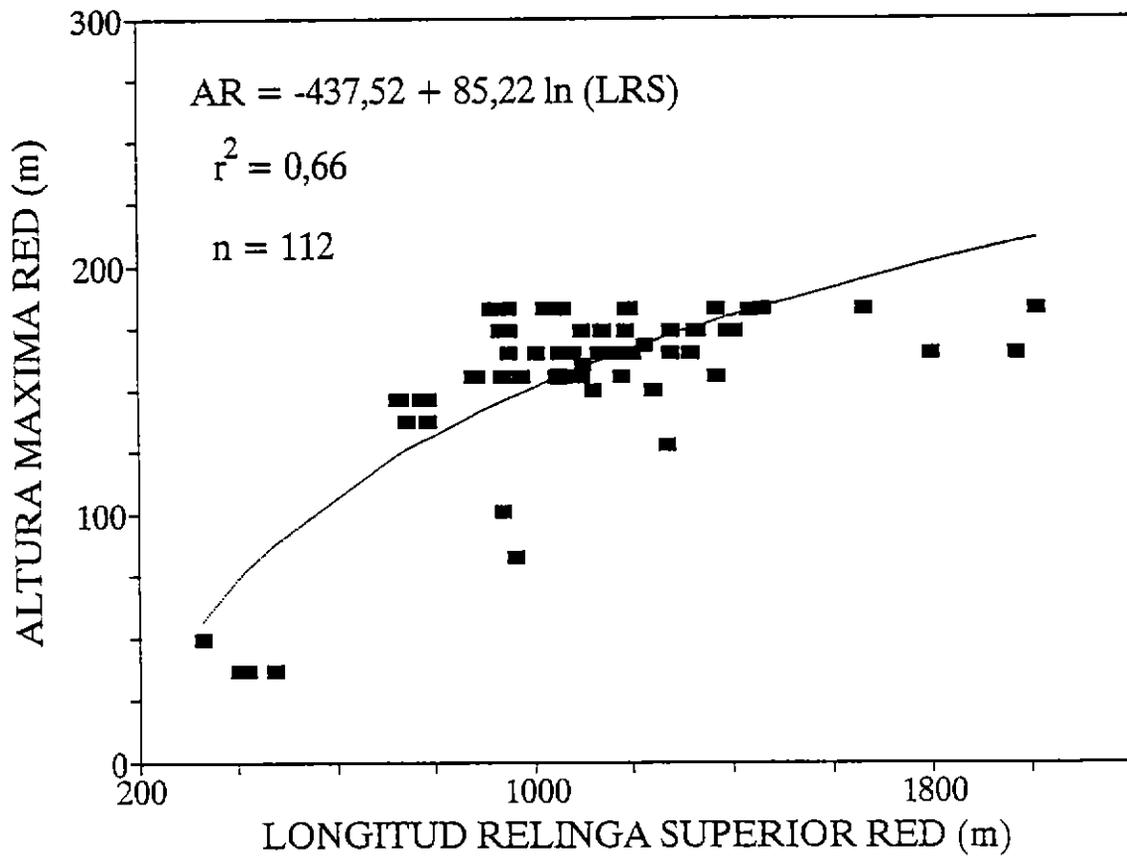


Figura 7. Relación entre la longitud de relinga superior (m) y el alto de la red (m).

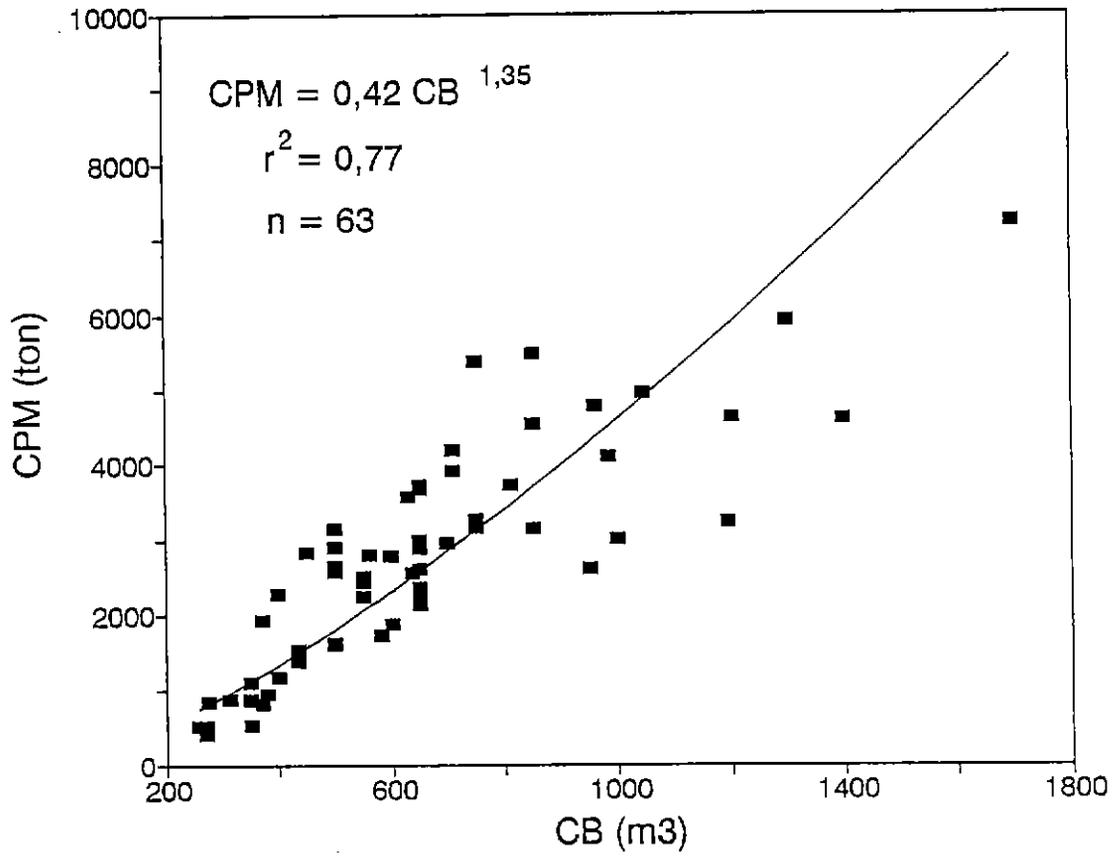


Figura 8. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM; ton) y la capacidad de bodega (CB; m<sup>3</sup>).

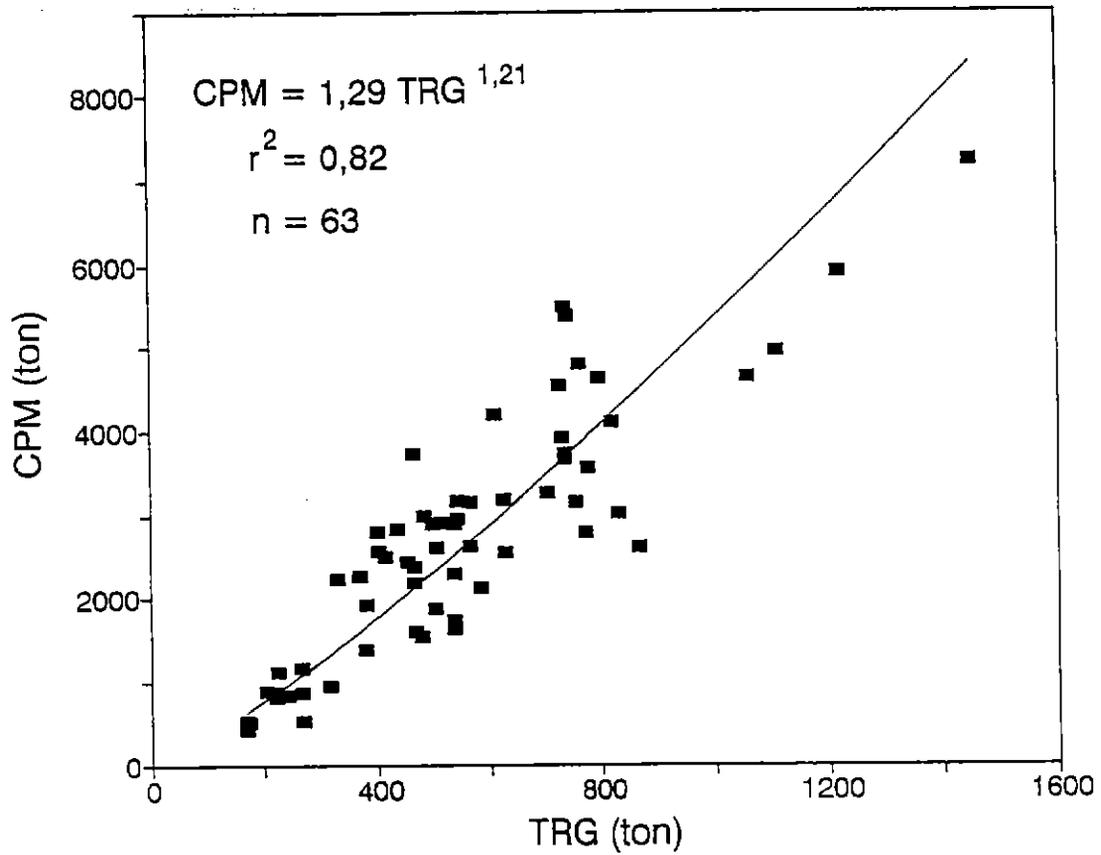


Figura 9. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM; ton) y el tonelaje de registro grueso (TRG; ton).

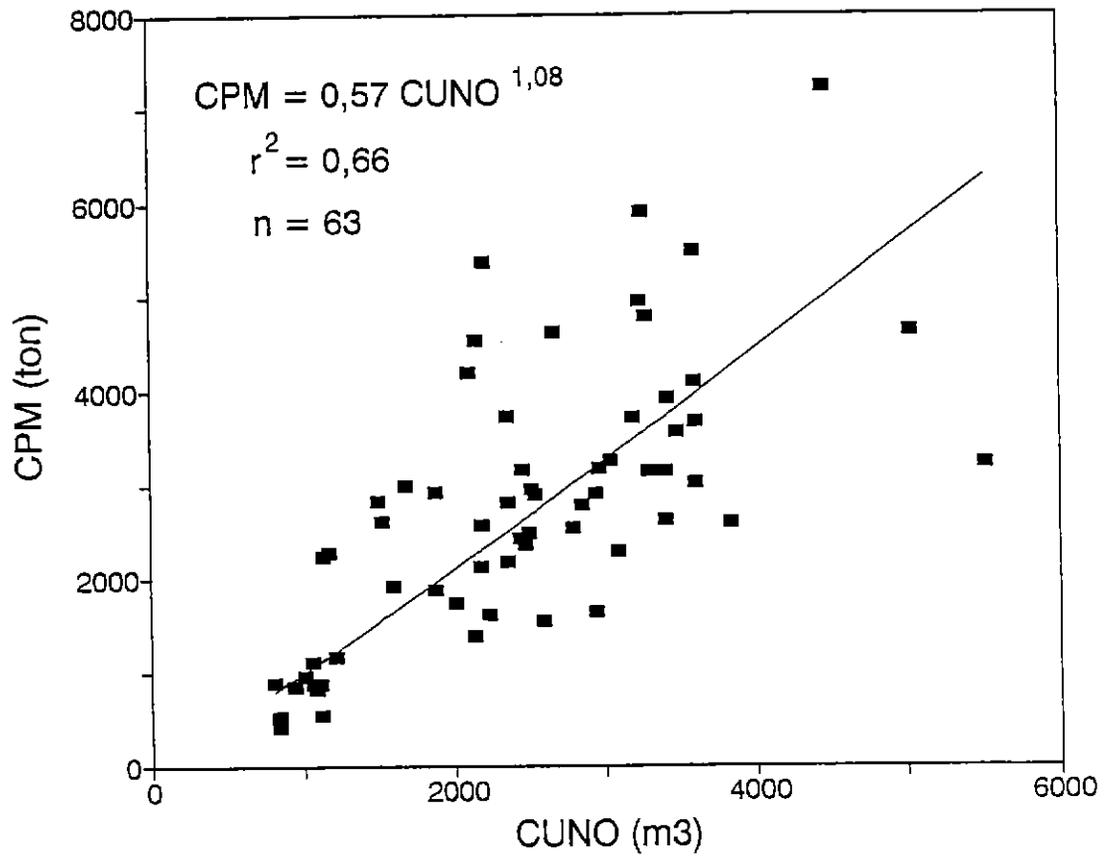


Figura 10. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM;ton) el número cúbico (CUNO; m<sup>3</sup>).

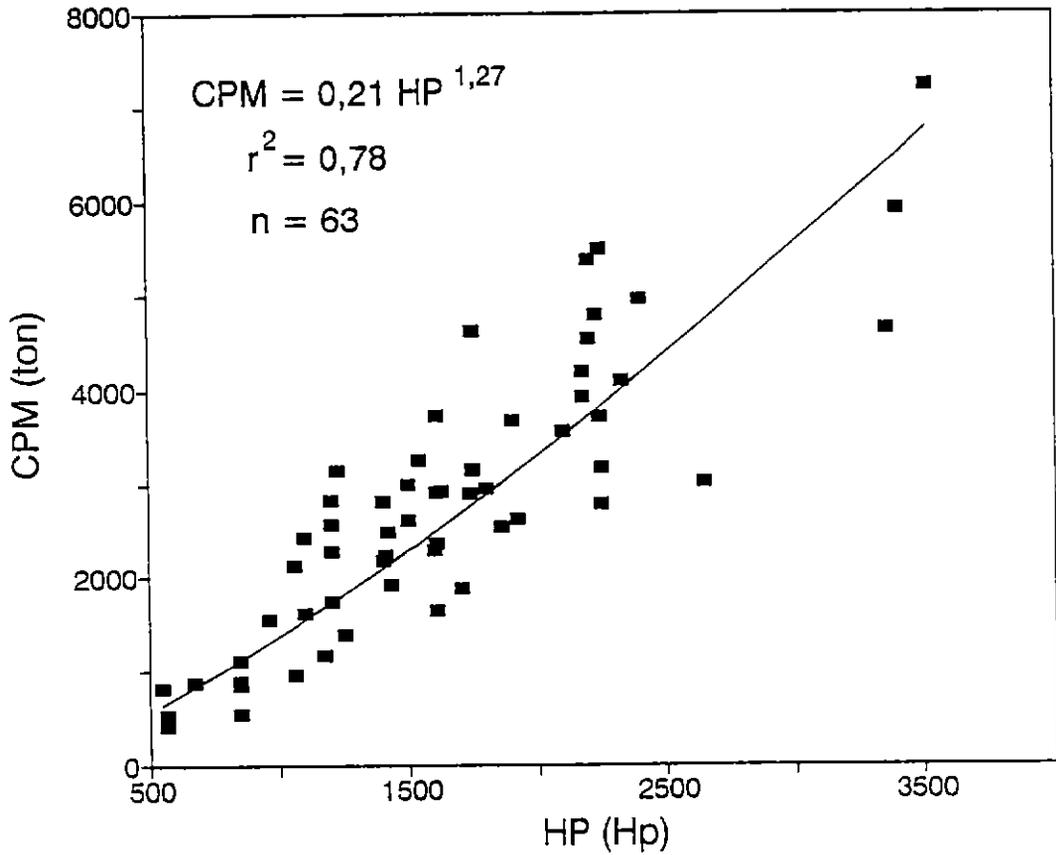


Figura 11. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM;ton) la potencia del motor principal (HP; Hp) .

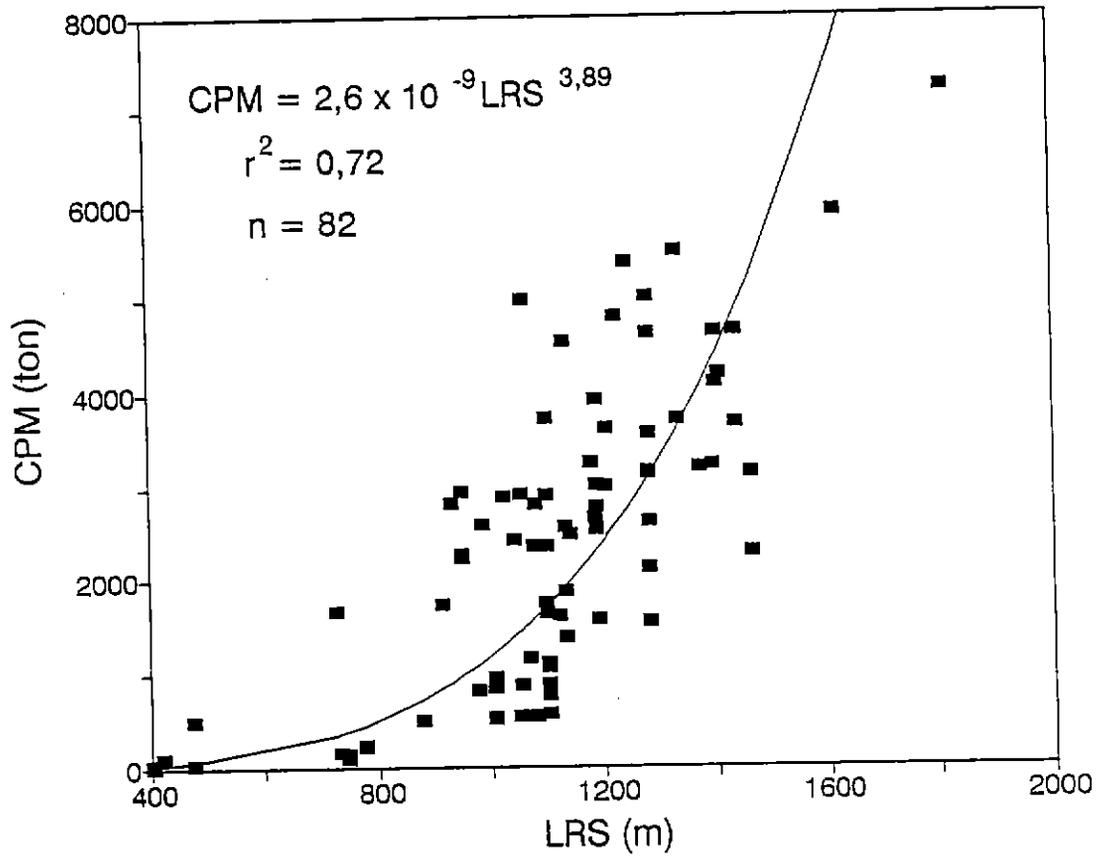


Figura 12. Relación entre las capturas mensuales promedio (CPM;ton) y la longitud de relinga superior de la red (LRS; m).

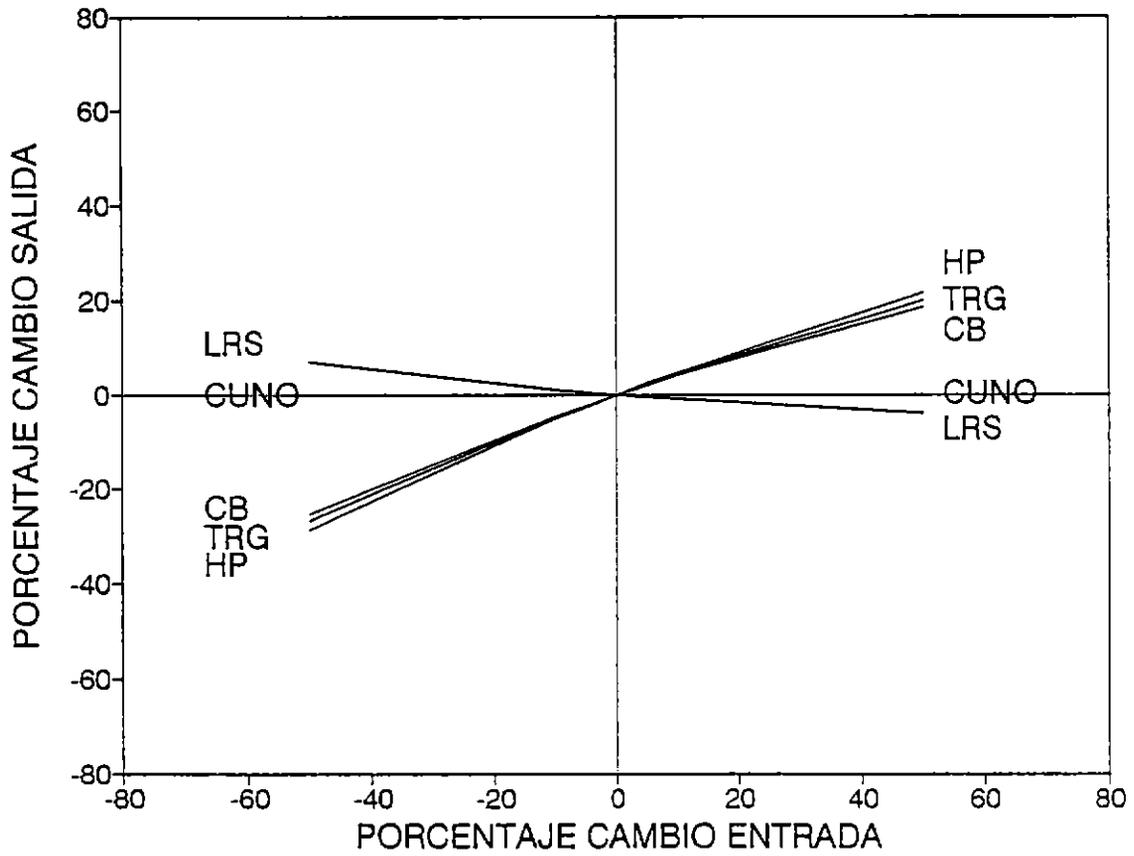


Figura 13. Resultado del análisis de sensibilidad realizado para el modelo potencial multiple que considera las características físicas de las embarcaciones de cerco.

COPY  
FO 12 1973

## CAPITULO 2

Determinación de la distribución y abundancia  
relativa del recurso jurel.

## RESUMEN EJECUTIVO

Se determina la distribución y abundancia relativa (captura por unidad de esfuerzo) del recurso jurel, tiempo de permanencia de las embarcaciones en las zonas de pesca, distancia entre las zonas de pesca diarias y puerto, y un índice de concentración mensual de la flota en la zona centro-sur de Chile, en el período julio de 1994 a junio de 1995, con información proveniente de la posición diaria de las embarcaciones, obtenida a través de registros diarios y con personal a bordo.

Se reconoce cuatro importantes períodos de pesca, los que representan un comportamiento particular de la flota, y probablemente del recurso, a saber:

- i) julio y agosto de 1994, caracterizado como un período de transición desde la época de engorde a la de desove, con un rápido cambio en la distribución y abundancia relativa del recurso jurel;
- ii) septiembre a noviembre de 1994, caracterizado por una muy baja abundancia relativa del recurso en toda el área de operación de la flota, lo que coincide con la época principal de desove;
- iii) diciembre de 1994 a febrero de 1995, caracterizado por una lenta transición entre el período de desove y engorde, con una progresiva acumulación del recurso en la zona costera;
- iv) desde marzo hasta junio de 1995, el recurso ingresa masivamente a las zonas de pesca con alta abundancia relativa en una amplia área de distribución.

El análisis conjunto sobre bases diarias de la dinámica espacial y temporal de las zonas de pesca con la CPUE permitió determinar que los eventos de pesca tienen una duración de 2 a 8 días, con un promedio mensual de 4 días.

El tiempo de permanencia de las embarcaciones en las zonas de pesca fluctuó entre 1,3 y 2,5 días, para todas las embarcaciones industriales. Sin embargo, el tiempo de permanencia en zona de pesca presenta variaciones entre meses.

La distancia promedio mensual entre la zona de pesca y el puerto de Talcahuano presentó un rango entre 45 y 178 mn. Las máximas distancias (sobre 110 mn) ocurrieron desde julio hasta noviembre de 1994, y desde abril hasta junio de 1995. Los menores valores (menores a 60 mn) se registraron desde diciembre de 1994 hasta marzo de 1995.

## TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pag.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....	iii
LISTADO DE FIGURAS .....	iv
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
2.1. Recopilación de registros de posición diaria de cada embarcación (QTH).....	2
2.2. Identificación y caracterización de las zonas de pesca mediante el uso de bitácoras de pesca y a través de registros abordo.....	7
2.3. Distribución espacio-temporal de la flota cerquera industrial.....	8
2.4. Determinación espacial y temporal de la abundancia relativa.....	9
2.5. Tiempo de permanencia de las embarcaciones en la zona de pesca.....	16
2.6. Distancia entre las zonas de pesca y puerto.....	17
2.7. Determinación de un índice de concentración mensual de la flota.....	17
3. RESULTADOS .....	18
3.1. Actividad de la flota pesquera regional de cerco de julio de 1994 a junio de 1995.....	19
3.2. Captura por unidad de esfuerzo espacial y temporal.....	29

3.3.1. Tiempo de permanencia de las embarcaciones en las zonas de pesca.....	33
3.4. Distancia entre la zona de pesca diaria y el puerto.....	34
3.5. Índice de concentración de la flota.....	35
4. DISCUSION .....	36
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	41
ANEXO FIGURAS .....	45

## LEYENDAS DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente, a las 08:00 y 20:00 hrs., durante los meses de julio, agosto y septiembre de 1994.
- Tabla 2. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente, a las 08:00 y 20:00 h, durante octubre, noviembre y diciembre de 1994.
- Tabla 3. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente en la estación radial del INPESCA, a las 08:00 y 20:00 h, durante enero, febrero y marzo de 1995.
- Tabla 4. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente en la estación radial del INPESCA, a las 08:00 y 20:00 h, durante abril, mayo y junio de 1995.
- Tabla 5. Nombre de las embarcaciones industriales de cerco (PAM), en la cuales se tuvo personal técnico a bordo, capacidad de bodega ( $m^3$ ) y armador.
- Tabla 6. Acarreo nominal ( $AN_k$ ), acarreo estándar ( $AE_k$ ) y factor mensual ( $f$ ) para el recurso jurel durante el período de julio de 1994 a junio de 1995.
- Tabla 7. Captura total ( $C_k$ ), capacidad de bodega acumulada ( $CB_k$ ), rendimiento ( $R_k$ ), acarreo estándar ( $AE_k$ ) y captura por unidad de esfuerzo estándar ( $CPUE_k$ ) de la flota de julio de 1994 a junio de 1995.
- Tabla 8. Número de cuadrantes donde operó la flota, valores mínimos y máximos de captura total mensual, capacidad de bodega (CB) acumulada, rendimiento y captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE) por cuadrante durante el período de julio de 1994 a junio de 1995.
- Tabla 9. Número de eventos por categoría de duración, número total de eventos por mes (NTE) y duración promedio mensual (DPM) de los eventos de pesca registrados durante el período de julio de 1994 a junio de 1995.
- Tabla 10. Tiempo de permanencia promedio de las embarcaciones (en días) de cuatro categorías de capacidad de bodega (en  $m^3$ ), durante el período julio 1994 a junio 1995.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (julio de 1994).
- Figura 2. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (agosto de 1994).
- Figura 3. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (septiembre de 1994).
- Figura 4. Distribución de zonas de pesca en julio-septiembre de 1994.
- Figura 5. Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en julio-septiembre de 1994.
- Figura 6. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (octubre de 1994).
- Figura 7. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (noviembre de 1994).
- Figura 8. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (diciembre de 1994).
- Figura 9. Distribución de zonas de pesca en octubre-diciembre de 1994.
- Figura 10. Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en octubre-diciembre de 1994.
- Figura 11. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (enero de 1995).
- Figura 12. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (febrero de 1995).
- Figura 13. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (marzo de 1995).
- Figura 14. Distribución de zonas de pesca en enero-marzo de 1995.
- Figura 15. Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en enero-marzo de 1995.
- Figura 16. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (abril de 1995).

- Figura 17. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (mayo de 1995).
- Figura 18. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (junio de 1995).
- Figura 19. Distribución de zonas de pesca en abril-junio de 1995.
- Figura 20. Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en abril-junio de 1995.
- Figura 21. C.P.U.E. promedio mensual total de la flota de Octava Región (este estudio) y C.P.U.E. del jurel descargado en los puertos de Octava Región (según Arancibia et al., 1995 b).
- Figura 22. Eventos de pesca reconocidos durante abril de 1995. Los números indican los días calendarios del mes y las flechas, la dirección del desplazamiento de las zonas de pesca.
- Figura 23. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de julio a septiembre de 1994.
- Figura 24. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de octubre a diciembre de 1994.
- Figura 25. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de enero a marzo de 1995.
- Figura 26. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de abril a junio de 1995.
- Figura 27. Duración promedio de la permanencia de las embarcaciones en zona de pesca, separadas en cuatro categorías de capacidad de bodega, para el período de julio de 1994 a junio de 1995.
- Figura 28. Distancia en millas náuticas, desde la zona de pesca diaria, al puerto de Talcahuano, para el período de julio de 1994 a junio de 1995.
- Figura 29. Número de zonas de pesca (en porcentaje de total mensual) en relación de categorías de distancia al puerto Talcahuano.
- Figura 30. Evolución del índice de concentración mensual, estimado para el período de julio de 1994 a junio de 1995.
- Figura 31. Distribución de las capturas mensuales (en porcentaje) de la flota cerquera por cada grado de latitud sur.

Figura 32. Temperaturas superficiales del mar (°C) registradas durante los lances de pesca de julio 1994 a junio de 1995. La línea continua indica el valor medio mensual.

## 1. INTRODUCCION

El jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) es un especie de ambiente nerítico y oceánico que habita desde las Islas Galápagos hasta la región austral de Chile (52°S), y desde el litoral de América del Sur hasta las costas de Nueva Zelanda, a lo largo de Convergencia Subtropical (Elizarov et al., 1992; Grechina, 1992).

Actualmente, el recurso jurel es el principal recurso pesquero de la flota cerquera industrial de la Quinta a la Octava Región. En Chile centro-sur, el jurel se distribuye en una amplia zona, tanto latitudinal como longitudinalmente. Durante el año, su distribución y disponibilidad están fuertemente determinadas por las condiciones bio-oceanográficas del área y por el estado fisiológico de los peces. Estos factores influyen directamente en el comportamiento de las concentraciones comerciales en las zonas de pesca.

En otoño e invierno se producen las máximas agregaciones del jurel en una amplia área, coincidiendo con un máximo en su disponibilidad y capturas, originado por un ingreso masivo hacia la zona costera desde fuera de la Zona Económica Exclusiva de Chile centro-sur. En cambio, en primavera y comienzos de verano, se observa una masiva emigración reproductiva de peces hacia el oeste, fuera de la ZEE de Chile centro-sur (Grechina, 1992; Veloso y Peña, 1993; Peña et al., 1994a). La fracción del recurso que no migra se distribuye en una área muy reducida y próxima a la costa, al este de 75°W.

La dinámica espacial y temporal de las zonas de pesca presenta también alta gran variabilidad a escala diaria, influyendo

directamente en la actividad de las embarcaciones pesqueras. Estas presentan un fuerte comportamiento contagioso; cuando es localizada una zona de pesca, la mayor parte de las embarcaciones concurren hacia ella, operando hasta que los cardúmenes del recurso dejan de ser comercialmente atractivos.

El objetivo de esta sección es determinar la distribución y abundancia relativa del recurso jurel en la región centro-sur de Chile, en el área de la operación de la flota, entre 32° y 42°S, y desde la costa hasta 79°W, entre julio de 1994 y junio de 1995.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. RECOPIACION DE REGISTROS DE POSICION DIARIA DE CADA EMBARCACION (QTH)

A través de frecuencias radiales se registró los QTH emitidos por las embarcaciones que se reportan a la Capitanía de Puerto de Talcahuano. Se incluyó las embarcaciones cuyo puerto base es Talcahuano, San Vicente, Coronel o Lota, y eventualmente San Antonio. Se consideró los QTH más próximos a las horas donde las embarcaciones se encontraban en faenas de pesca, esto es, a las 08:00 y 20:00 h. Se descartó el registro de las 14:00 h, por no aportar mayor información sobre la ubicación de las zonas de pesca y, además, el número de reportes es mucho menor que los de las 08:00 y 20:00 h.

El número de QTH diarios por trimestre para el período julio de 1994 a junio de 1995 se presenta en las Tablas 1 a 4.

Tabla 1. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente, a las 08:00 y 20:00 hrs., durante los meses de julio, agosto y septiembre de 1994.

DIA	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
	08:00	20:00	08:00	20:00	08:00	20:00
1	78	34	75	59	42	27
2	48	28	73	42	50	58
3	29	44	53	54	23	1
4	38	68	63	61	**	**
5	32	45	59	18	40	59
6	14	52	57	51	70	64
7	71	49	37	14	43	37
8	77	50	65	37	31	46
9	71	28	59	55	52	62
10	34	48	61	36	48	4
11	69	71	52	52	6	7
12	58	69	80	40	50	46
13	60	34	43	43	53	37
14	50	53	5	25	62	36
15	70	58	25	38	62	34
16	48	30	69	69	57	31
17	15	21	70	61	**	**
18	26	**	69	38	**	**
19	**	**	55	55	**	**
20	**	**	53	18	7	50
21	2	48	18	21	60	44
22	64	42	68	36	64	60
23	**	**	78	64	21	3
24	**	42	81	57	4	15
25	63	39	74	57	13	26
26	85	43	64	59	70	44
27	78	53	26	3	55	66
28	36	48	2	2	63	36
29	73	34	80	80	46	18
30	56	45	69	60	39	39
31	26	36	49	47		
PROM.	51	45	56	44	44	37
MAXIMO	85	71	81	80	70	66
MINIMO	2	21	2	2	4	1

\*\* : sin datos por mal tiempo y feriados

Tabla 2. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente, a las 08:00 y 20:00 h, durante octubre, noviembre y diciembre de 1994.

DIA	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	08:00	20:00	08:00	20:00	08:00	20:00
1	47	18	8	4	46	43
2	3	6	34	35	43	36
3	32	48	43	47	41	28
4	54	49	40	26	5	8
5	56	46	22	11	41	20
6	34	32	7	3	60	44
7	41	42	36	12	48	25
8	42	21	26	33	16	24
9	30	5	39	27	36	33
10	57	39	29	36	24	10
11	54	29	48	25	**	**
12	20	7	9	5	47	34
13	14	35	7	2	22	16
14	50	36	49	44	43	29
15	25	2	48	33	35	30
16	2	3	41	31	20	28
17	43	43	36	25	36	14
18	47	46	33	19	20	2
19	47	25	26	16	48	13
20	33	36	9	12	53	15
21	44	37	37	37	44	19
22	28	9	41	26	44	18
23	6	8	38	33	47	2
24	53	45	35	31	**	**
25	42	42	43	38	**	**
26	49	40	22	20	50	43
27	37	30	19	12	44	44
28	25	31	44	40	44	**
29	17	3	45	41	15	26
30	4	**	49	41	38	**
31	9	6			**	**
PROM.	34	27	32	25	37	24
MAXIMO	57	49	49	47	60	44
MINIMO	2	2	7	2	5	2

\*\* : sin datos por mal tiempo o feriados

Tabla 3. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente en la estación radial del INPESCA, a las 08:00 y 20:00 h, durante enero, febrero y marzo de 1995.

DIA	ENERO		FEBRERO		MARZO	
	08:00	20:00	08:00	20:00	08:00	20:00
1	*	*	78	39	68	61
2	40	32	60	68	62	54
3	52	51	78	46	61	47
4	37	35	51	4	52	2
5	43	36	4	1	10	6
6	52	48	89	79	71	19
7	18	21	67	75	38	10
8	23	*	80	70	75	30
9	46	12	60	45	73	55
10	50	41	82	82	85	67
11	48	51	53	30	40	26
12	61	36	13	21	55	40
13	59	38	57	61	81	59
14	58	40	58	21	69	65
15	20	4	83	64	70	20
16	36	27	53	61	53	56
17	60	36	73	57	80	83
18	31	40	56	*	74	20
19	20	54	2	8	8	*
20	82	61	83	68	94	83
21	51	15	80	61	60	32
22	6	*	56	59	69	49
23	68	12	71	49	74	72
24	70	50	80	60	83	32
25	73	42	69	12	66	41
26	63	42	18	11	46	30
27	77	56	61	71	82	44
28	70	36	54	48	70	71
29	15	*			79	64
30	92	68			72	66
31	71	32			71	55
PROM.	48	33	60	45	64	44
MAXIMO	92	68	89	82	94	83
MINIMO	6	4	2	1	8	2

\*: sin datos por mal tiempo o feriados.

Tabla 4. Número promedio, máximo y mínimo de QTH recibidos diariamente en la estación radial del INPESCA, a las 08:00 y 20:00 h, durante abril, mayo y junio de 1995.

DIA	ABRIL		MAYO		JUNIO	
	08:00	20:00	08:00	20:00	08:00	20:00
1	62	40	9	14	48	60
2	31	38	75	61	46	69
3	67	67	47	34	54	32
4	77	57	66	56	64	42
5	64	54	76	52	57	58
6	70	65	60	31	38	39
7	67	47	44	23	70	41
8	39	39	77	64	59	65
9	44	40	71	59	35	44
10	68	51	62	57	31	21
11	66	65	64	63	10	**
12	64	57	60	65	57	38
13	77	16	61	48	72	50
14	4	**	6	5	69	32
15	**	**	76	63	54	29
16	**	7	67	64	27	34
17	90	58	40	49	33	50
18	50	66	70	53	53	15
19	43	52	47	57	58	53
20	59	50	43	26	56	33
21	74	73	46	19	57	62
22	54	36	54	39	65	61
23	30	55	56	29	70	37
24	74	55	54	50	29	14
25	65	47	49	45	5	15
26	75	62	62	47	44	76
27	46	29	61	45	80	32
28	60	45	57	49	67	**
29	31	4	61	34	**	**
30	9	**	67	50	53	**
31			54	34		
PROM.	56	47	56	45	50	42
MINIMO	4	4	6	5	5	14
MAXIMO	90	73	77	65	80	76

\*: sin datos por mal tiempo o feriados.

Durante todos los meses considerados, el número de registros de QTH son mayores a las 08 hrs que a las 20 hrs, con los valores mínimos durante domingos, festivos y en días con malas condiciones climáticas. Los menores valores se registraron en

octubre, noviembre y diciembre, coincidiendo con la inactividad de un gran número de embarcaciones, los que ingresaron a dique para mantención y/o reparaciones, como ocurre cada año, normalmente.

El número total de embarcaciones industriales (sobre 400 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega) es de alrededor de 100, aunque sólo un 30% de ellas entrega a la autoridad marítima diariamente su posición en zona de pesca. El mayor promedio de registros mensuales se obtuvo en agosto de 1994 y marzo de 1995.

## 2.2. IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE LAS ZONAS DE PESCA MEDIANTE EL USO DE BITACORAS DE PESCA Y A TRAVES DE REGISTROS A BORDO

Durante los días de operación de la flota, se mantuvo personal técnico a bordo de embarcaciones de cerco industrial (PAM), desde julio de 1994 hasta junio de 1995, utilizándose embarcaciones de diferente capacidad de bodega (Tabla 5).

La información contenida en las bitácoras de pesca indica la ubicación de la zona de pesca, las embarcaciones presentes en esa área, la captura por especie y la temperatura superficial del mar. Además, se registró características de operación en zona de pesca (profundidad, altura, dirección y forma de cardúmenes; hora del lance, número de embarcaciones en la zona de pesca, otros).

Tabla 5. Nombre de las embarcaciones industriales de cerco (PAM) en las cuales se tuvo personal técnico a bordo, capacidad de bodega (m<sup>3</sup>) y armador.

PAM	Capacidad de bodega	Armador
Ranquihue	1.200	Alimar
Bronco	1.200	El Golfo
Paniahue	1.000	Alimar
Pionero	1.000	San José
Guanaye 2	820	IG Mar
Quilpolemu	810	Alimar
Don Pedro	750	Albatros
Mack	710	El Golfo
Fox	710	El Golfo
Malleco	700	IG Mar
Queilen	650	El Golfo
Tucano	600	El Golfo
María Bernardita	550	San José
Surmar I	550	San José
Golondrina	550	San Miguel
Southport	500	San Miguel
Westport	435	San Miguel

### 2.3. DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DE LA FLOTA CERQUERA INDUSTRIAL

Se identificó diariamente zonas de pesca donde operó la flota de cerco de la Octava Región, utilizando conjuntamente la información de los QTH y Bitácoras de Pesca. Para la definición de las zonas de pesca, se consideró los siguientes criterios:

- (i) concentración de barcos en un área restringida;
- (ii) persistencia en una zona de pesca de los barcos en el tiempo;
- (iii) verificación con las bitácoras de pesca.

Con esta información se confeccionó mapas diarios de zonas de pesca, agrupando arbitrariamente la información cada cinco días.

#### 2.4. DETERMINACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA RELATIVA

Se analizó los datos de captura por zona de pesca, dividiendo el área de operación en cuadrantes de un grado de latitud por un grado de longitud, desde 32°S hasta 42°S, y desde la costa hasta 80°W. El período abarcó desde el 01 de julio de 1994 al 30 de junio de 1995.

Se calculó la abundancia relativa no estandarizada por cuadrante, diaria y mensual. En adelante se denominará "rendimiento" a la abundancia relativa, cuyas expresiones son:

i) Rendimiento de pesca diario:

$$R_{j,k} = \frac{C_{j,k}}{CB_{j,k}} \quad (1)$$

donde:

$R_{j,k}$  = rendimiento (ton/m<sup>3</sup>) de las embarcaciones de la flota que operaron en el día j en el mes k;

$C_{j,k}$  = capturas (ton) de las embarcaciones de la flota que operaron en el día j en el mes k;

$CB_{j,k}$  = capacidad de bodega (m<sup>3</sup>) de las embarcaciones de la flota que operaron en el día j en el mes k.

$CB_{j,k}$  es igual a la sumatoria de la capacidad de bodega de cada barco z que operó en el día j ( $CB_{z,j}$ ).

a mensual por cuadrante:

ii) Rendimiento de pesca mensual por cuadrante:

$$(2) \quad R_{i,k} = \frac{C_{i,k}}{CB_{i,k}} \quad (2)$$

donde:

$R_{i,k}$  = rendimiento (ton/m<sup>3</sup>) de las embarcaciones que operaron en el cuadrante i en el mes k;

$C_{i,k}$  = capturas (ton) de las embarcaciones que operaron en el cuadrante i en el mes k;

$CB_{i,k}$  = capacidad de bodega (m<sup>3</sup>) de las embarcaciones que operaron en el cuadrante i en el mes k.

iii) Rendimiento de pesca promedio mensual:

$$R_k = \frac{C_k}{CB_k} \quad (3)$$

donde:

$R_k$  = rendimiento promedio (ton/m<sup>3</sup>) en el mes k;

$C_k$  = captura total (ton) en el mes k;

$CB_k$  = capacidad de bodega acumulada (m<sup>3</sup>) en el mes k.

Las expresiones (1), (2) y (3) representan rendimientos no estandarizados, por lo tanto, es necesario corregirlos para su estandarización, cuyo procedimiento se detalla a continuación.

En la escala de tiempo mensual, la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE), modificado de Arancibia et al. (1995a), se define como:

$$CPUE_k = \frac{C_k}{AE_k} \quad (4)$$

donde:

- $CPUE_k$  = captura por unidad de esfuerzo (ton/m<sup>3</sup>) en el mes k;  
 $C_k$  = captura total (ton) en el mes k;  
 $AE_k$  = acarreo estándar (m<sup>3</sup>) del mes k.

Para el cálculo de acarreo estándar total mensual ( $AE_k$ ), se utilizó la información de acarreo nominal y estándar para jurel calculada por Arancibia et al. (1994; 1995a,b) y presentada en el Primer, Segundo y Tercer Informe de Avance de este proyecto (Peña et al., 1994b, 1995a,b). Sin embargo, los valores de  $AN_k$  y  $AE_k$  para el recurso jurel fueron recalculados por Arancibia et al. (1995c) y, por tanto, en el presente informe se actualizaron los valores de AE total para el período julio 1994 a junio de 1995. El uso de AE total en los cálculos de CPUE, en el presente estudio, se realizó por la imposibilidad de obtener los valores de AE de jurel a una escala diaria y, además, porque prácticamente durante todo el año este recurso jurel es dominante en las capturas y, por lo tanto, la mayor parte del AE total corresponde al AE de jurel.

Del análisis mensual de acarreo nominal y acarreo estándar de las embarcaciones de la flota que operaron sobre el recurso jurel durante el período julio 1994 a marzo 1995 (Tabla 6), se obtiene un factor mensual  $f$  definido por siguiente expresión:

$$f = \frac{AN_k}{AE_k} \quad (5)$$

donde:  $AN_k$  = acarreo nominal de jurel ( $m^3$ ) del mes  $k$ ;  $f$  = factor mensual que durante el período de julio de 1994 a marzo de 1995 fluctuó entre 0,505 y 0,592 y en promedio es igual a 0,566 (Tabla 6).

Tabla 6. Acarreo nominal ( $AN_k$ ), acarreo estándar ( $AE_k$ ) y factor mensual ( $f$ ) para el recurso jurel durante el período de julio de 1994 a junio de 1995.

Meses	$AN_k$ ( $m^3$ )	$AE_k$ ( $m^3$ )	$f$
Julio	1.722.691	2.975.454	0,579
Agosto	1.854.030	3.238.851	0,572
Septiembre	1.227.885	2.222.292	0,553
Octubre	960.818	1.902.713	0,505
Noviembre	804.212	1.443.017	0,557
Diciembre	869.347	1.468.004	0,592
Enero	1.406.899	2.427.108	0,580
Febrero	1.587.542	2.746.778	0,578
Marzo	1.897.707	3.262.358	0,582
Abril	1.805.513	3.112.953	0,580
Mayo	1.943.142	3.350.244	0,580
Junio	1.306.537	2.252.650	0,580
Promedio de julio 1994 a marzo 1995:			0,566
Promedio de enero 1995 a marzo 1995:			0,580

Se asume que  $f$ , válido para el  $AE_k$  y  $AN_k$  de jurel, es aplicable para  $AE_k$  y  $AN_k$  total. Esta supuesto tiene mayor validez cuando el jurel es el principal recurso capturado (sobre 85% del total), lo que ocurre prácticamente durante todo el año, a excepción de septiembre, octubre y noviembre, cuando el aporte de otras especies es más relevante. Para el cálculo de  $AE_k$  total del trimestre abril-junio de 1995, se utilizó un factor  $f$  promedio del período enero a marzo de 1995, igual a 0,58, donde también el jurel fue predominante en los desembarques (sobre 95%). Realizar los calculos del factor  $f$  y luego  $AE_k$ ,

según Arancibia et al., 1995c, para el último trimestre fue prácticamente imposible porque en su estudio utilizaron los valores AN y AE solamente para el recurso jurel descargado en los puertos de la Octava Región. En presente estudio, los calculos de AE<sub>k</sub> total mensual realizan en base a AN<sub>k</sub> de toda la flota de la Octava Región, independiente del puerto de descarga.

Por otra parte,

$$AN_{j,k} = \sum_{z=1}^n (CB_{z,j} \times DFPTO_{z,j}) \quad (6)$$

donde:

- AN<sub>j,k</sub> = acarreo nominal (m<sup>3</sup>) en el día j, en el mes k;  
 CB<sub>z,j</sub> = capacidad de bodega (m<sup>3</sup>) del barco z que operó el día j;  
 DFPTO<sub>z,j</sub> = número de días fuera de puerto del barco z por viaje de pesca, que descargó el día j.

El valor de AN<sub>j,k</sub> definido en (6), es prácticamente igual a:

$$AN_{j,k} = \overline{DFPTO}_k \times \sum_{z=1}^n CB_{z,j} \quad (7)$$

La sumatoria de CB<sub>z,j</sub> es igual a CB<sub>j,k</sub> de la expresión (1); reemplazando en la expresión (7), se obtiene:

$$AN_{j,k} = \overline{DFPTO}_k \times CB_{j,k} \quad (8)$$

donde:

- $\overline{DFPTO}_k$  = número de días promedio mensual fuera de puerto, por embarcación, en el mes k.

Según (5):  $f = AN_k / AE_k$ ; entonces, es posible suponer también que:

$$f = \frac{AN_{j,k}}{AE_{j,k}} \quad (9)$$

donde:

$AE_{j,k}$  = acarreo estándar ( $m^3$ ) en el día  $j$  en el mes  $k$ .

Por lo tanto, de (8) y (9), se obtiene

$$AE_{j,k} = \frac{CB_{j,k} \times \overline{DFPTO}_k}{f} \quad (10)$$

Del mismo modo que la captura por unidad de esfuerzo mensual ( $CPUE_k$ ), la captura por unidad de esfuerzo diaria ( $CPUE_{j,k}$ ) puede ser definida como:

$$CPUE_{j,k} = \frac{C_{j,k}}{AE_{j,k}} \quad (11)$$

Reemplazando (10) en (11), se obtiene que:

$$CPUE_{j,k} = \frac{C_{j,k} \times f}{CB_{j,k} \times \overline{DFPTO}_k} \quad (12)$$

Pero,  $C_{j,k}/CB_{j,k}$  es el rendimiento  $R_{j,k}$  definido en (1). Desde aquí:

$$CPUE_{j,k} = R_{j,k} \times \frac{f}{\overline{DFPTO}_k} \quad (13)$$

Por otra parte, el factor mensual  $f$ , definido en (5), es igual a:

$$f = \frac{AN_k}{AE_k}$$

Del mismo modo, utilizando (8), es posible suponer que:

$$AN_k = CB_k \times \overline{DFPTO_k}$$

De lo anterior, reemplazando en (5), se obtiene:

$$f = \frac{CB_k \times \overline{DFPTO_k}}{AE_k} \quad (14)$$

Desde (13) y (14), se obtiene que:

$$CPUE_{j,k} = R_{j,k} \times \frac{\left( \frac{CB_k \times \overline{DFPTO_k}}{AE_k} \right)}{\overline{DFPTO_k}}$$

Finalmente, CPUE diaria tiene la siguiente expresión:

$$CPUE_{j,k} = R_{j,k} \times \frac{CB_k}{AE_k} \quad (15)$$

Con la ecuación (15) se calculó la CPUE mensual por cuadrante ( $CPUE_{i,k}$ ) y la CPUE promedio mensual ( $CPUE_k$ ), de la siguiente manera:

i) CPUE mensual por cuadrante:

$$CPUE_{i,k} = R_{i,k} \times \frac{CB_k}{AE_k} \quad (16)$$

donde:

$R_{i,k}$  = rendimiento de pesca (ton/m<sup>3</sup>) del cuadrante i en el mes k.

ii) CPUE promedio mensual:

$$CPUE_k = R_k \times \frac{CB_k}{AE_k} \quad (17)$$

donde:

$R_k$  = rendimiento de pesca (ton/m<sup>3</sup>) promedio mensual del mes k.

## 2.5. TIEMPO DE PERMANENCIA DE LAS EMBARCACIONES EN LA ZONA DE PESCA

Para determinar el tiempo de permanencia (TP) de las embarcaciones en zona de pesca, se analizó conjuntamente la actividad diaria de cada embarcación y los QTH. Se contabilizó el número de días transcurridos entre un zarpe y una recalada, considerando solamente los viajes en que el barco recaló con pesca. Los viajes sin pesca no fueron incorporados al análisis.

Para analizar la existencia de alguna conducta de pesca diferencial entre embarcaciones, por tamaños, se procedió a



estratificarlas arbitrariamente en 4 clases de capacidad de bodega, a saber: 400 a 600 m<sup>3</sup>; 601 a 800 m<sup>3</sup>; 801 a 1.000 m<sup>3</sup>; y sobre 1.000 m<sup>3</sup>.

## 2.6. DISTANCIA ENTRE ZONAS DE PESCA DIARIAS Y PUERTO

Desde los mapas diarios de las zonas de pesca, se midió la distancia entre la posición central de cada una de las zonas de pesca diarias y el puerto de Talcahuano (MFP). Luego se calculó la distancia promedio mensual, para el período julio 1994 a junio 1995.

## 2.7. DETERMINACION DE UN INDICE DE CONCENTRACION MENSUAL DE LA FLOTA

Para el cálculo de un índice de concentración mensual (I.C.) se siguió a Gulland (1956, modificado), el que ha sido utilizado por Yáñez y Maritano (1983). El I.C. está definido por las siguientes expresiones:

$$CPUE_a = \frac{C_k}{AE_k} \quad (18)$$

donde:

$C_k$  = capturas mensuales (ton) de las embarcaciones de la flota en el mes k;

$AE_k$  = acarreo estándar (m<sup>3</sup>) de las embarcaciones de la flota en el mes k.

Además:

$$CPUE_b = \frac{\sum_{i=1}^n CPUE_i}{n} \quad (19)$$

donde:

$CPUE_i$  = CPUE mensual (ton/m<sup>3</sup>) en el cuadrante  $i$ ;

$n$  = número de cuadrantes donde operó la flota en el mes.

Con las ecuaciones (18) y (19) se calcula I.C. mensual, de la siguiente forma:

$$I.C. = \frac{CPUE_a}{CPUE_b} \quad (20)$$

Si I.C. es igual a 1, entonces se supone que el esfuerzo de pesca se distribuye en forma aleatoria, es decir, independiente de densidades locales. Si es mayor que 1, el esfuerzo se concentra en zonas y/o períodos de gran abundancia; y si es inferior a 1, el esfuerzo se concentra en zonas y/o períodos de menor abundancia (Yañez y Maritano, 1983).

### 3. RESULTADOS

Durante todos los meses considerados, el número de registros de QTH son mayores a las 08 hrs que a las 20 hrs, registrándose los valores mínimos durante domingos, festivos y en días con malas condiciones climáticas (Tablas 1 a 4). Los

menores valores promedios mensuales (< 40 registros) se registraron en octubre, noviembre y diciembre de 1994, coincidiendo con la inactividad de un gran número de embarcaciones que en estos meses ingresaron a dique para mantención y/o reparaciones. El mayor promedio de registros mensuales (> 50 registros) se obtuvo durante período de febrero a mayo de 1995. Si consideramos que el número total de embarcaciones industriales (sobre 400 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega) llega a alrededor de 100, no más de un 50% de ellas entrega diariamente su posición a la autoridad marítima.

### 3.1. ACTIVIDAD DE LA FLOTA PESQUERA REGIONAL DE CERCO DE JULIO DE 1994 A JUNIO DE 1995

A continuación se presentan los resultados mesuales de la actividad de la flota, con especial énfasis a su distribución espacial, número de cuadrantes donde operó, valores de captura, CB acumulada y CPUE total mensual y por cuadrantes.

#### 3.1.1. JULIO DE 1994

En julio de 1994, la flota industrial de cerco desembarcó 462.397 ton de peces pelágicos, correspondiendo el 99 % a jurel (Bol. Téc. IIP N° 114). En este mes, la flota se distribuyó entre 36°30'S y 39°30'S, y longitudinalmente hasta 76° 30'W, con dirección general suroeste (Figs. 1 y 4). Se observó la persistencia de dos áreas de pesca: la primera definida por el cuadrante 37°-38°S y 74°-75°W; y la segunda por el cuadrante 38°-39°S y 75°-76°W.

La capacidad de bodega total de la flota industrial de cerco

fue de 786.844 m<sup>3</sup> con una CPUE mensual de 0,152 ton/m<sup>3</sup> (Tabla 7).

La flota operó en 8 cuadrantes, con el rango de capacidad de bodega por cuadrante de 25.512 y 264.516 m<sup>3</sup> y el rango de capturas por cuadrante de 14.367 y 187.888 ton (Tabla 8). La CPUE por cuadrante fluctuó entre 0,111 y 0,184 ton/m<sup>3</sup>, con dos cuadrantes con valores sobre 0,15 ton/m<sup>3</sup>, entre 37°-39°S y entre 75°-76°W (Tabla 8, Figura 5).

### 3.1.2. AGOSTO DE 1994

En agosto de 1994, la flota industrial de cerco desembarcó 300.108 ton de peces pelágicos, correspondiendo el 99% al recurso jurel (Bol. Téc. IIP N° 116). La distribución de las zonas de pesca diarias se muestran en las Figs. 2 y 4, observándose la presencia de dos áreas principales de pesca: (i) entre 37°-38°S y 75°-77°30'W; y (ii) a lo largo de 74°W, desde 37° hasta 40°30'S. En la primera zona la flota operó hasta el 10 de agosto, y en la segunda hasta fin de mes.

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual, en agosto de 1994, fue de 665.629 m<sup>3</sup> y de 0,090 ton/m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla 7).

La flota operó en un área que abarcó 9 cuadrantes, con el rango de capacidad de bodega acumulada de 22.305 y 237.771 m<sup>3</sup>, y el rango de capturas por cuadrante de 3.161 y 84.439 ton, respectivamente (Tabla 8). La CPUE por cuadrante fue entre 0,024 y 0,187 ton/m<sup>3</sup>, con valores máximos al oeste de 76°W (Tabla 8, Figura 5).

Tabla 7. Captura total ( $C_k$ ), capacidad de bodega acumulada ( $CB_k$ ), rendimiento ( $R_k$ ), acarreo estándar ( $AE_k$ ) y captura por unidad de esfuerzo estándar ( $CPUE_k$ ) de la flota, de julio de 1994 a junio de 1995.

Meses	$C_k$ (ton)	$CB_k$ ( $m^3$ )	$R_k$ (ton/ $m^3$ )	$AE_k$ ( $m^3$ )	$CPUE_k$ (ton/ $m^3$ )	$CPUE_k^*$ (ton/ $m^3$ )
Julio	462.397	786.844	0,588	3.037.233	0,152	0,156
Agosto	300.108	665.629	0,451	3.323.869	0,090	0,092
Septiembre	106.592	505.420	0,211	2.345.565	0,045	0,046
Octubre	89.835	420.760	0,214	2.233.444	0,040	0,035
Noviembre	110.803	337.666	0,328	1.818.312	0,061	0,016
Diciembre	157.534	547.940	0,288	1.658.284	0,095	0,095
Enero	266.137	856.994	0,311	2.528.397	0,105	0,103
Febrero	259.178	783.260	0,331	2.810.853	0,092	0,088
Marzo	343.291	799.213	0,430	3.378.540	0,102	0,102
Abril	469.284	775.890	0,605	3.112.953	0,151	0,149
Mayo	521.445	840.140	0,621	3.350.244	0,156	0,133
Junio	465.747	710.826	0,655	3.252.650	0,143	0,128

\* - parámetro calculado por Arancibia et al. (1995c).

Tabla 8. Número de cuadrantes donde operó la flota, valores mínimos y máximos de captura total mensual, capacidad de bodega (CB) acumulada, rendimiento y captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE) por cuadrante durante el período de julio de 1994 a junio de 1995.

Meses	Número cuadrantes	Captura total (tons)		CB acumulada ( $m^3$ )		Rendimiento (tons/ $m^3$ )		CPUE (tons/ $m^3$ )	
		min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.
Julio	8	14.367	187.888	25.512	264.516	0,43	0,71	0,111	0,184
Agosto	9	3.161	84.439	22.305	237.771	0,12	0,94	0,024	0,187
Septiembre	8	1.047	34.817	8.879	123.623	0,09	0,52	0,020	0,110
Octubre	7	4.844	21.107	11.372	101.150	0,14	0,43	0,032	0,096
Noviembre	6	1.202	50.569	4.065	149.863	0,21	0,47	0,040	0,089
Diciembre	5	2.612	126.928	19.182	445.455	0,14	0,38	0,045	0,126
Enero	3	18.927	203.953	62.045	670.213	0,30	0,35	0,103	0,118
Febrero	6	1.272	176.971	3.752	605.873	0,27	0,50	0,076	0,140
Marzo	8	3.294	102.059	12.570	289.781	0,26	0,71	0,061	0,166
Abril	19	970	70.923	3.215	107.297	0,29	0,91	0,072	0,227
Mayo	14	2.974	131.230	2.824	186.172	0,34	0,89	0,086	0,223
Junio	8	5.293	175.914	7.087	286.810	0,32	0,86	0,073	0,195

### 3.1.3. SEPTIEMBRE DE 1994

En septiembre de 1994, la flota industrial de cerco desembarcó 106.592 ton de peces pelágicos, correspondiendo el 96% a jurel (Bol. Téc. IIP N° 118). La distribución de las zonas de pesca diarias se muestran en las Figs. 3 y 4. Durante todo el mes la flota operó cerca de la costa, al este de 75°W, desde 35° hasta 40°S (Figura 4).

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual para el mes fueron de 505.420 m<sup>3</sup> y de 0,045 ton/m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla 7).

La flota operó en 8 cuadrantes, con el rango de CB acumulada por cuadrante entre 8.879 m<sup>3</sup> y 123.623 m<sup>3</sup>, y, con el rango de capturas por cuadrante entre 1.047 ton y 34.817 ton (Tabla 8). La CPUE por cuadrante varió fue 0,020 y 0,110 ton/m<sup>3</sup>, con los mayores registros al sur de 38°S (Tabla 8, Figura 5).

### 3.1.4. OCTUBRE DE 1994

En octubre de 1994, la flota industrial de cerco desembarcó 89.835 ton de peces pelágicos, correspondiendo el 73% a jurel (Bol. Téc. IIP N° 120). Al igual que en septiembre, la flota operó en octubre muy próxima a la costa, desde 35°S hasta 41°S, no sobrepasando los 75°W (Figs. 6 y 9). Una de las zonas de pesca más persistentes a lo largo del mes se ubicó en las proximidades de la Isla Mocha.

En octubre, la capacidad de bodega acumulada total fue de 420.760 m<sup>3</sup> y la CPUE mensual de 0,040 ton/m<sup>3</sup> (Tabla 7), con la tendencia decreciente de todos los parámetros mencionados anteriormente.

El análisis mensual por cuadrantes indica que la flota operó en 7 cuadrantes, con el rango de capacidad de bodega acumulada entre 11.372 y 101.150 m<sup>3</sup>, de capturas entre 4.844 y 21.107 ton (Tabla 8). La CPUE por cuadrantes fue entre 0,032 y 0,096 ton/m<sup>3</sup>, con los mayores valores entre 39°-40°S y desde la costa hasta 75°S (Tabla 8, Figura 10).

### 3.1.5. NOVIEMBRE DE 1994

En noviembre de 1994, la flota industrial de cerco desembarcó 110.803 ton de peces pelágicos; correspondiendo el 18% a jurel, predominando la merluza de cola con 58% (Bol. Téc. IIP N° 122).

La flota operó en 7 cuadrantes muy próximos a la costa, desde 35°S a 40°30'S, no sobrepasando los 75°W (Figs. 7 y 9), predominando dos zonas de pesca, una entre la Isla Mocha y Corral, y la otra al noroeste de Talcahuano. En la primera zona, la flota operó prácticamente durante todo el mes, en cambio la segunda se generó sólo durante los últimos 4 días.

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual, en noviembre, fue de 337.666 m<sup>3</sup> y de 0,061 ton/m<sup>3</sup> respectivamente. La tendencia decreciente en la CPUE y capturas mensuales de los últimos meses se revertió, no así la CB acumulada total (Tabla 7).

El análisis mensual por cuadrantes indica que la capacidad de bodega acumulada fue entre 4.065 y 149.863 m<sup>3</sup> y que las capturas registraron valores entre 1.202 y 50.569 ton (Tabla 8). La CPUE por cuadrante fue entre 0,040 y 0,089 ton/m<sup>3</sup>, con los mayores valores tanto al norte como hacia el sur de Talcahuano (Figura 10).

### 3.1.6. DICIEMBRE DE 1994

En diciembre, la flota industrial de cerco desembarcó 157.534 ton de peces pelágicos, correspondiendo el 86% a jurel (Bol. Téc. IIP N° 124).

Prácticamente durante todo diciembre de 1994 la flota operó en 37°S, sobre una zona de pesca ubicada al noroeste de Bahía Concepción, la que se había generado durante los últimos días de noviembre (Figs. 8 y 9). Por lo tanto, su área de operación se redujo a sólo 5 cuadrantes (Tabla 8).

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual fue de 547.940 m<sup>3</sup> y 0,095 ton/m<sup>3</sup>, respectivamente, superior a las registradas en noviembre. El incremento observado en noviembre, tanto en las capturas como en la CPUE mensual, se mantuvo en diciembre de 1994, con un aumento en la CB acumulada total (Tabla 7).

El análisis mensual por cuadrantes indica que la capacidad de bodega acumulada fue entre 19.182 y 445.455 m<sup>3</sup>, las capturas entre 2.612 y 126.928 ton, y la CPUE entre 0,045 y 0,126 ton/m<sup>3</sup> (Tabla 8). Los mayores valores de CPUE se obtuvieron en los cuadrantes ubicados al oeste de 74°W (Figura 10).

### 3.1.7. ENERO DE 1995

En enero de 1995, la flota industrial de cerco desembarcó 267.137 ton de peces pelágicos, correspondiendo el 98% a jurel (Bol. Téc. IIP N° 126). La flota operó prácticamente sólo en una zona de pesca, localizada al noroeste de Talcahuano, entre 35°30'S y 37°S, y desde 73°W a 75°W (Figs. 11 y 14). A partir de la segunda quincena de enero se observa esporádicas zonas

de pesca al norte de  $35^{\circ}\text{S}$  y cerca de  $40^{\circ}\text{S}$ .

En enero, la capacidad de bodega acumulada total fue de  $856.994 \text{ m}^3$  y la CPUE alcanzó a  $0,105 \text{ ton/m}^3$  (Tabla 7).

En enero se registró actividad de pesca solamente en tres cuadrantes, donde la capacidad de bodega acumulada fue entre  $62.045$  y  $670.213 \text{ m}^3$ , y las capturas entre  $18.927$  y  $203.953 \text{ ton}$  (Tabla 8). La CPUE por cuadrante es muy similar en los tres cuadrantes donde operó la flota, con valores entre  $0,103$  y  $0,118 \text{ ton/m}^3$  (Tabla 8, Figura 15).

### 3.1.8. FEBRERO DE 1995

En febrero de 1995, la flota industrial de cerco desembarcó  $259.170 \text{ ton}$  de peces pelágicos; el 94% de los desembarques correspondió a jurel (Bol. Téc. IIP N° 128). La flota continuó operando sobre una reducida zona de pesca principal ubicada al noroeste de Talcahuano, entre  $35^{\circ}30'\text{S}$  y  $37^{\circ}\text{S}$ , y de  $73^{\circ}\text{W}$  a  $74^{\circ}30'\text{W}$ . En los primeros días del mes registró la presencia de una esporádica zona de pesca hacia el sur, cercana a  $40^{\circ}\text{S}$  (Figs. 12 y 14).

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual fue de  $783.260 \text{ m}^3$  y de  $0,092 \text{ ton/m}^3$  respectivamente (Tabla 7), registrándose un leve descenso tanto en la CB acumulada como en las capturas, con respecto a enero; sin embargo, la CPUE se mantuvo similar a dicho mes.

El análisis mensual por cuadrantes indica que la capacidad de bodega acumulada fue entre  $3.752$  y  $605.873 \text{ m}^3$ , y las capturas entre  $1.272$  y  $176.971 \text{ ton}$  (Tabla 8). Los valores de la CPUE por cuadrante fueron entre  $0,076$  y  $0,140 \text{ ton/m}^3$ , con los

mayores registros (sobre 0,10 ton/m<sup>3</sup>) al noroeste de Talcahuano (Tabla 8, Figura 15). Además, durante febrero de 1995, la flota aumentó su área de operación hacia el sur, alcanzando hasta 40°S, operando sobre 6 cuadrantes.

### 3.1.9. MARZO DE 1995

En marzo, la flota industrial de cerco desembarcó 343.291 ton de peces pelágicos, correspondiendo el 98% a jurel (Bol. Téc. IIP N° 130). La distribución de las zonas de pesca diarias y el resumen para todo el mes se muestran en las Figs. 13 y 14. La flota cambió su distribución con respecto a enero y febrero, ampliando su área de operación tanto hacia el norte como al sur. Se registró zonas de pesca entre 34°30'S y 39°30'S, y desde la costa hasta 75°W. Por lo tanto, el número de cuadrantes donde operó la flota aumentó de 6, en febrero a 8 en marzo de 1995.

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual, en marzo, fue de 799.213 m<sup>3</sup> y de 0,102 ton/m<sup>3</sup> respectivamente (Tabla 7).

El análisis mensual por cuadrantes indica que la capacidad de bodega acumulada fue entre 12.570 y 289.781 m<sup>3</sup>, y las capturas entre 3.294 y 102.059 ton (Tabla 8). La CPUE fue entre 0,061 y 0,166 ton/m<sup>3</sup>, con un valor máximo en el cuadrante ubicado entre 35°-36°S y 73°-74°W (Figura 15).

### 3.1.10. ABRIL DE 1995

En abril de 1995, la flota industrial de cerco desembarcó 469.284 ton de peces pelágicos, correspondiendo 99% a jurel (Bol. Téc. IIP N° 132), manteniendo su distribución latitudinal.

dinal, aunque aumentando su desplazamiento hacia el oeste, alcanzando a  $76^{\circ}30'W$  (Figs. 16 y 19), en tres períodos: (i) 01 al 08 de abril, con dirección noroeste, desde Punta Lavapié hasta  $35^{\circ}30'S$  y  $73^{\circ}30'W$ ; (ii) 17 al 20 de abril, con dirección hacia el oeste, desde Punta Lavapié hasta  $37^{\circ}40'S$  y  $76^{\circ}20'W$ ; (iii) 20 al 28 de abril, con dirección noroeste, desde  $35^{\circ}30'S$  y  $73^{\circ}30'W$  hasta  $33^{\circ}40'S$  y  $76^{\circ}30'W$ . En el período de 09 a 12 de abril, se registró sólo un período de pesca hacia el sur, alcanzando hasta  $39^{\circ}30'S$ .

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual, en abril, fue de  $775.890\text{ m}^3$  y de  $0.151\text{ ton/m}^3$  respectivamente (Tabla 7), ampliándose de manera importante el área de operación de la flota (Tabla 8). La capacidad de bodega acumulada fue entre  $3.215$  y  $107.297\text{ m}^3$ , y las capturas entre  $970$  y  $70.923\text{ ton}$ . La CPUE fue muy alta, con el rango entre  $0,072$  y  $0,227\text{ ton/m}^3$  (Tablas 7 y 8). En 8 cuadrantes se obtuvo una CPUE superior a  $0,15\text{ ton/m}^3$ , y en sólo 3 cuadrantes entre  $0,05$  y  $0,10\text{ ton/m}^3$  (Figura 20). En marzo, sólo en 1 de 8 cuadrantes la CPUE fue superior a  $0,15\text{ ton/m}^3$ .

### 3.1.11. MAYO DE 1995

En mayo de 1995, la flota industrial de cerco desembarcó  $521.445\text{ ton}$  de peces pelágicos, correspondiendo el 88% ( $457.895\text{ ton}$ ) al desembarque en puertos de la Octava Región y el restante 12% ( $64.010\text{ ton}$ ) a San Antonio. El 99% de los desembarques correspondió jurel (Bol. Téc. IIP N° 134).

La flota se distribuyó principalmente en dirección norte-sur, sin sobrepasar hacia el oeste los  $75^{\circ}W$  (Figs. 17 y 19). Hacia el sur, la flota alcanzó a  $39^{\circ}30'S$ , operando allí durante dos períodos, entre 02-07 y 21-25 de mayo. El resto del mes la

flota se distribuyó principalmente hacia el norte, hasta 33°S, y a lo largo de 74°W.

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual fue de 840.140 m<sup>3</sup> y de 0,156 ton/m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla 7). Las capturas y CB acumulada se distribuyeron en 14 cuadrantes, y en una menor área a la observada en abril de 1995 (19 cuadrantes). La capacidad de bodega acumulada fue entre 2.824 y 186.172 m<sup>3</sup>, y las capturas entre 2.974 y 131.230 ton (Tabla 8). La CPUE por cuadrante fue entre 0,086 y 0,223 ton/m<sup>3</sup> (Tabla 8, Figura 20). Al norte de 37°S se concentró el 60% de la CB acumulada, así como los mejores rendimientos, alcanzando en promedio a 0,17 ton/m<sup>3</sup>. Al sur de 37°S, el promedio de la CPUE fue de 0,12 ton/m<sup>3</sup>.

El cuadrante más visitado por la flota (33-34°S y 74-75°W) acumuló sobre 180 mil m<sup>3</sup> de CB acumulada y sobre 130 mil ton de capturas, con una CPUE promedio mensual de 0,177 ton/m<sup>3</sup>.

### 3.1.12. JUNIO DE 1995

En junio, la flota industrial de cerco de la Octava Región desembarcó 465.747 ton de peces pelágicos, correspondiendo un 89% (412.389 ton) a los puertos de la Octava Región y el restante 11% (53.358 ton) a San Antonio. El 98% de los desembarques correspondió a jurel (Bol. Téc. IIP N° 136).

Hasta el día 23 de junio, la flota se distribuyó principalmente en dirección noroeste, entre 32°S y 35°S, sin sobrepasar hacia el oeste los 75°W. En los últimos 5 días de junio, la flota se desplazó hacia el sur, operando entre 37° y 39°S, y desde las proximidades de la costa hasta 75°30'W (Figs. 18 y 19).

La capacidad de bodega acumulada y la CPUE mensual fue de 710.826 m<sup>3</sup> y de 0,143 ton/m<sup>3</sup>, respectivamente (Tabla 7). Las capturas y CB acumulada se distribuyeron en 8 cuadrantes, continuando la tendencia de la flota a operar en un área más reducida (mayo: 14 cuadrantes). El análisis mensual por cuadrante indica que la capacidad de bodega acumulada fue entre 7.087 y 286.810 m<sup>3</sup>, y las capturas entre 5.293 y 175.914 ton (Tabla 8).

En junio, al igual que en mayo, la región al norte de 35°S concentró 86% de la CB acumulada y los mayores valores de la CPUE, con un promedio de 0,16 ton/m<sup>3</sup>. Al sur de 37°S, el promedio de la CPUE fue 0,12 ton/m<sup>3</sup>, confirmándose que las mayores agregaciones del recurso jurel continuaron predominado en la zona norte (Figura 20). El cuadrante más visitado por la flota durante junio se ubicó entre 32-33°S y 74-75°W, un poco más al norte que el mes anterior, acumulando para junio sobre 260 mil m<sup>3</sup> de CB y sobre 175 mil ton de captura, con una CPUE promedio mensual 0,149 ton/m<sup>3</sup>.

### 3.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO ESPACIAL Y TEMPORAL

Los valores de CPUE promedio mensual, junto con los parámetros necesarios para su cálculo, son presentados en la Tabla 7. Estos valores de CPUE, calculados según la metodología presentada en la sección 2.4, coinciden satisfactoriamente con los informados por Arancibia et al. (1995a,b) (Figura 21), validándose la primera. Algunas discrepancias en la CPUE ocurren en octubre y noviembre de 1994, cuando la flota operó no sólo sobre el recurso jurel, sino también sobre merluza de cola (*Macrorunus magellanicus*), anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina común (*Strangomera bentinki*).

La CPUE diaria presenta una gran variabilidad, siendo las causas principales en la disminución de la CPUE, a una escala diaria, son las siguientes:

- i) días domingos y festivos;
- ii) días con fuertes vientos (sobre 25-30 nudos), los que impiden la faena de pesca de las embarcaciones;
- iii) en aquellos días cuando las capturas de una zona de pesca comienzan a disminuir y parte de la flota inicia la búsqueda de una nueva zona, repartiéndose el esfuerzo de pesca de la flota en dos o más regiones.

El efecto separado de cada uno de estos factores o la acción conjunta de dos o más, trae como consecuencia una drástica disminución en la CPUE en sólo 1 ó 2 días. Complementariamente, los rápidos incrementos de la CPUE (1 a 3 días), se pueden explicar considerando las siguientes características de la flota:

- i) en general, la flota opera de manera agregada, en efecto con el inicio de la búsqueda de pesca, la mayor parte de la flota confluye en una misma dirección;
- ii) al generarse una zona de pesca, la mayoría de las embarcaciones se dirige hacia ella, independientemente de los rendimientos;
- iii) la alta velocidad de las embarcaciones industriales, que alcanza a 10 nds, con lo que les es posible desplazarse entre dos regiones muy distantes ( San Antonio a Talcahuano, por ejemplo), en alrededor de un día;
- iv) la utilización de aviones para el reconocimiento de las actividades que está realizando una embarcación o un

grupo de ellas en una región determinada.

Conforme a lo anterior, se realizó un análisis diario de la dinámica de las zonas de pesca para abril de 1995, registrándose 8 períodos, con una duración entre 2 y 6 días. En la mayoría de estos eventos, el pico de CPUE sobrepasó 0,2 ton/m<sup>3</sup>. Las regiones donde se generaron cada uno de estos eventos tuvo una amplia distribución latitudinal, desde 34°S a 39°S; aunque con escasa extensión longitudinal, entre 74°W y 75°W. La eventos tuvieron un desplazamiento general hacia el oeste, tanto hacia el norte como hacia el sur (Fig. 22).

Un resumen del análisis intramensual de las zona se pesca en el período julio de 1994 a junio de 1995, se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Número de eventos de pesca, número total de eventos por mes (NTE) y duración promedio mensual (DPM) de los eventos de pesca registrados desde julio de 1994 hasta junio de 1995.

Duración (días)	Mes											
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
2-3	4	4	3	5	3	4	4	8	9	4	11	6
4-5	-	2	-	1	4	3	1	3	1	3	1	-
6-8	2	1	2	2	2	-	2	-	1	1	1	2
NTE	6	7	5	8	9	7	7	11	11	8	13	8
DPM	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4

En la mayor parte de los meses analizados es posible reconocer eventos de corta y larga duración; sin embargo, es claro que los eventos de duración entre 2 a 3 días son los más frecuentes en prácticamente todo el período. Los meses de

febrero, marzo y mayo de 1995 son aquellos con un mayor NTE, pero en general no existe una gran variabilidad en el número de eventos manteniéndose en un rango relativamente estrecho que fluctúa principalmente entre 7 y 11 eventos por mes.

La duración promedio mensual de los eventos de pesca (DPM), se mantiene prácticamente constante, con un valor de 4 días, durante todo el período analizado. En consecuencia, se aplicó una media móvil de 4 días para analizar la CPUE diaria, para filtrar la gran variabilidad diaria que presenta y así facilita su análisis.

El análisis de la CPUE diaria (Figs. 23 a 26) muestra un comportamiento que se repite en varias ocasiones a lo largo de todo el período de estudio; esto es, a partir de un valor mínimo se produce un aumento progresivo hasta alcanzar un máximo de la CPUE, para posteriormente disminuir. A cada uno de estos períodos se les denominó "períodos de pesca", los que agrupan diferentes eventos de pesca (Peña et al., 1995c).

En el trimestre julio-septiembre de 1994, se identifican 5 períodos de pesca (Fig. 23), a saber: i) 01 al 17 de julio; ii) 20 de julio al 12 de agosto; iii) 14 al 30 de agosto; iv) 11 al 19 de septiembre y iv) 20 al 25 de septiembre. Los tres primeros períodos de pesca tienen un evolución similar, con valores máximos de CPUE promedio que fluctúan entre 0,15 y 0,18 ton/m<sup>3</sup>. En la última semana de agosto ocurre una clara disminución de la CPUE promedio, para terminar el trimestre con dos períodos de pesca de corta duración, con valores de CPUE menores a 0,10 ton/m<sup>3</sup>.

En el trimestre octubre-diciembre de 1994 (Figura 24), la CPUE promedio es muy baja y no se presentan fluctuaciones mayores sino hasta comienzos de diciembre. Luego ocurren dos períodos

de pesca; el primero entre el 29 de noviembre y el 20 de diciembre, y el segundo entre el 25 y 30 de diciembre. En ambos casos la CPUE máxima sobrepasó 0,10 ton/m<sup>3</sup>, marcando un cambio en el comportamiento temporal de la CPUE diaria, respecto a lo ocurrido en octubre y noviembre.

En el primer trimestre de 1995 (Figura 25), se reconocen 5 períodos de pesca, a saber: i) 01 al 23 de enero, ii) 25 de enero al 1 de febrero, iii) 4 al 16 de febrero, iv) 17 de febrero al 6 marzo y v) 8 al 17 de marzo. Todos estos períodos se caracterizan por presentar valores máximos de CPUE promedio entre 0,13 y 0,18 ton/m<sup>3</sup>.

En el trimestre abril-junio de 1995 ocurren los máximos rendimientos de pesca (Figura 26), con algunas diferencias con respecto al trimestre enero-marzo. En efecto los niveles de CPUE promedio son más altos en el trimestre abril-junio y la tendencia general es levemente creciente desde la tercera semana de abril hasta la tercera semana de junio, con los mayores rendimientos hacia fines de abril, fines de mayo y mediados de junio.

### 3.3. TIEMPO DE PERMANENCIA DE LAS EMBARCACIONES EN LAS ZONAS DE PESCA

El tiempo de permanencia promedio en zona de pesca (TP) de las embarcaciones industriales de cerco, se presenta en la Tabla 10 y Figura 27. Coincidentemente, en el período de menores rendimientos (agosto a noviembre), TP supera los dos días.

Un análisis entre tamaños de embarcaciones de TP durante el período de julio de 1994 a junio de 1995, indica que no

significativas, pero existen diferencias significativas, pero sí entre meses (Peña et al., 1995c).

Tabla 10. Tiempo de permanencia promedio de las embarcaciones en una zona de pesca (días) de cuatro categorías de capacidad de bodega (m<sup>3</sup>), durante el período julio 1994 a junio 1995.

Mes	Categorías de capacidad de bodega (m <sup>3</sup> )			
	400-600	60 -800	801-1000	> 1000
Julio	1,65	1,54	1,46	1,51
Agosto	2,12	1,98	2,04	1,97
Septiembre	2,04	1,84	1,91	2,23
Octubre	1,76	2,30	2,29	2,30
Noviembre	2,28	2,23	2,50	2,23
Diciembre	1,25	1,27	1,28	1,36
Enero	1,20	1,30	1,28	1,26
Febrero	1,31	1,51	1,44	1,44
Marzo	1,55	1,78	1,79	1,89
Abril	1,74	1,66	1,48	1,46
Mayo	1,50	1,69	1,59	1,81
Junio	1,67	1,79	1,82	1,76

#### 3.4. DISTANCIA ENTRE LA ZONA DE PESCA DIARIA Y EL PUERTO

La distancia promedio mensual entre la zona de pesca y el puerto de Talcahuano (MFP) ocurrió entre 45 y 178 mn (Figura 28), reconociéndose tres etapas: i) de julio a noviembre de 1994, con valores entre 110 y 160 mn; ii) en noviembre y diciembre se produce una rápida disminución de MFP, alcanzando a cerca de 50 mn. Esta tendencia se mantiene hasta febrero de 1995, con valores que no sobrepasan las 60 mn; iii) a partir de febrero de 1995 se inicia un sostenido aumento en la MFP, alcanzando su máximo en junio de 1995, con 180 mn, en promedio (Figura 28).

La importancia de las zonas de pesca mensuales, con respecto a cinco categorías de MFP (Figura 29), revela que de julio a noviembre de 1994 son visitadas zonas de pesca muy alejadas del puerto de Talcahuano. Esta situación se revierte a partir de diciembre de 1994, y se mantiene hasta febrero y marzo de 1995, donde nuevamente comienzan a aparecer zonas de pesca más alejadas del puerto, siendo mayo el mes en que las zonas de pesca se presentan más allá de 200 mn.

### 3.5. INDICE DE CONCENTRACION DE LA FLOTA

El índice de concentración mensual de la flota (I.C.) se presentó en el rango de 0,72 a 1,12 (Figura 30), con algunas fluctuaciones, principalmente en julio-noviembre de 1994, pasando de un nivel de leve agregación (julio y septiembre) a períodos de leve desconcentración (agosto) a mayor desconcentración (octubre de 1994). Desde noviembre de 1994 a junio de 1995, el índice presentó variaciones moderadas; la única excepción ocurrió en febrero de 1995.

## 4. DISCUSION

La distribución de la flota en el período de estudio se presentó con algunos cambios, tanto latitudinal como longitudinalmente. En general, la flota se distribuyó desde 32°S hasta 41°S y desde la costa hasta 79°W. Las capturas y la CPUE se presentaron también con variaciones, lo que se

debería al comportamiento que tiene el recurso jurel en la región centro sur de Chile, reflejándose en un aumento de las capturas en otoño e invierno, asociado con el período de activo engorde del jurel muy próximo a la costa; y una disminución de éstas en primavera-verano, asociado con el período de reproducción y a una masiva emigración reproductiva hacia el oceano abierto (Grechina, 1992; Grechina et al. 1994, Grechina y Arcos, 1995).

El análisis detallado de la distribución y operación de la flota permite identificar cuatro períodos; dos de ellos durante la época de engorde y dos en la época de desove. Estos períodos son:

**a) Julio y mediados de agosto de 1994:**

En este período, la flota se distribuyó principalmente hacia el suroeste y oeste del puerto de Talcahuano (Fig. 4), con altos niveles de captura, CPUE mensual, CPUE por cuadrantes y CPUE diaria (Figs. 6, 21 y 23). Sin embargo, también se presenta una tendencia a revertir esta situación en la segunda mitad de agosto, lo que marca el término de la temporada de pesca, coincidiéndose con el comienzo de la etapa de reproducción hacia el océano abierto.

**b) Septiembre a noviembre de 1994:**

En este período, la flota se distribuyó cerca de la costa, tanto al norte como al sur de Talcahuano, operando sobre una fracción del stock que no emigró al oeste y permaneció en la zona costera (Figs. 4 y 9). Además, en este período la flota capturó también merluza de cola de manera importante. Las zonas de pesca se presentan alejadas del puerto base (Fig. 28).

**c) Diciembre de 1994 a febrero de 1995:**

En este período, lo más destacado es la persistencia de prácticamente una zona de pesca ubicada muy próxima a Talcahuano (Figs. 9 y 14), lo que se refleja en la corta distancia al puerto y la menor duración del tiempo en zona de pesca (Figs. 27 y 28). Se observó la presencia de 6 períodos de pesca muy definidos, con valores máximos de CPUE diaria entre 0,10 y 0,20 ton/m<sup>3</sup> (Tabla 8).

**d) Marzo a junio de 1995:**

En este período, la flota presenta un patrón de la distribución y de área de operación bastante diferente al anterior, alcanzando a 19 cuadrantes en abril (Figs. 14 y 19, Tabla 8), reflejándose en una expansión hacia el oeste, para continuar con un sostenido desplazamiento hacia el norte, terminando de operar en junio cerca de 32°S (Fig. 19). Este cambio también se ve claramente reflejado en la distancia a puerto y en la duración de las zonas de pesca (Figs. 27 y 28), lo que se debe a que la flota estaría aprovechar el ingreso del recurso desde el océano abierto hacia la costa para iniciar su período de engorde. Sin embargo, la flota trabajó sobre concentraciones con una alta presencia de ejemplares de jurel con un tamaño inferior a 26 cm (Bol. Téc. PSP N°10 y 11), en aguas predominantemente cálidas (TSM sobre 15°C), esto podría estar relacionado al moderado evento El Niño registrado a comienzos de 1995 (CPPS, 1994). La CPUE mensual aumentó a 0,150 ton/m<sup>3</sup>, y los valores máximos de la CPUE diaria ocurrieron entre 0,15 y 0,23 ton/m<sup>3</sup> (Tabla 7).

La distribución mensual de las capturas por latitud y cuadrante se presenta de manera sitética en la Figura 31, quedando de manifiesto un desplazamiento paulatino hacia el

sur, desde julio hasta noviembre de 1994; a partir de diciembre, hasta febrero, la actividad se concentra más al norte, entre 36° y 37°S; finalmente, desde marzo a junio, la flota se desplaza al norte, hasta a 32°S.

Entonces, el primer período (julio-agosto de 1994) es reconocido como transición desde la época de engorde a la de desove, caracterizado por un rápido cambio en la distribución y abundancia relativa del recurso jurel. El segundo período (septiembre-noviembre de 1994), está caracterizado por una baja abundancia relativa en toda el área de operación de la flota, correspondiendo a la principal época de desove. El tercer período (diciembre de 1994 a febrero de 1995), corresponde a una transición entre los períodos de desove y engorde, caracterizado por una progresiva acumulación del recurso en la zona costera. En el cuarto período (marzo-junio de 1995), el recurso ingresa masivamente a la etapa de engorde, presentándose altas abundancias relativas en una gran área de distribución.

En relación al Índice de Concentración (I.C.) de la flota, éste no se presenta como una buena medida para caracterizar la agregación de las embarcaciones sobre bases mensuales. En efecto, las tendencias de I.C. (Fig. 30) no se comportan de manera de manera coincidente con las tendencias de las variables analizadas mensualmente en este trabajo, las que, sin embargo, coinciden entre si trayectoria en el período analizado, como son la CPUE mensual, distribución de la flota por cuadrantes, capturas totales (por mes) y capacidad de bodega acumulada. En consecuencia, I.C. no debe ser tomado en consideración como resultado confiable, sino, más bien, debe ser desechado, al menos cuando la base temporal de análisis es el mes.

Un análisis de las temperaturas superficiales del mar (TSM) registradas en las zonas de pesca durante el período julio 1994-junio 1995 indica que los lances de pesca se realizaron en un amplio rango de temperaturas, entre 11 y 19°C (Fig. 32). Se identifica 3 períodos con diferentes tendencias en la distribución de la TSM en las zonas de pesca, a saber:

- i) De julio a septiembre de 1994, con un rango de TSM muy estrecho que fluctuó entre 11,5 y 13,5°C. En este período se observó una masiva emigración del recurso jurel hacia el oeste para desovar (Peña et al., 1994a; Grechina et al., 1994).
  
- ii) De octubre de 1994 a enero de 1995, caracterizado por un creciente rango en la TSM, fluctuando entre 12 y 19°C. Desde octubre hasta fines de noviembre, el recurso se distribuyó muy próximo a la costa, principalmente al sur de 37°S, en aguas con una TSM bajo los 14°C (Peña et al., 1995a). En diciembre y enero pasados, se observó la constitución de zonas de pesca próximas a Talcahuano, realizándose las capturas en aguas más cálidas, con una TSM entre 13,5 a 19°C (Peña et al., 1995a, b). En este período se registra un ingreso moderado de concentraciones de jurel, desde la región oceánica hacia la costa, compuestos principalmente por ejemplares postdesovantes.
  
- iii) De febrero a junio de 1995, la TSM fluctuó en un rango entre 13 y 18,5°C. Sin embargo, en febrero el recurso se distribuyó en aguas más frías que en el resto del período, ya que la zona de pesca principal se ubicó muy próxima a los focos de surgencia costera, los que aumentaron su intensidad durante este mes (Bol. Téc. PSP N° 8). A contar de marzo y hasta mayo pasados, el

El ingreso del recurso fue más intenso y en una área muy extensa, coincidiendo con que el rango de distribución de TSM fue muy amplio. Por otra parte, en junio el recurso se concentró en un área muy reducida en la zona norte (Fig. 19), posiblemente en aguas con una distribución muy homogénea de TSM.

Una comparación de la duración promedio de días en zona de pesca, entre las categorías de capacidad de bodega de las embarcaciones indicó que no existen diferencias significativas (Peña et al. 1995c). Además, se determinó que en una misma zona de pesca operaron embarcaciones con una capacidad de bodega entre 400 y 1.600 m<sup>3</sup>. Esto difiere del supuesto señalado al inicio del proyecto, el que consideraba realizar una separación por estratos de capacidad de bodega para determinar algún comportamiento diferencial entre barcos de diferentes estratos.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arancibia, H., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Cubillos y R. Alarcón. 1994. Caracterización de la flota y cuantificación del esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1994: Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Primer Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 3, Num 10.
- Arancibia, H., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Cubillos y R. Alarcón. 1995a. Caracterización de la flota y cuantificación del esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1995: Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Segundo Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4. Núm. 2.
- Arancibia, H., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Cubillos y R. Alarcón. 1995b. Caracterización de la flota y cuantificación del esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1995: Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Tercer Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4. Núm 3.
- Arancibia, H., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Cubillos y R. Alarcón. 1995c. Caracterización de la flota y cuantificación del esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1995: Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Cuarto Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano.
- Bol. Téc. 1994. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Julio. Núm. 114, 4 p.
- Bol. Téc. 1994. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Agosto. Núm. 116, 4 p.
- Bol. Téc. 1994. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Septiembre. Núm. 118, 4 p.

- Bol. Téc. 1994. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Octubre. Núm. 120, 4 p.
- Bol. Téc. 1994. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Noviembre. Núm. 122, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico. Estadísticas de Febrero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Diciembre. Núm. 124, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Enero. Núm. 126, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Febrero. Núm. 128, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Marzo. Núm. 130, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico. Estadísticas de Enero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Abril. Núm. 132, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico. Estadísticas de Febrero. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Mayo. Núm. 134, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico. Estadísticas de Marzo. Pesquería pelágica regional. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Junio. Núm. 136, 4 p.
- Bol. Téc. 1995. Boletín Técnico Programa Sinoptico de Pesca (PSP). Actividad de la flota pesquera regional durante febrero de 1995. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Núm. 08, 6 p.
- CPPS, 1994. Boletín de Alerta Climático, noviembre de 1994. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Lima, Perú. Núm. 50
- Elizarov, A.A., A.S. Grechina, B.N. Kotenev & A.N. Kutznezov. 1992. Jurel peruano, *Trachurus symmetricus murphyi*, en las aguas abiertas del Pacífico Su. *voprosy Ictiologii*, 32(6): 57-73 (en ruso).
- Gulland, J., 1956. On the fishing effort in English demersal fisheries. *Invest. London*, sér 2, 20(5), 41 p.

- Grechina, A.S. 1992. Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en alta mar del Pacífico Sur. H. Arancibia y L. Cubillos (Eds.). Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 1, Núm. 2, 47 p. + 21 figs.
- Grechina, A.S., S.P. Nuñez & D.F. Arcos. 1994. Desove del recurso jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el Océano Pacífico Sur. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 3, Núm. 3, 44 p.
- Grechina, A.S. 1994. Influencia de "El Niño" de los años 1982-1983 en la distribución de las concentraciones comerciales del jurel. En: Biología y pesca comercial del jurel en el Pacífico Sur. Arcos D.R. & A.S. Grechina (Editores). Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile. Edición especial. Ed. Aníbal Pinto, Concepción, Chile: 123-127.
- Grechina, A.S. y D.F. Arcos. 1995. Distribución y migración del jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols), en el Pacífico Suroriental. *Gayana Oceanol.* 3(1):3-27.
- Peña, H.E., A.S. Grechina y D.F. Arcos. 1994a. Posibles factores oceanográficos y biológicos en la formación de agregaciones del jurel en primavera-verano en la zona centro-sur de Chile. Resúmenes de las XIV Jornadas de Ciencias del Mar y I Jornada Chilena de Salmonicultura. 23 al 25 mayo, Pto. Montt, p. 211.
- Peña, H., A. Grechina, V. Aliste y A. Cerda. 1994b. Determinación de la distribución y abundancia relativa del recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1994: Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Primer Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 3, Núm. 10, 44 p.
- Peña, H., A. Grechina, V. Aliste y M. Benítez. 1995a. Determinación de la distribución y abundancia relativa del recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1995: Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Segundo Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4, Núm. 2, 49 p.
- Peña, H., A. Grechina, C. Gonzalez y M. Benítez. 1995b. Determinación de la distribución y abundancia relativa del recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1995: Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Tercer Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4, Núm. 3-B, 59 p.

Peña, H., Gréchina, C. Gonzalez y M. Benítez. 1995c. Determinación y abundancia de la distribución y abundancia relativa del recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos. (Eds). 1995: Estudios biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur de las IX Regiones. Cuarto Informe de Avance, Proyecto FIP 018-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, 72 p.

Veloso C.H. y H.E. Peña. 1993. La pesquería del jurel en la región centro-sur de Chile; un análisis de su variación espacio-temporal: posibles causas y efectos. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 2, Número Especial, 80 p.

Yañez E. y L. Maritano. 1983. Análisis histórico (1971-1980) de la pesquería pelágica de la zona norte de Chile ( $18^{\circ}20' - 24^{\circ}S$ ) y estimación del estado de los recursos explotados. In: "Análisis de Pesquerías Chilenas", P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV: 161-177.



ANEXO FIGURAS

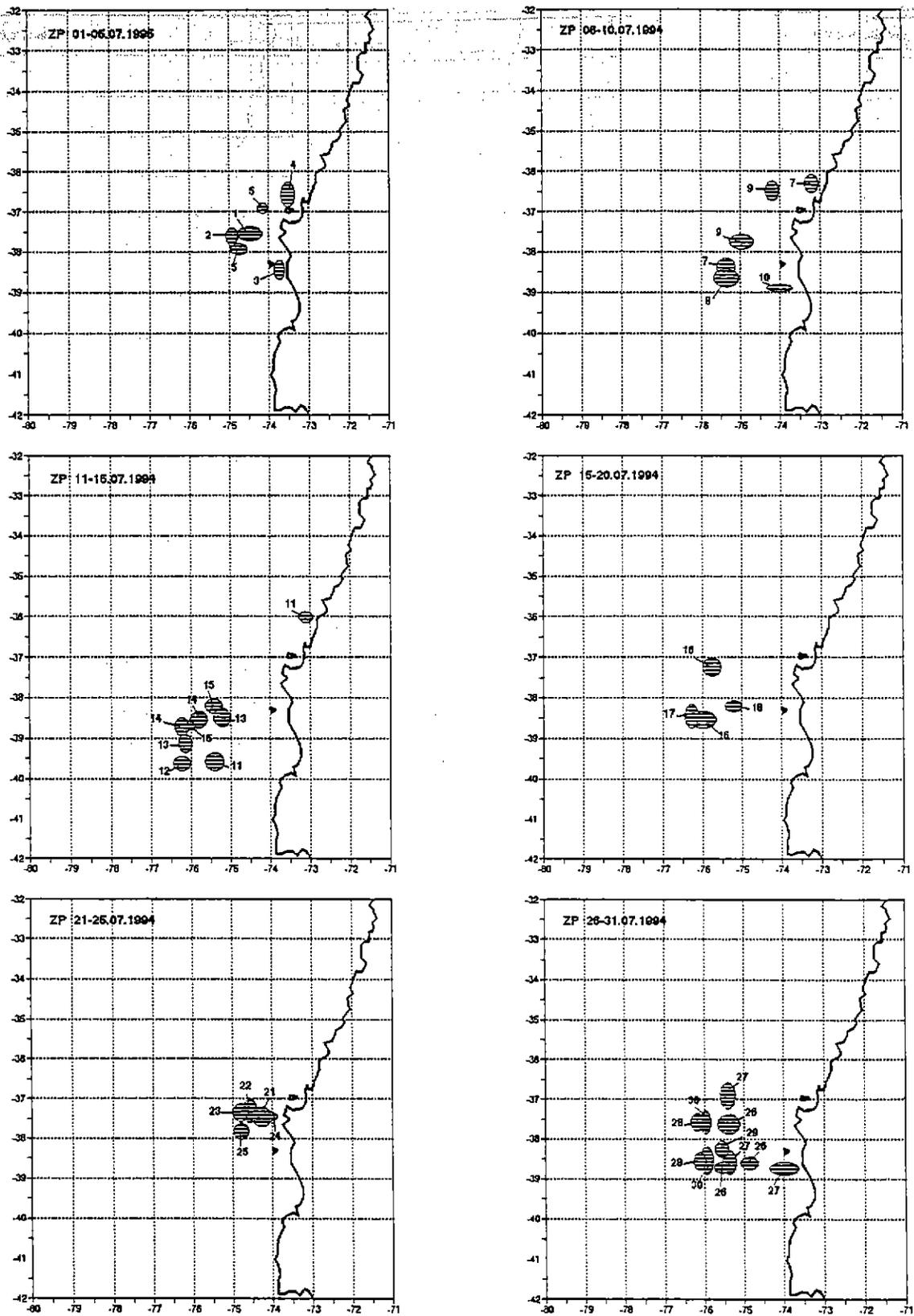


Figura 1. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (julio de 1994).

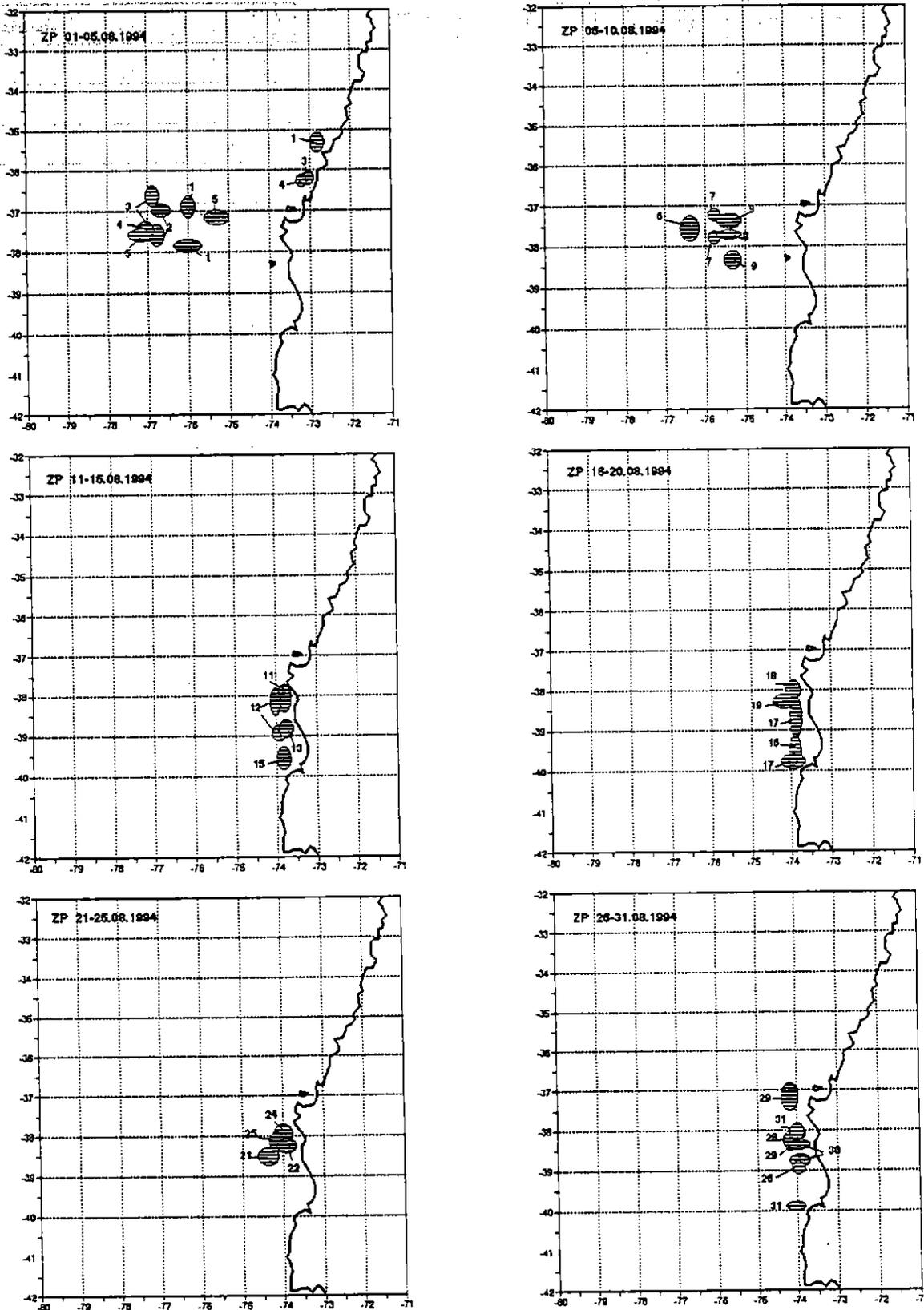


Figura 2. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (agosto de 1994).

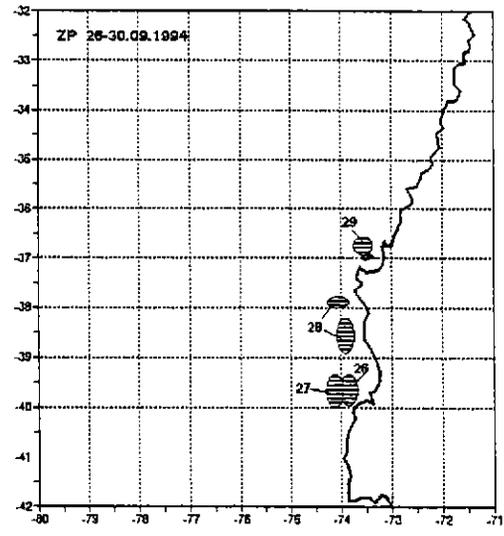
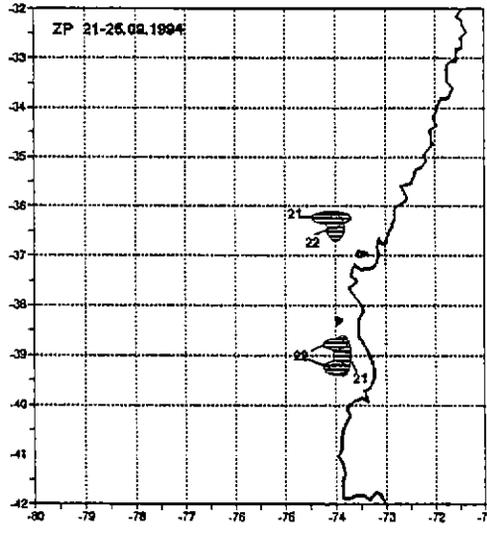
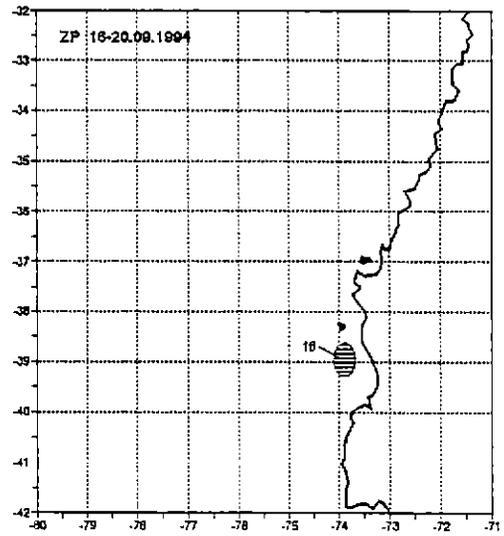
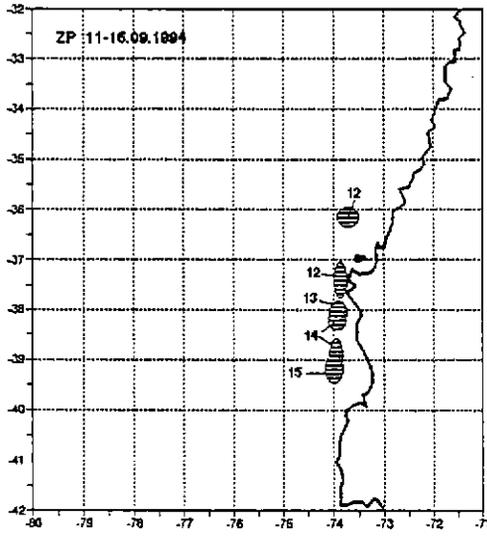
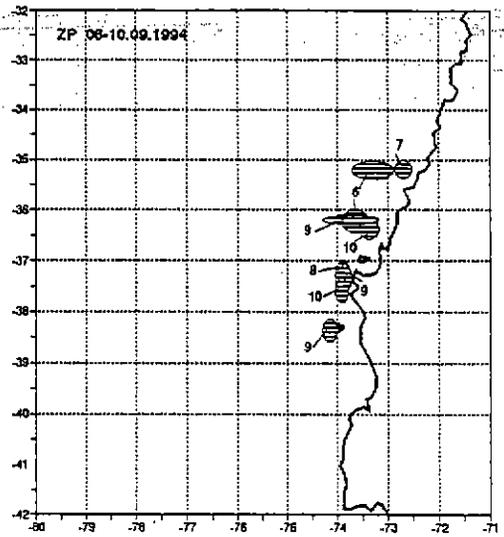
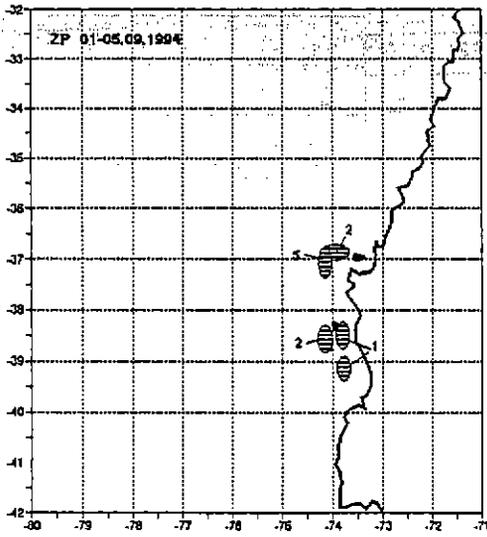


Figura 3. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (septiembre de 1994).

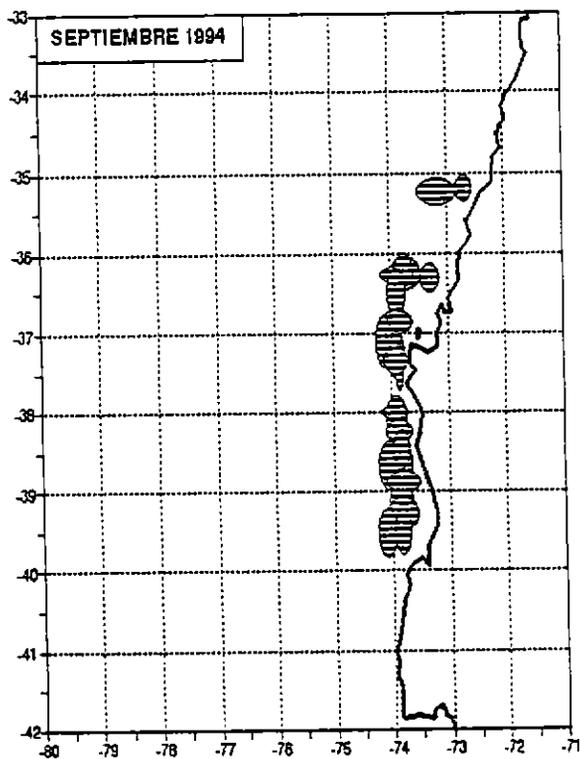
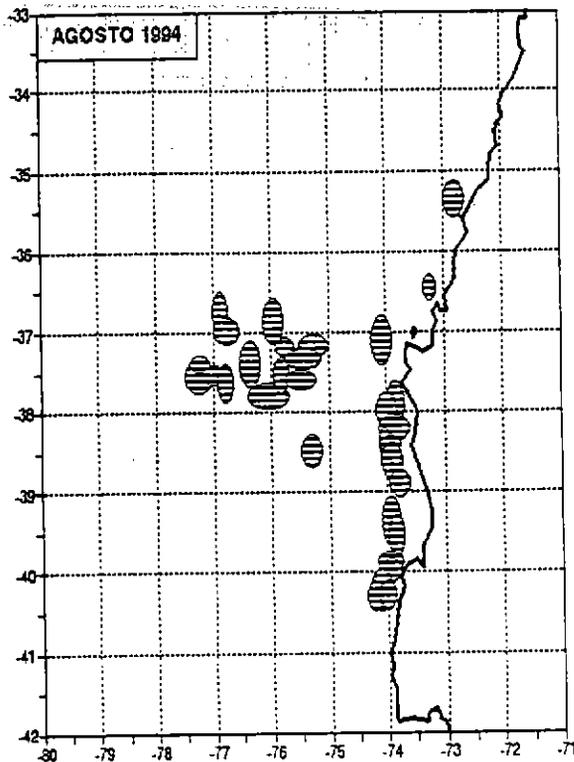
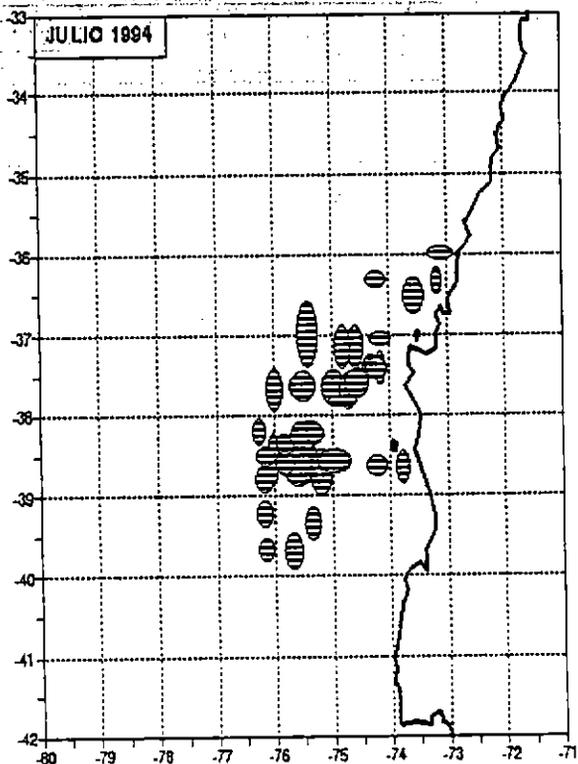


Figura 4:

Distribución de zonas de pesca en julio-septiembre de 1994.

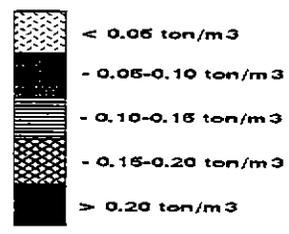
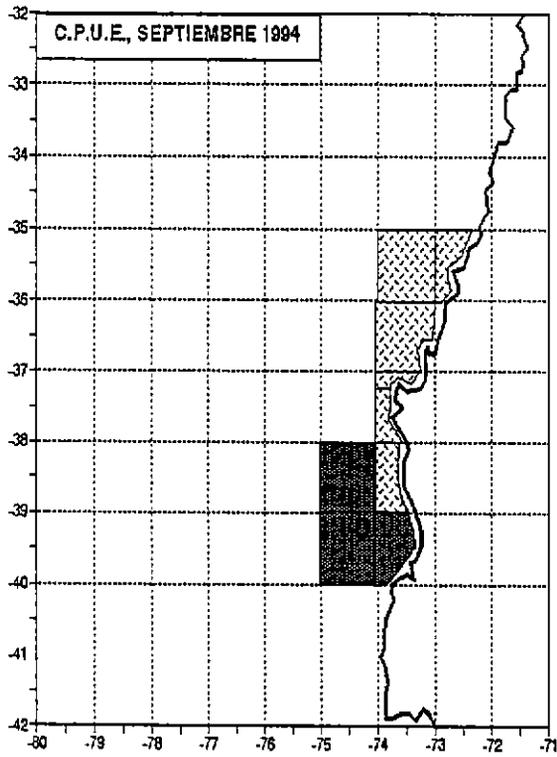
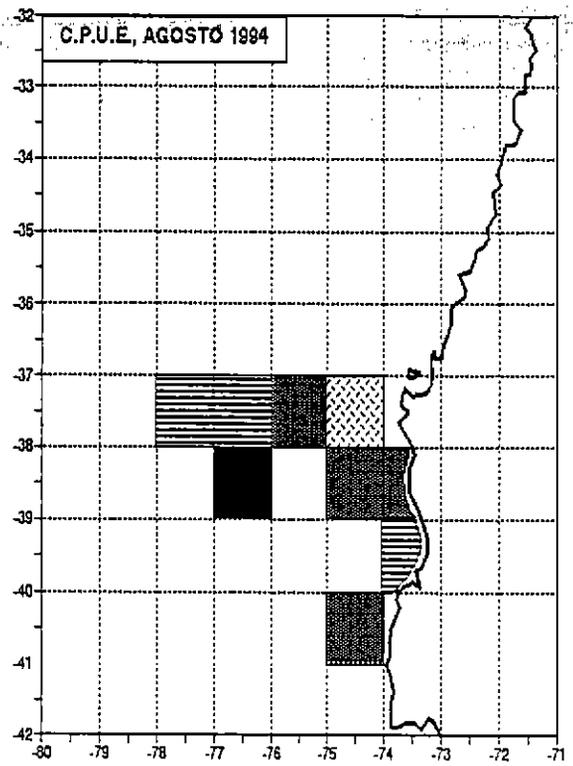
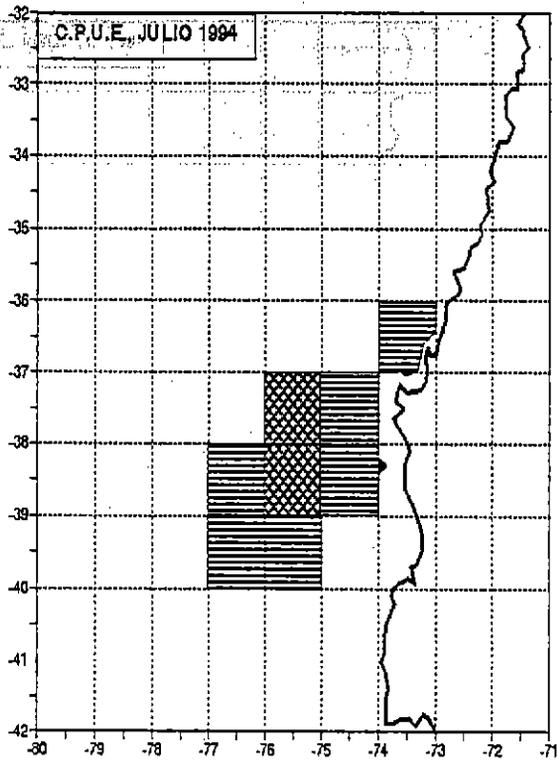


Figura 5:  
 Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en julio-septiembre de 1994.

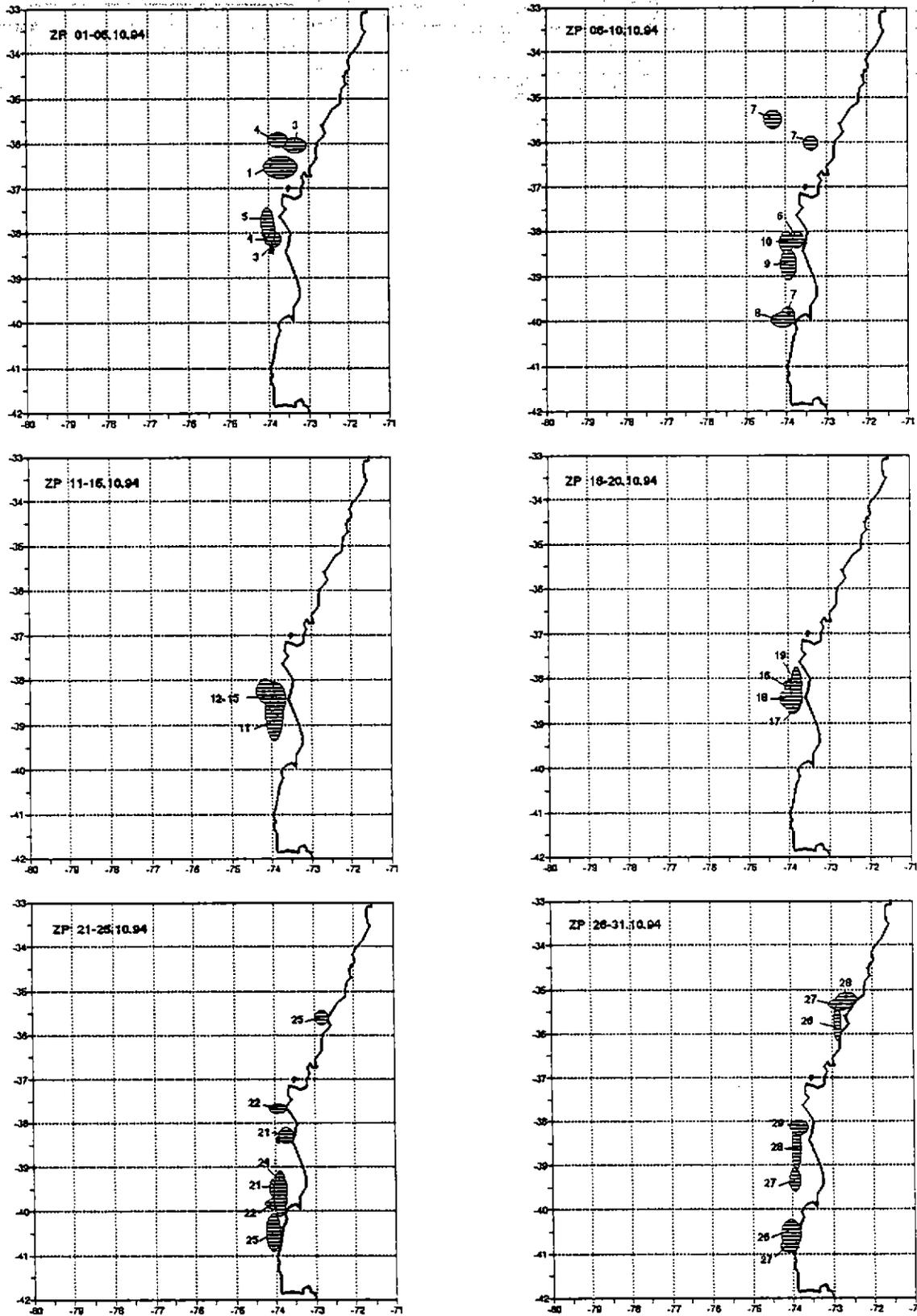


Figura 6. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (octubre de 1994).

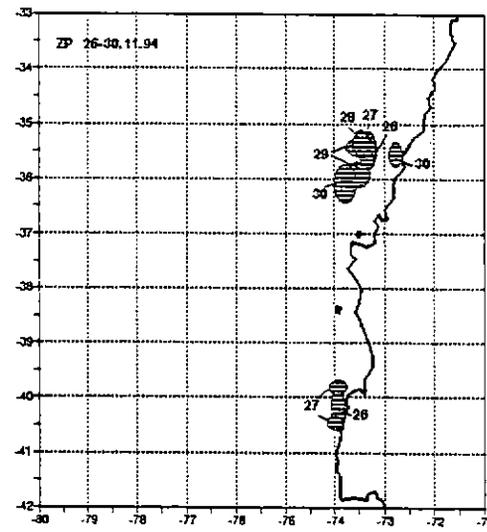
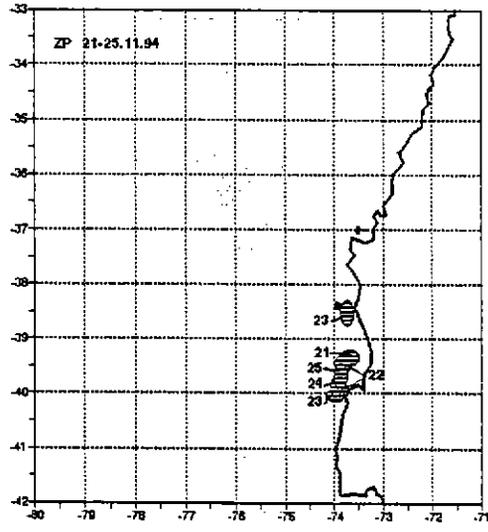
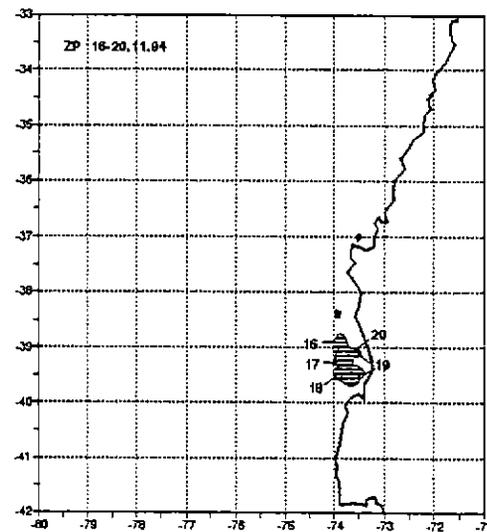
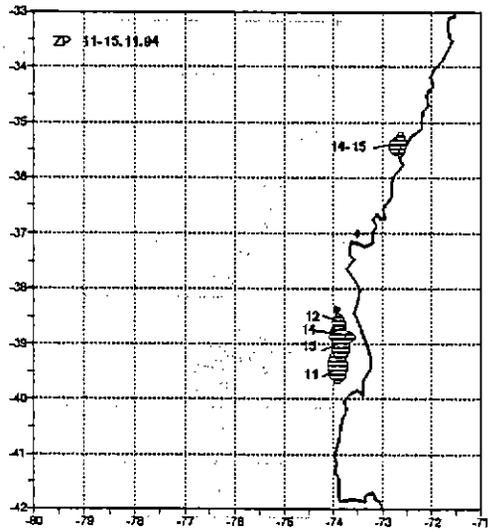
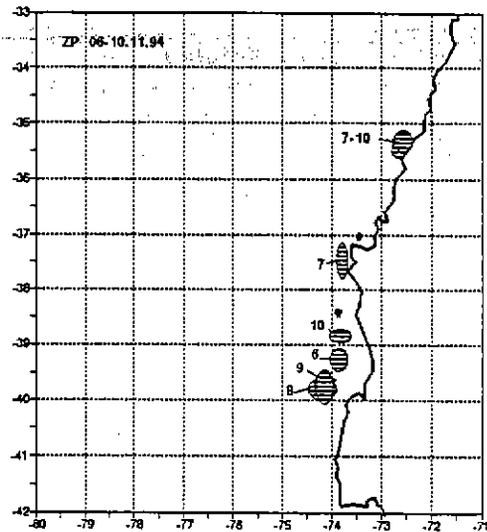
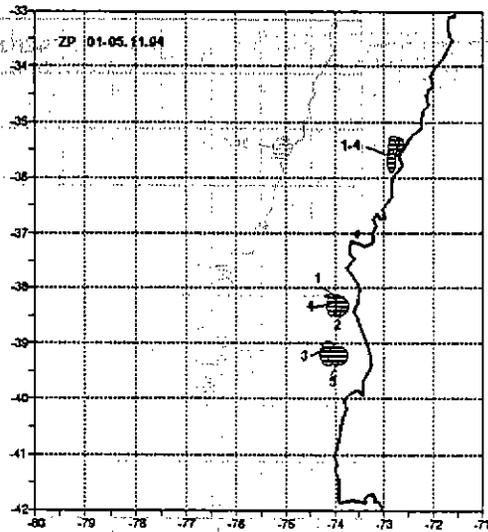


Figura 7. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (noviembre de 1994).

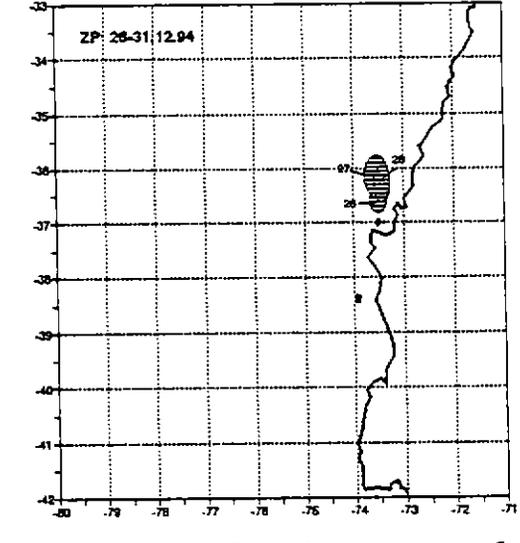
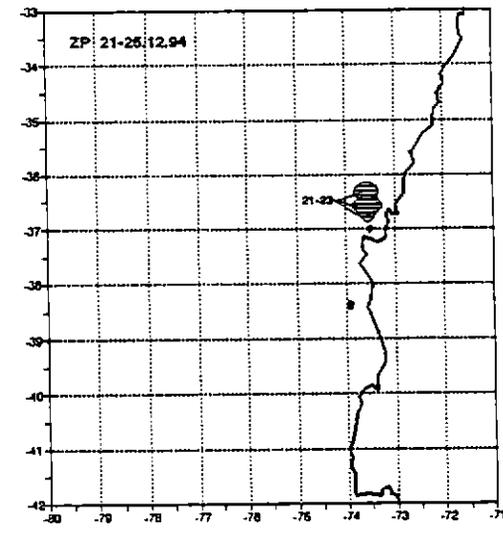
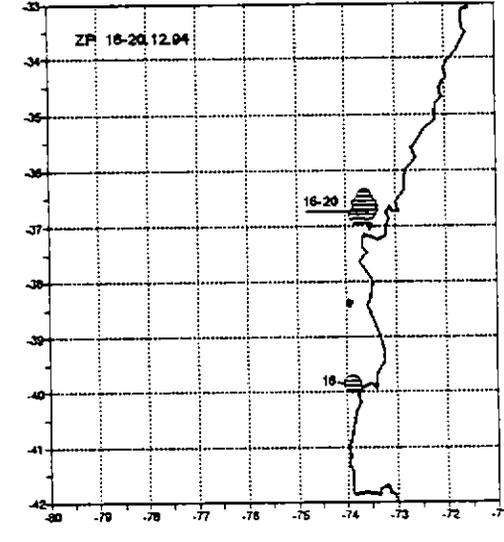
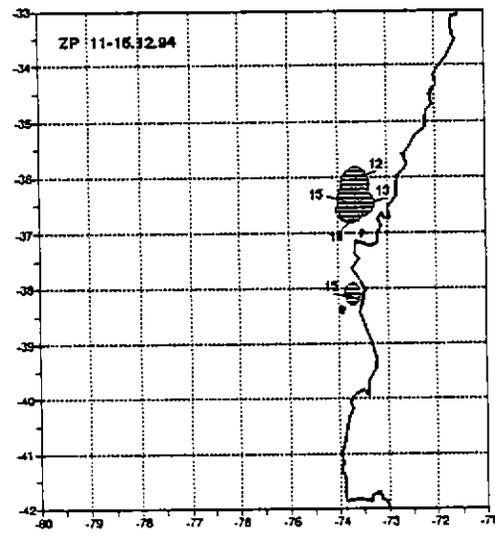
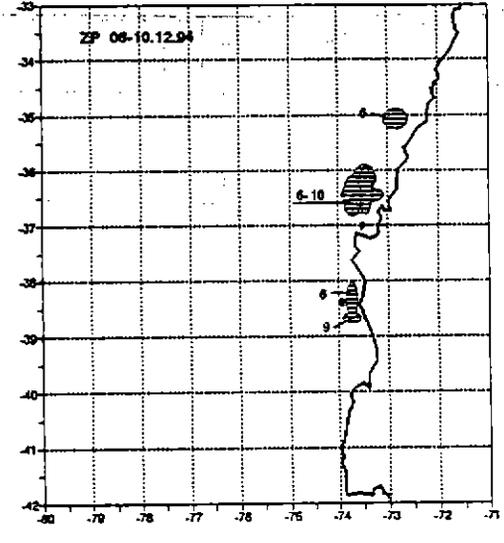
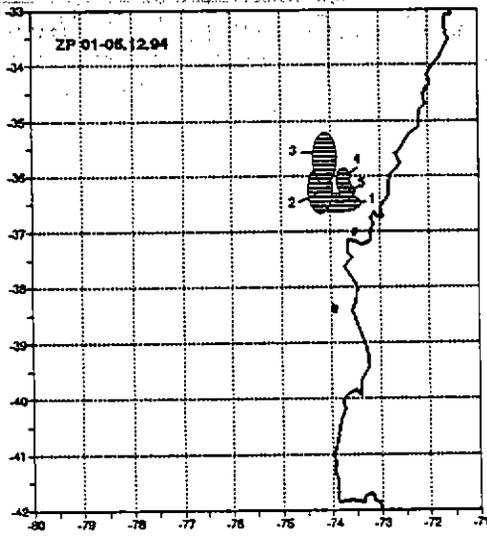


Figura 8. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en periodos de 5 días (diciembre de 1994).

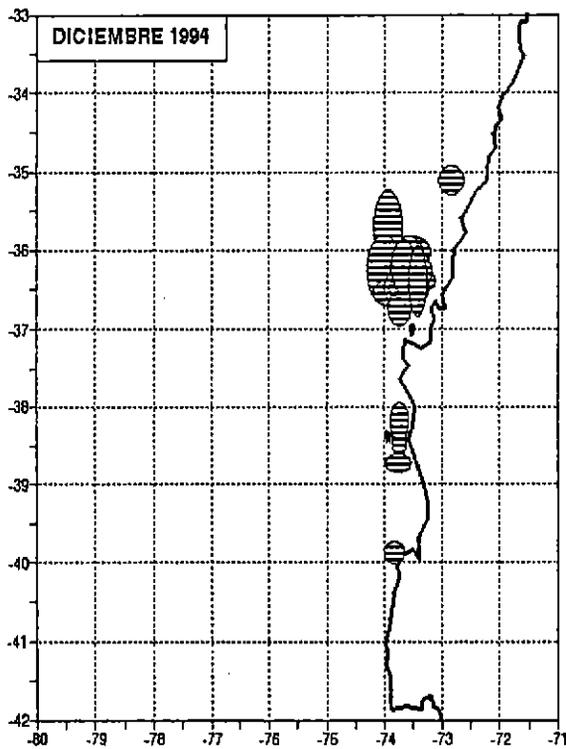
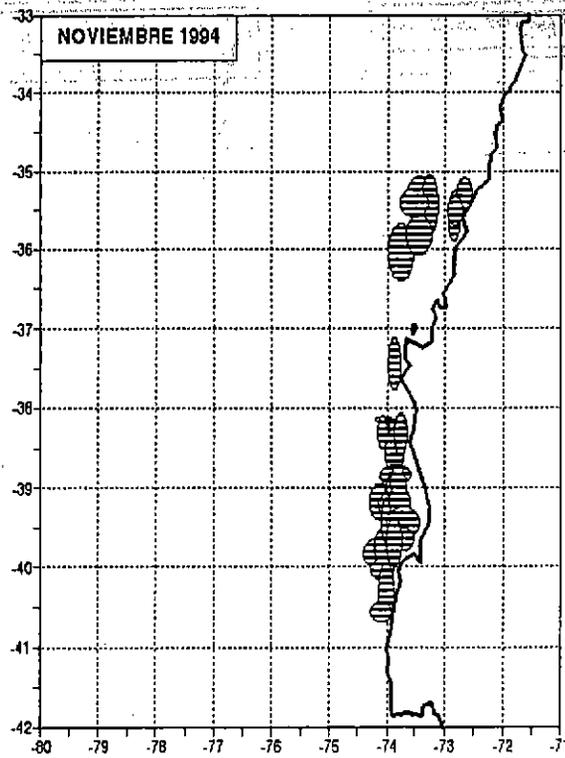
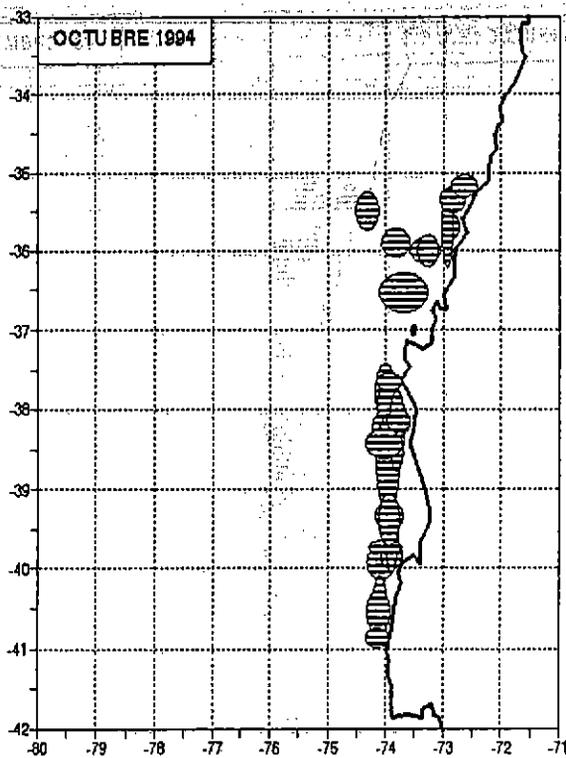


Figura 9:

Distribución de zonas de pesca en octubre-diciembre de 1994.

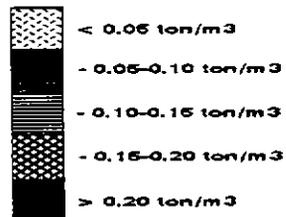
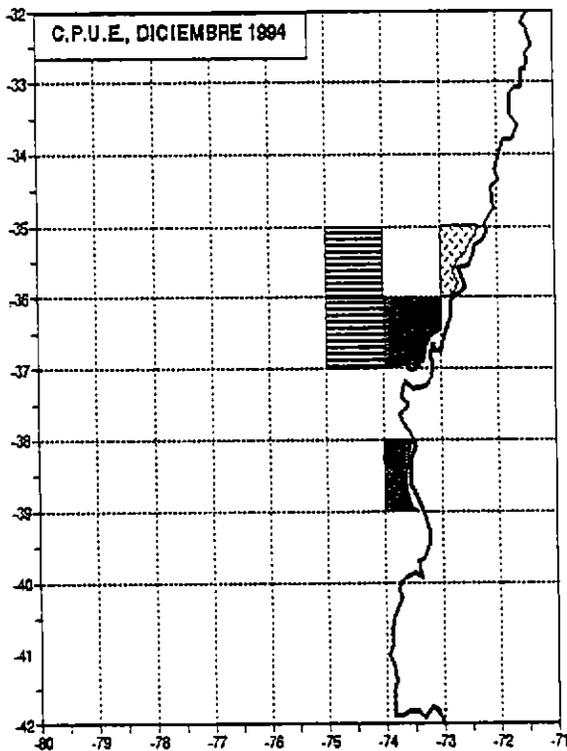
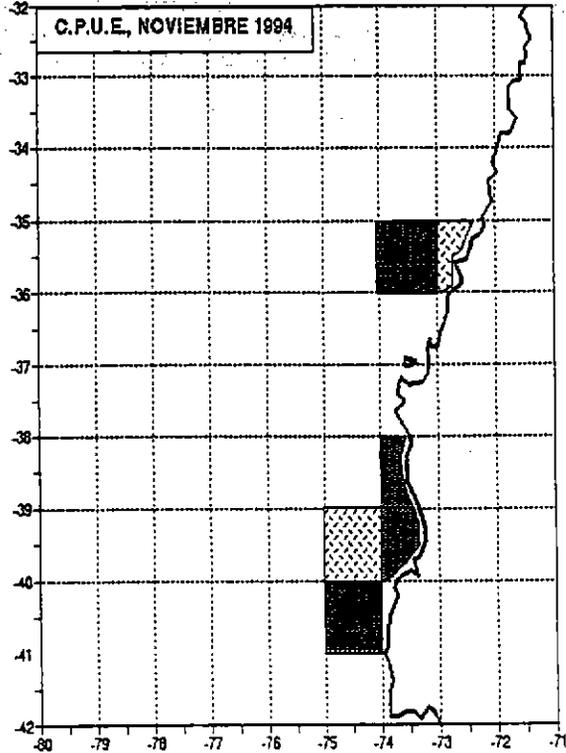
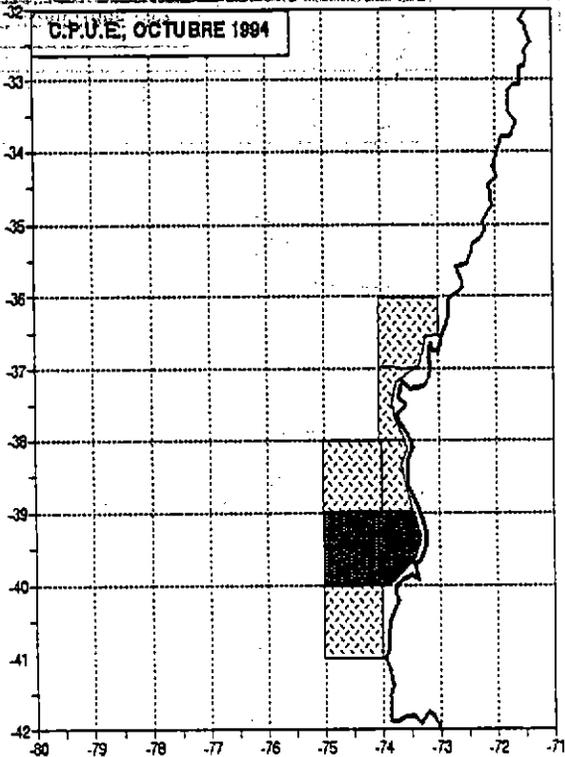


Figura 10:

Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en octubre-diciembre de 1994.

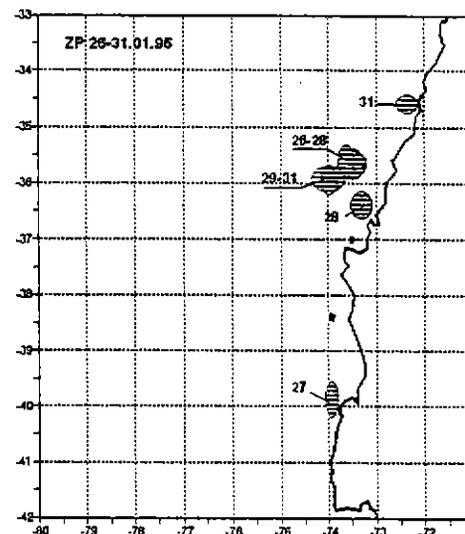
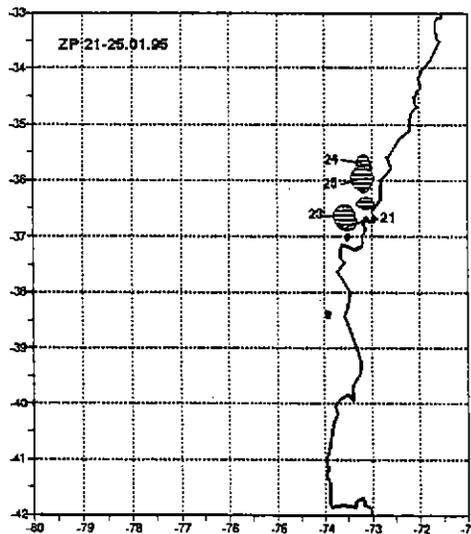
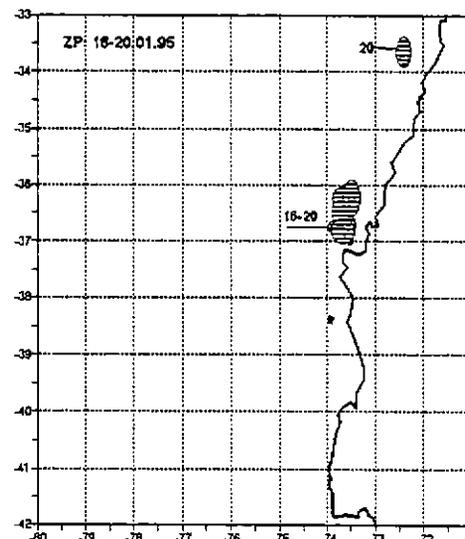
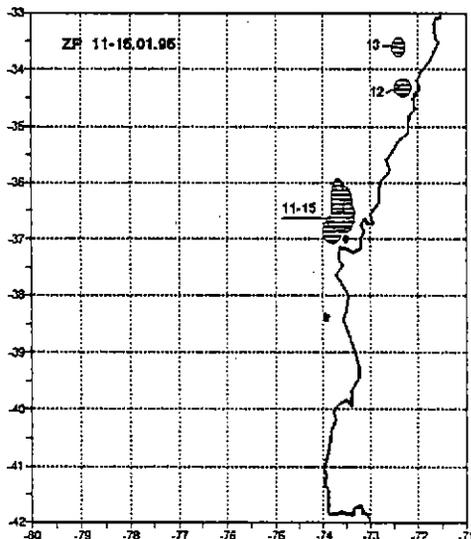
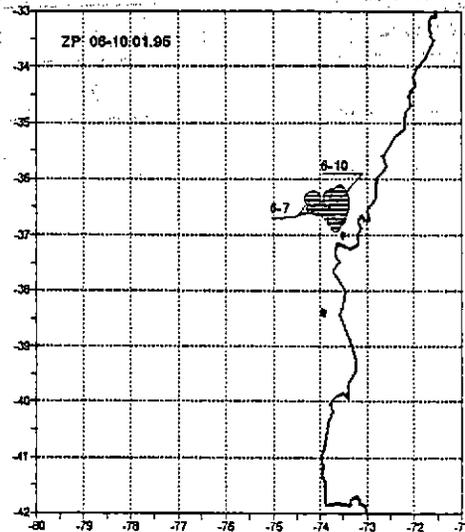
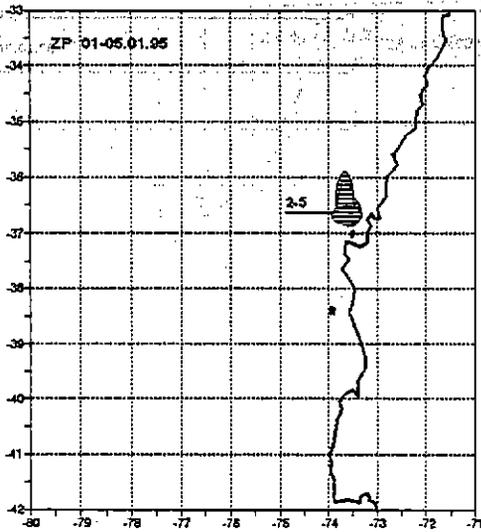


Figura 11. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (enero de 1995).

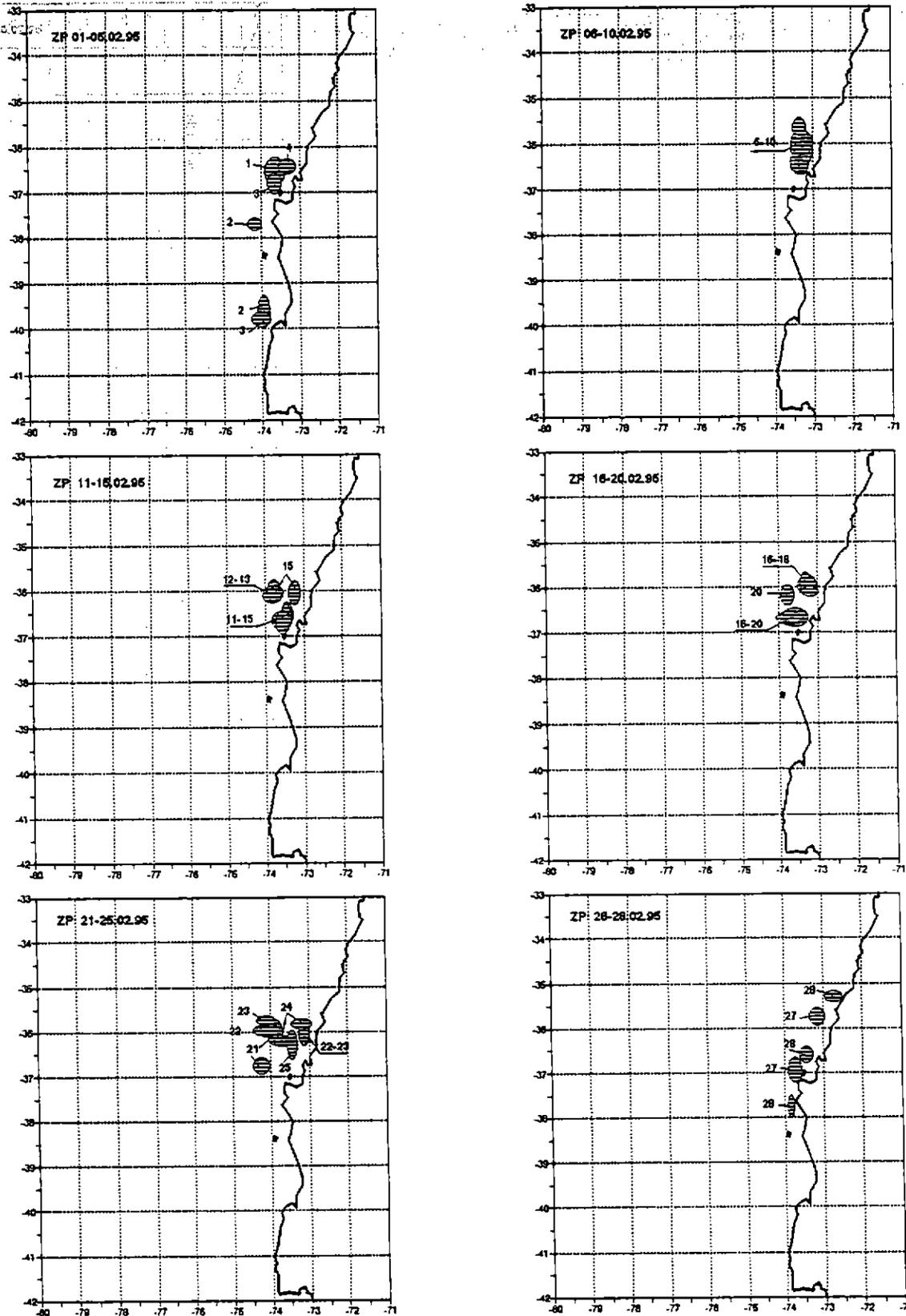


Figura 12. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en periodos de 5 días (febrero de 1995).

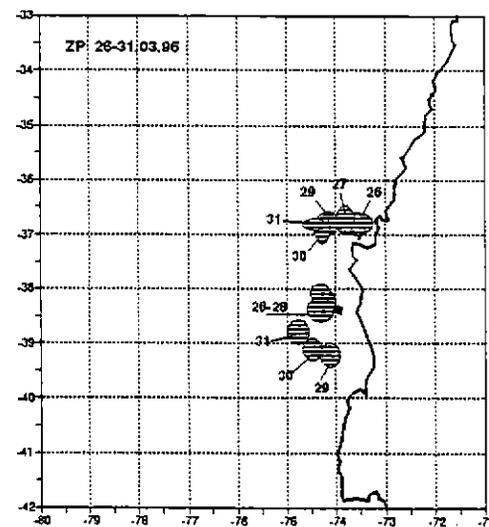
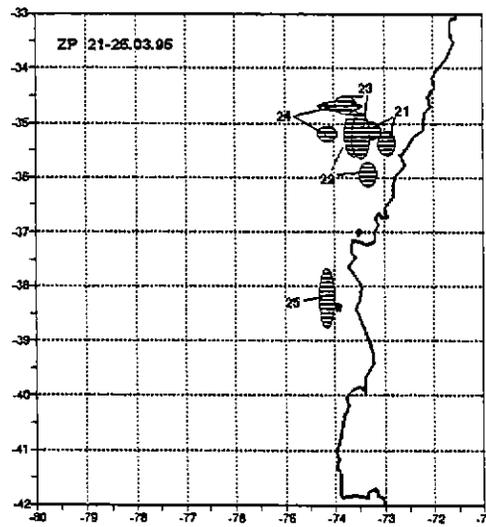
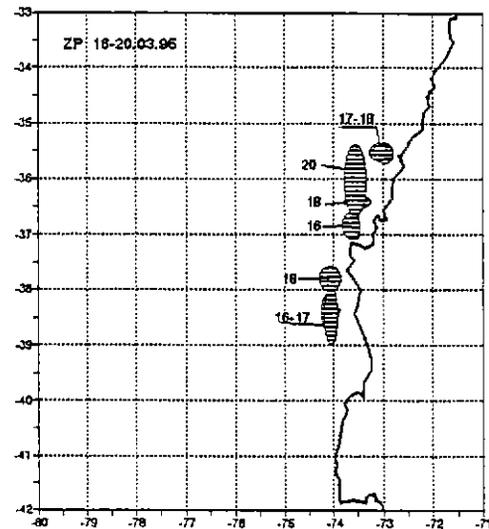
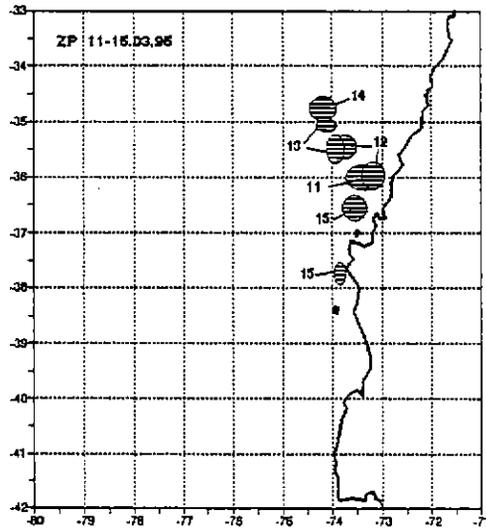
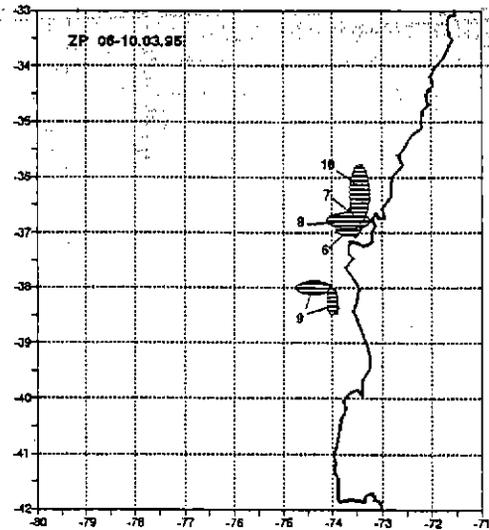
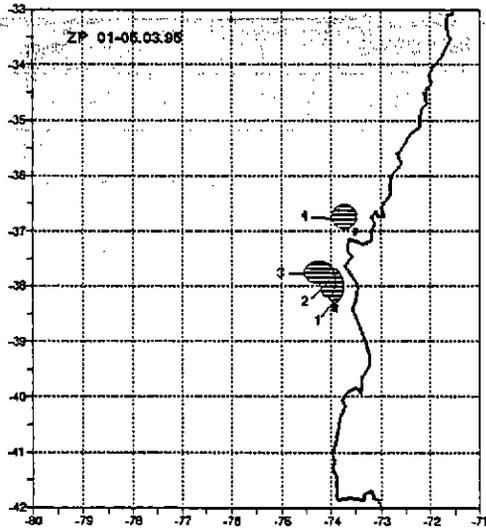


Figura 13. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en periodos de 5 días (marzo de 1995).

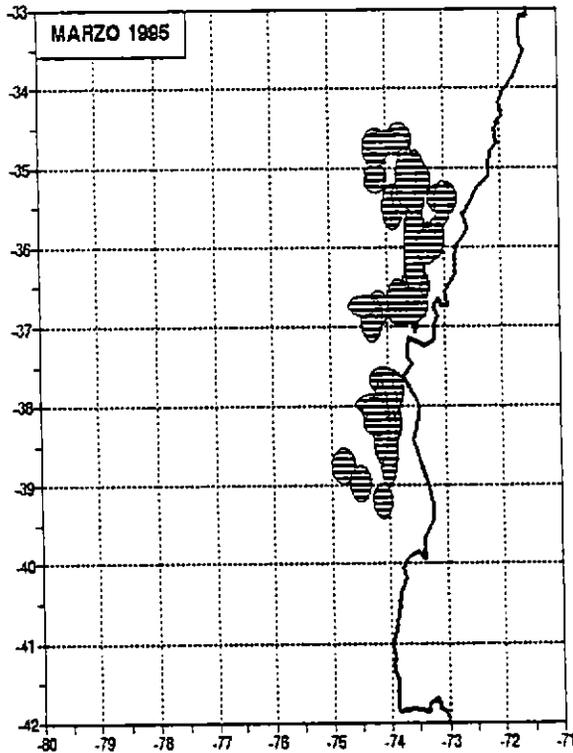
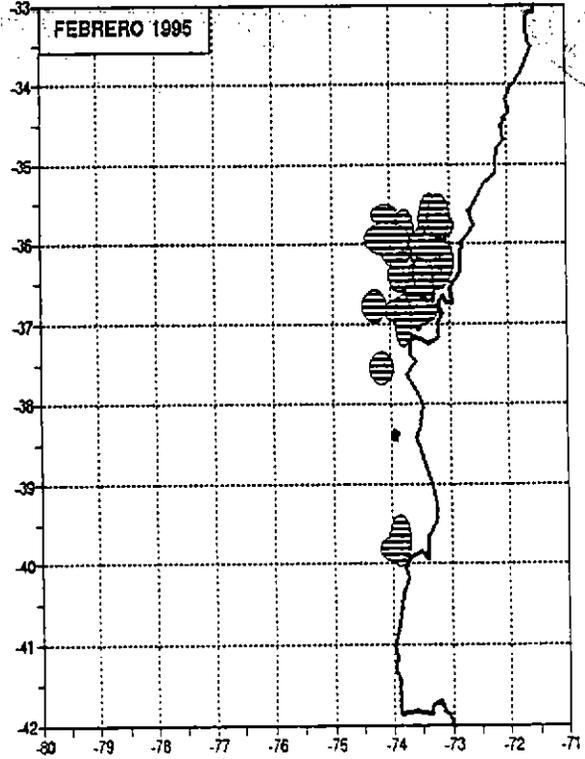
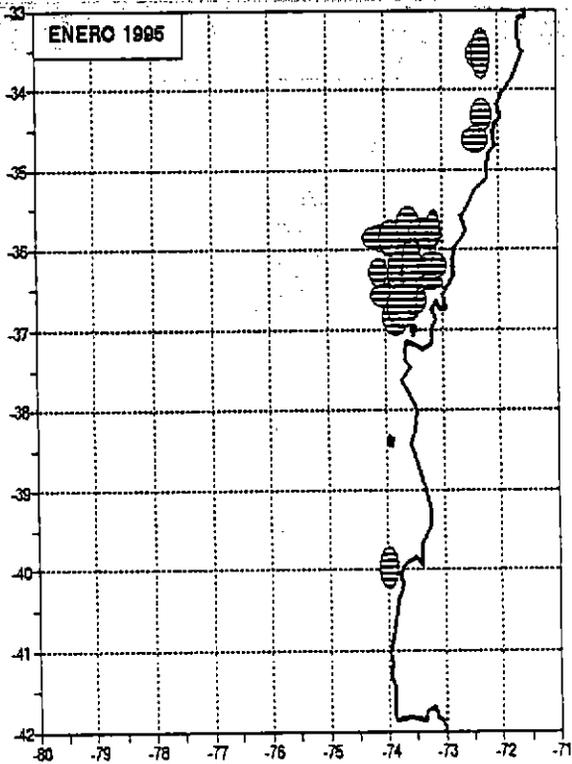


Figura 14:

Distribución de zonas de pesca en enero-marzo de 1995.

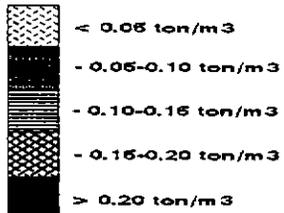
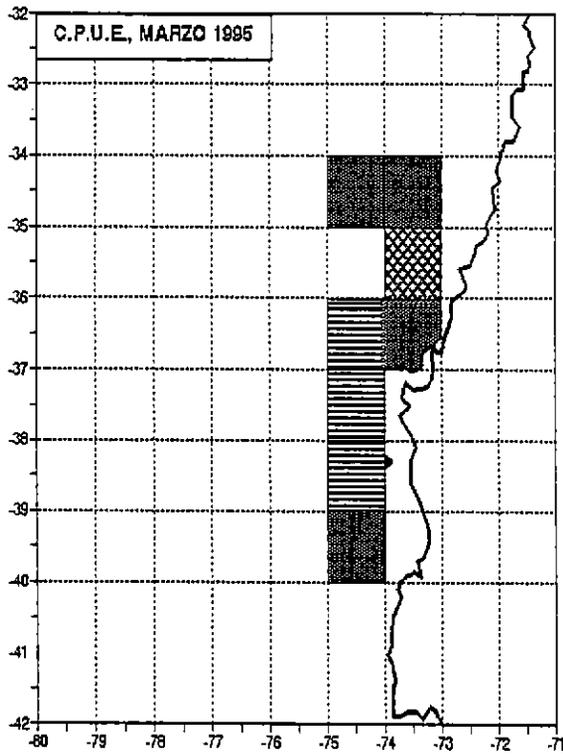
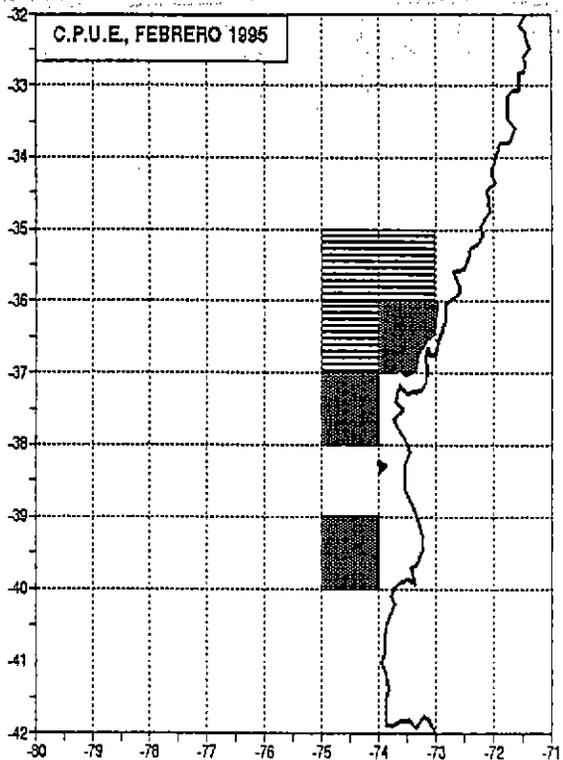
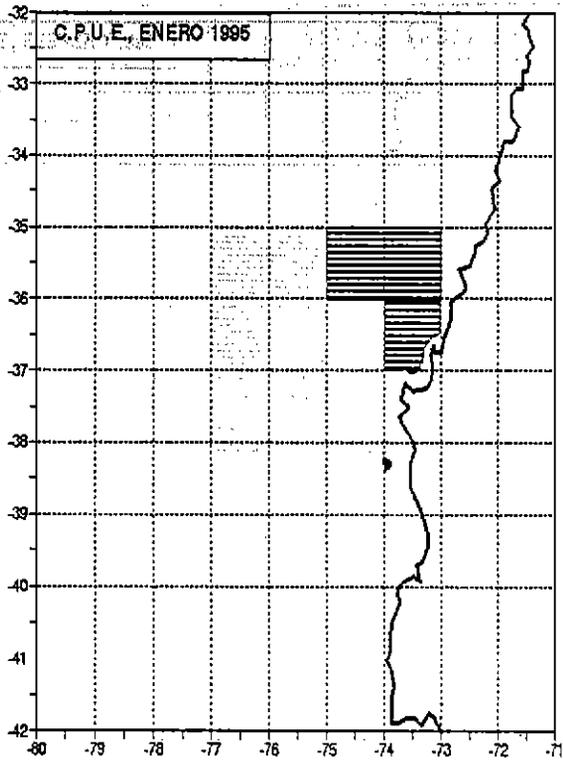


Figura 15:  
 Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en enero-marzo de 1995.

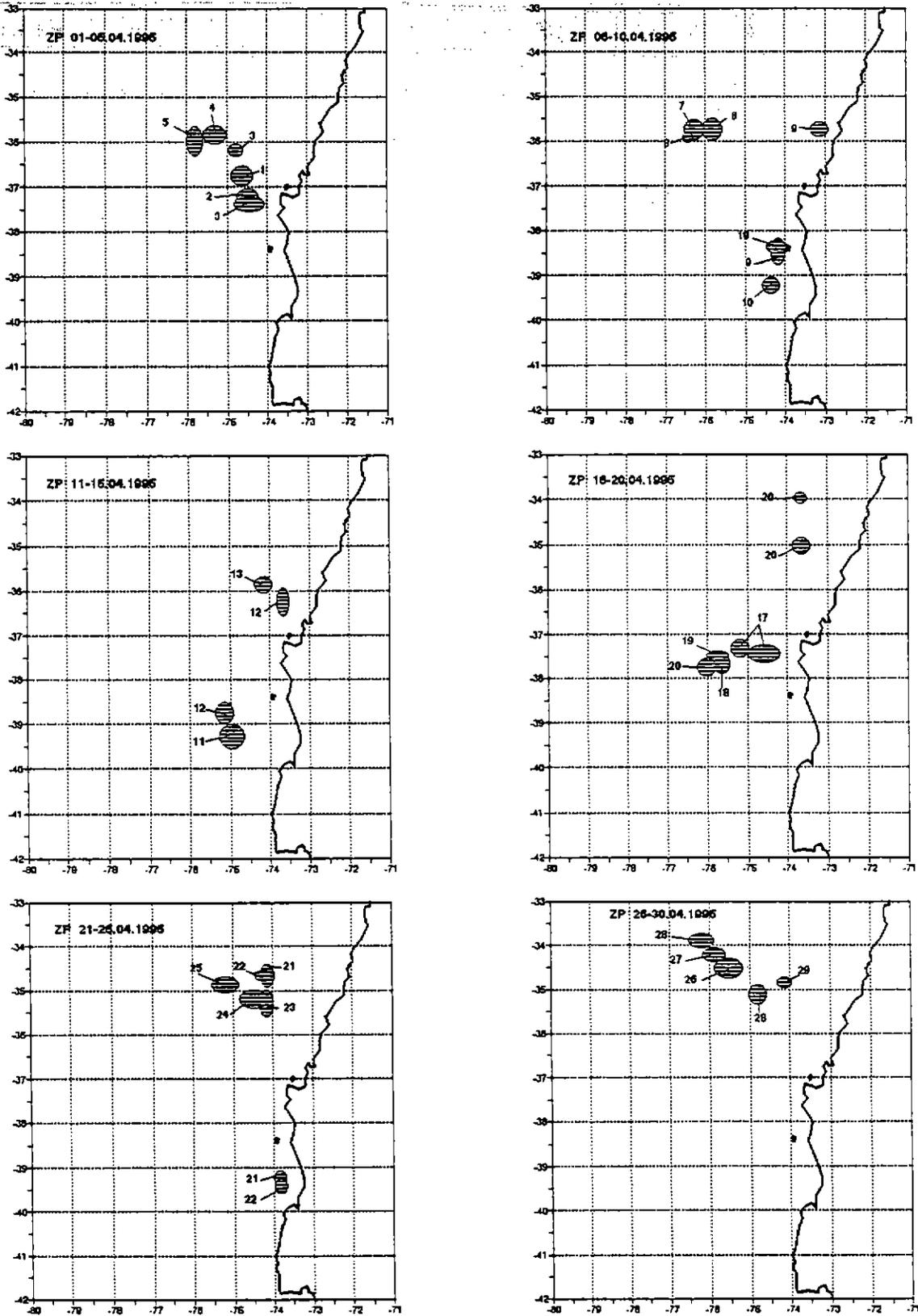


Figura 16. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (abril de 1995).

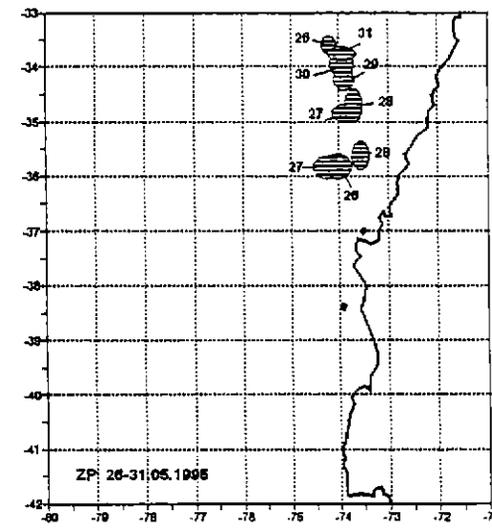
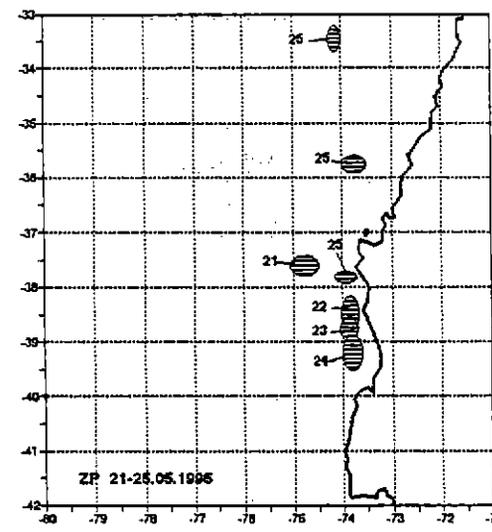
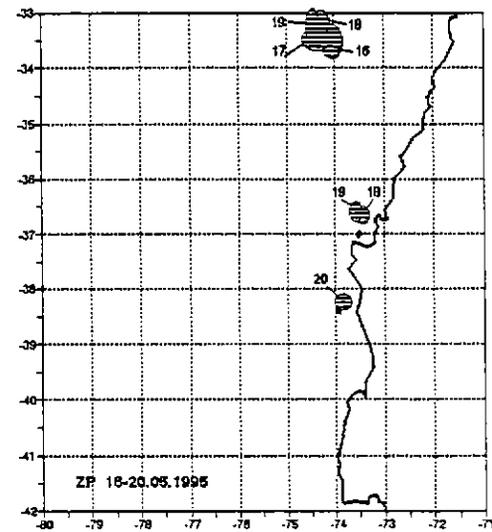
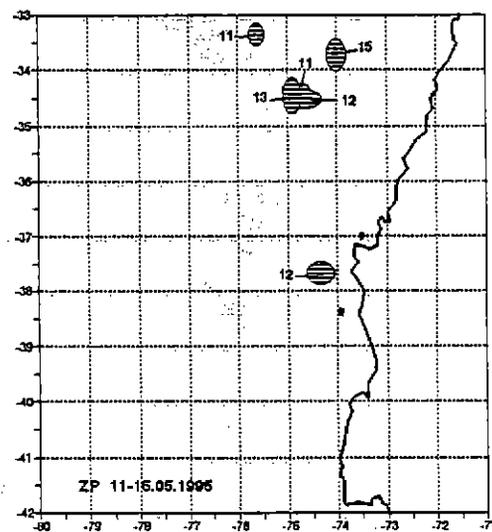
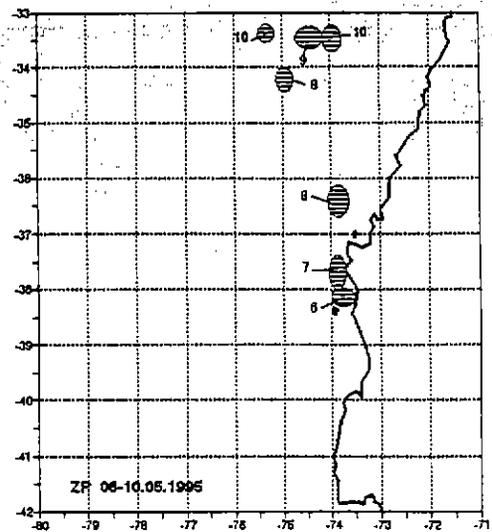
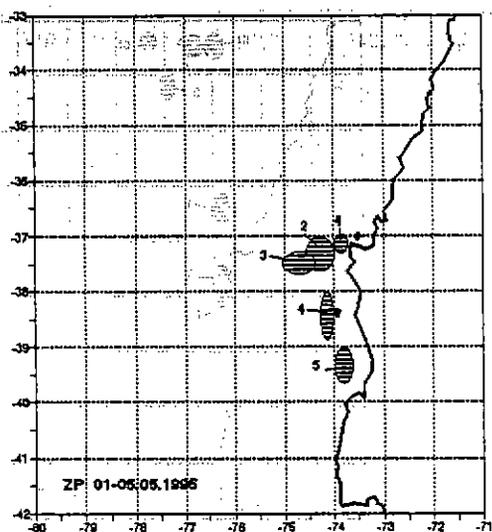


Figura 17. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (mayo de 1995).

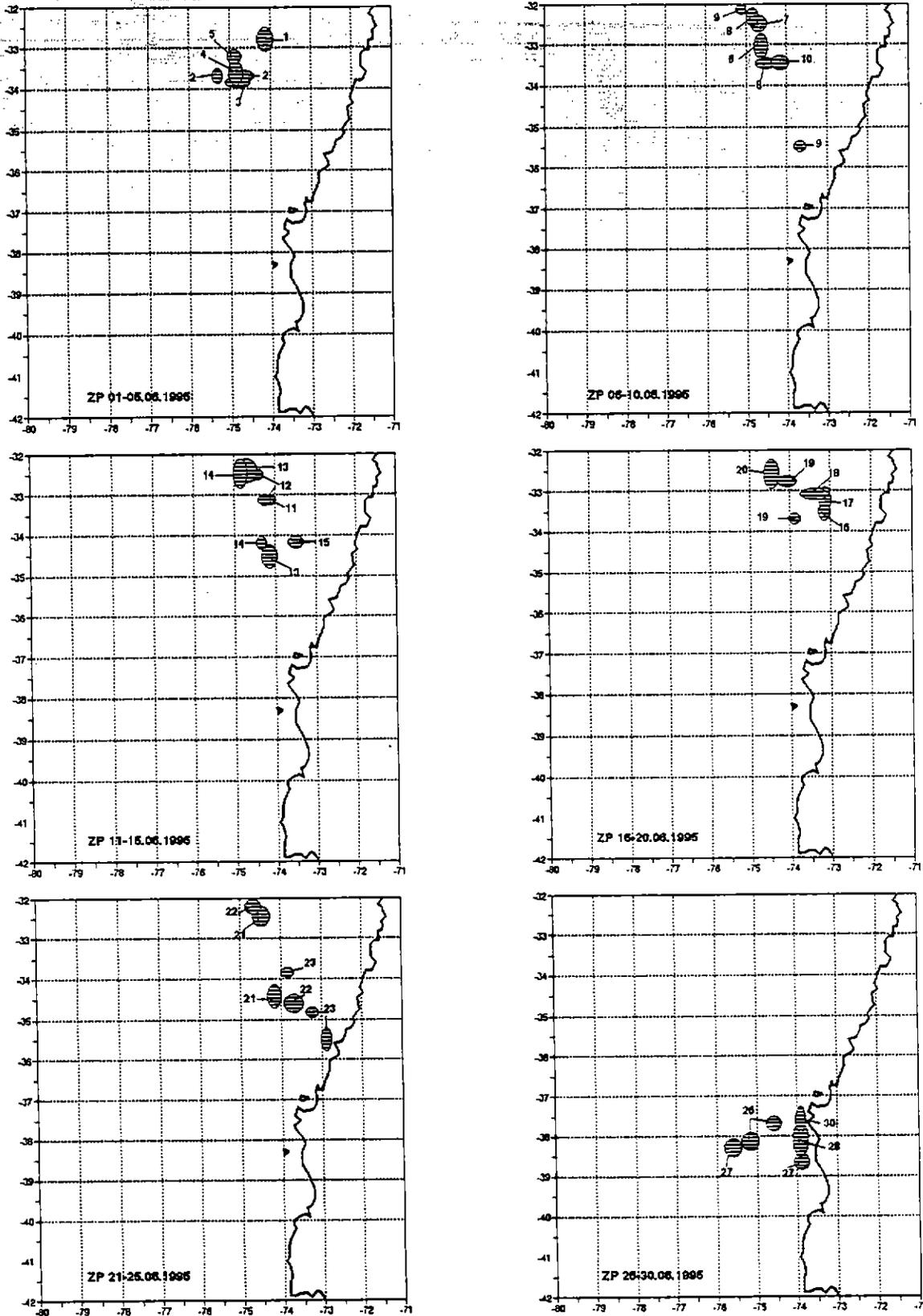


Figura 18. Distribución de las zonas de pesca diarias agrupadas en períodos de 5 días (junio de 1995).

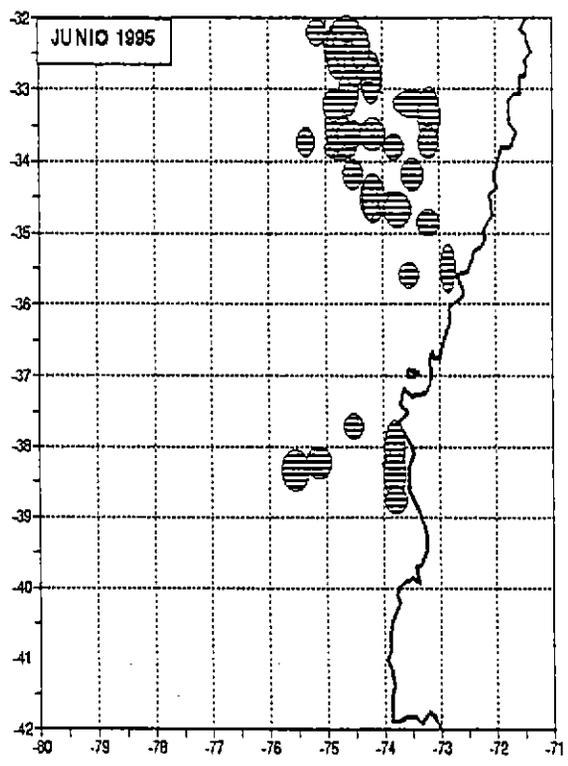
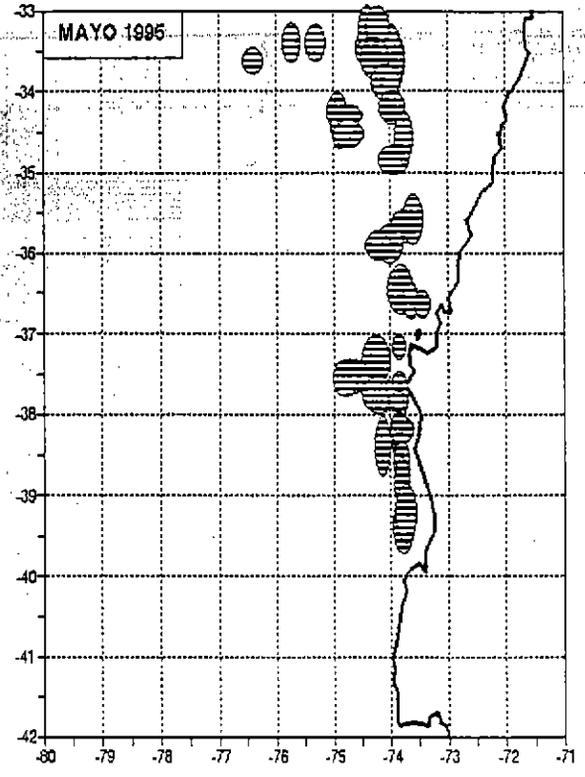
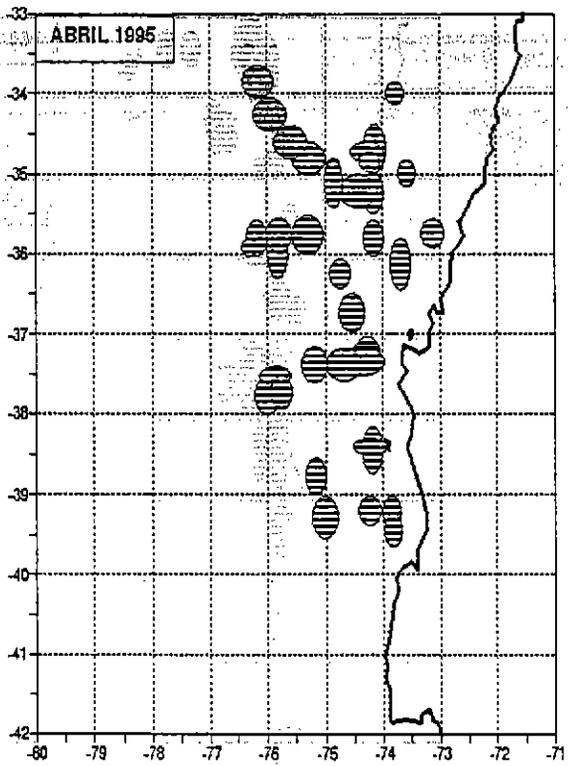


Figura 19:  
Distribución de zonas de pesca en abril-junio de 1995.

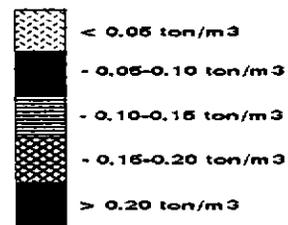
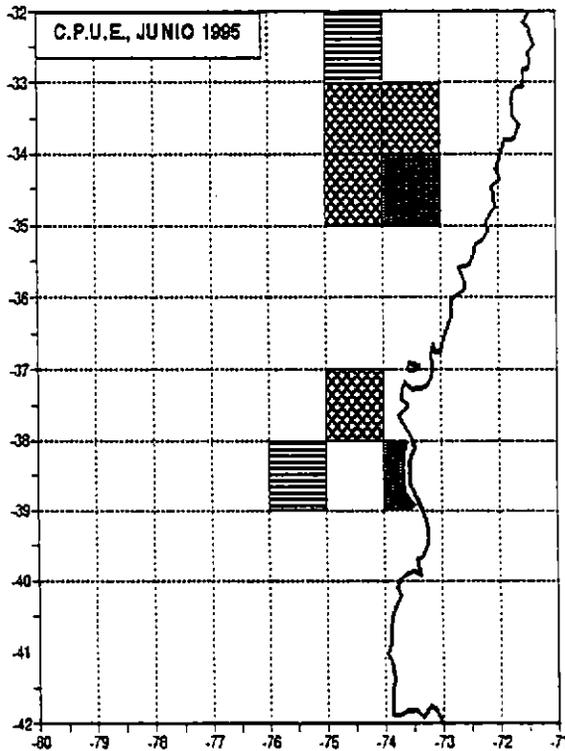
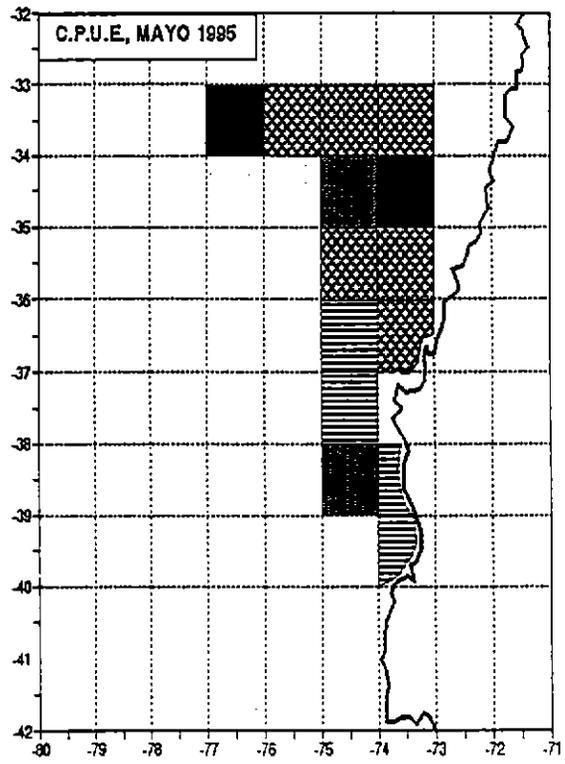
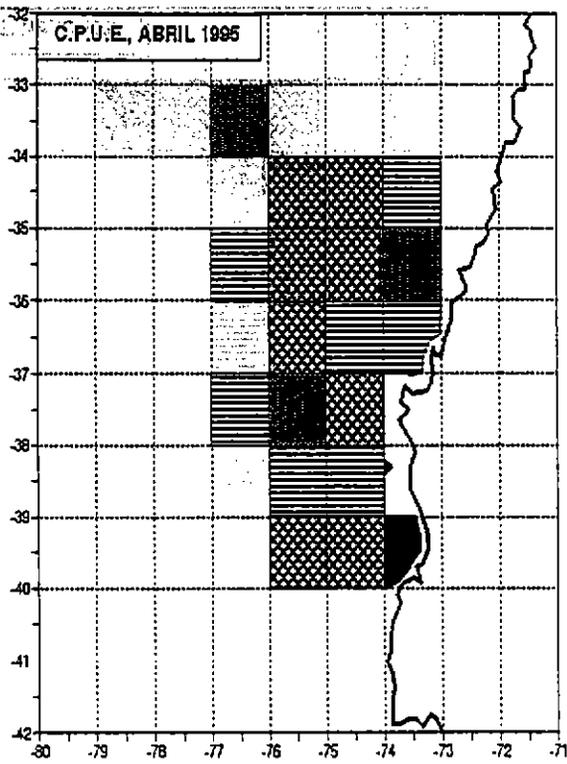


Figura 20:

Captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.), por cuadrantes, en abril-junio de 1995.

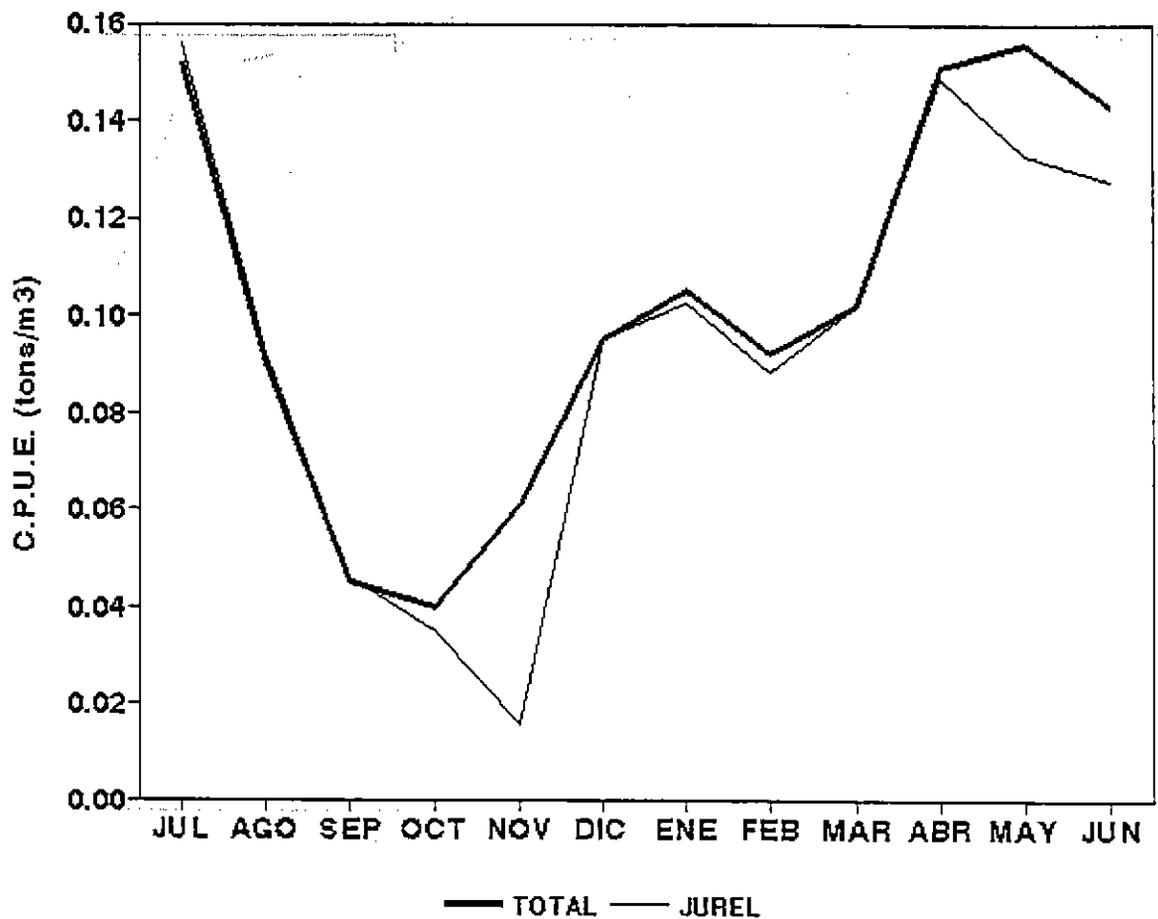


Figura 21. C.P.U.E promedio mensual total de la flota de Octava Región (este estudio) y C.P.U.E. del jurel descargado en los puertos de Octava Región (según Arancibia et al., 1995)

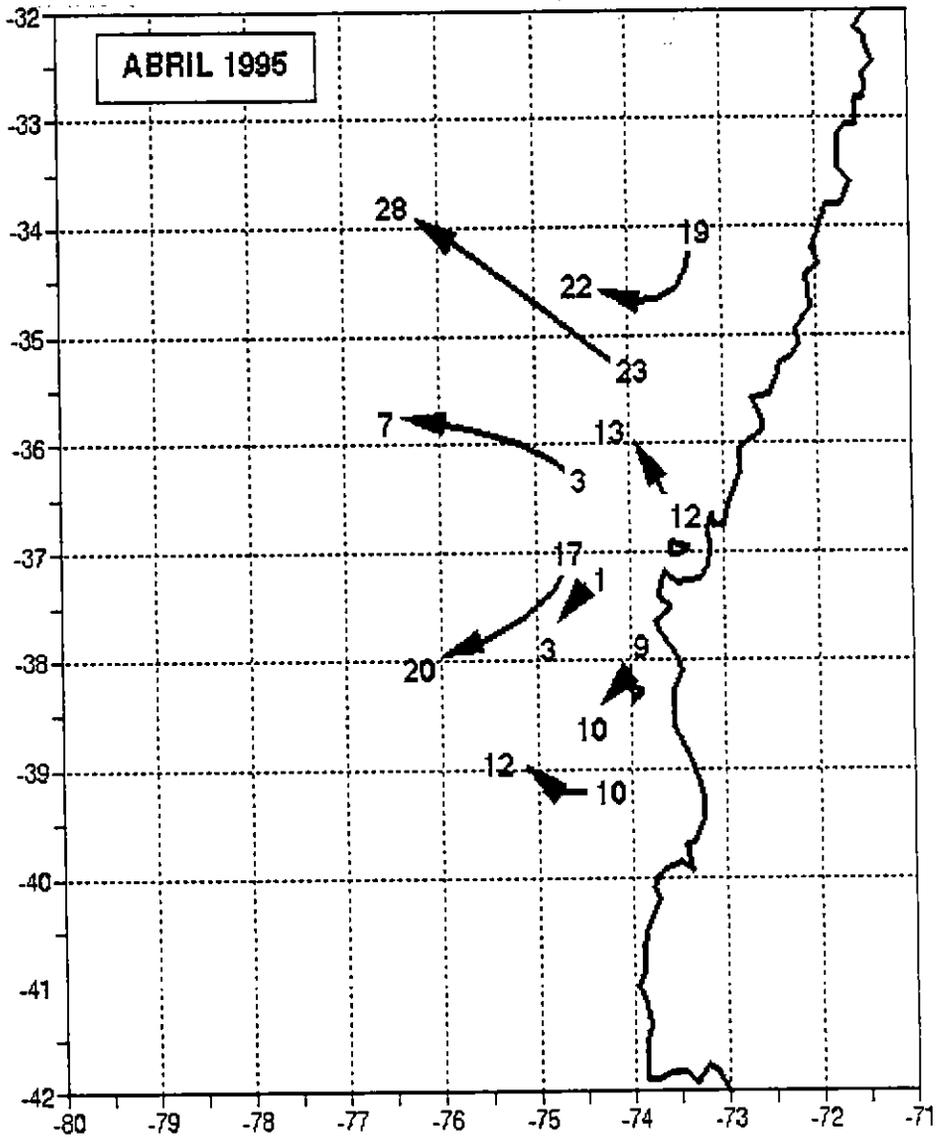


Figura 22. Eventos de pesca reconocidos durante abril de 1995. Los números indican los días calendarios del mes y las flechas, la dirección del desplazamiento de las zonas de pesca.

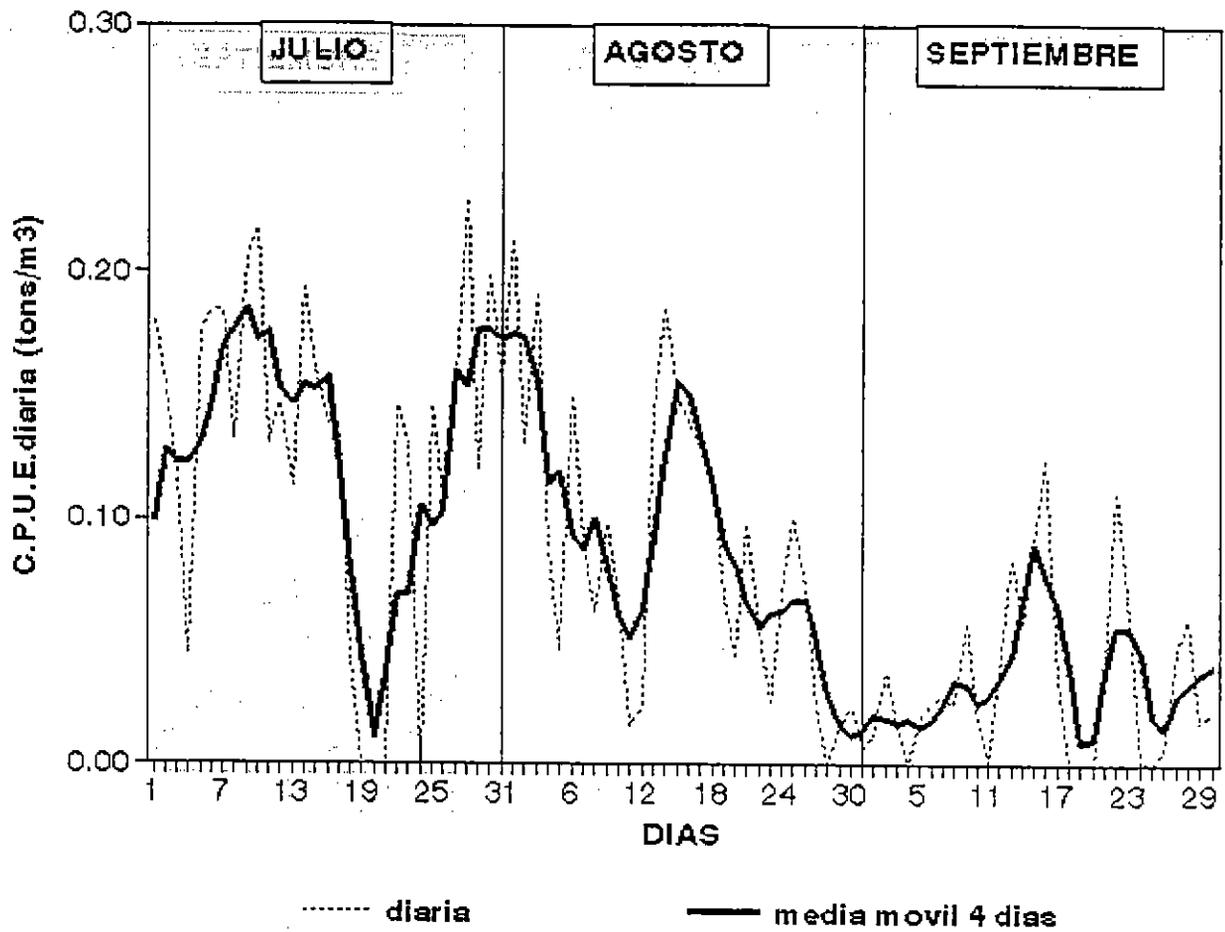


Figura 23. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de julio a septiembre de 1994.

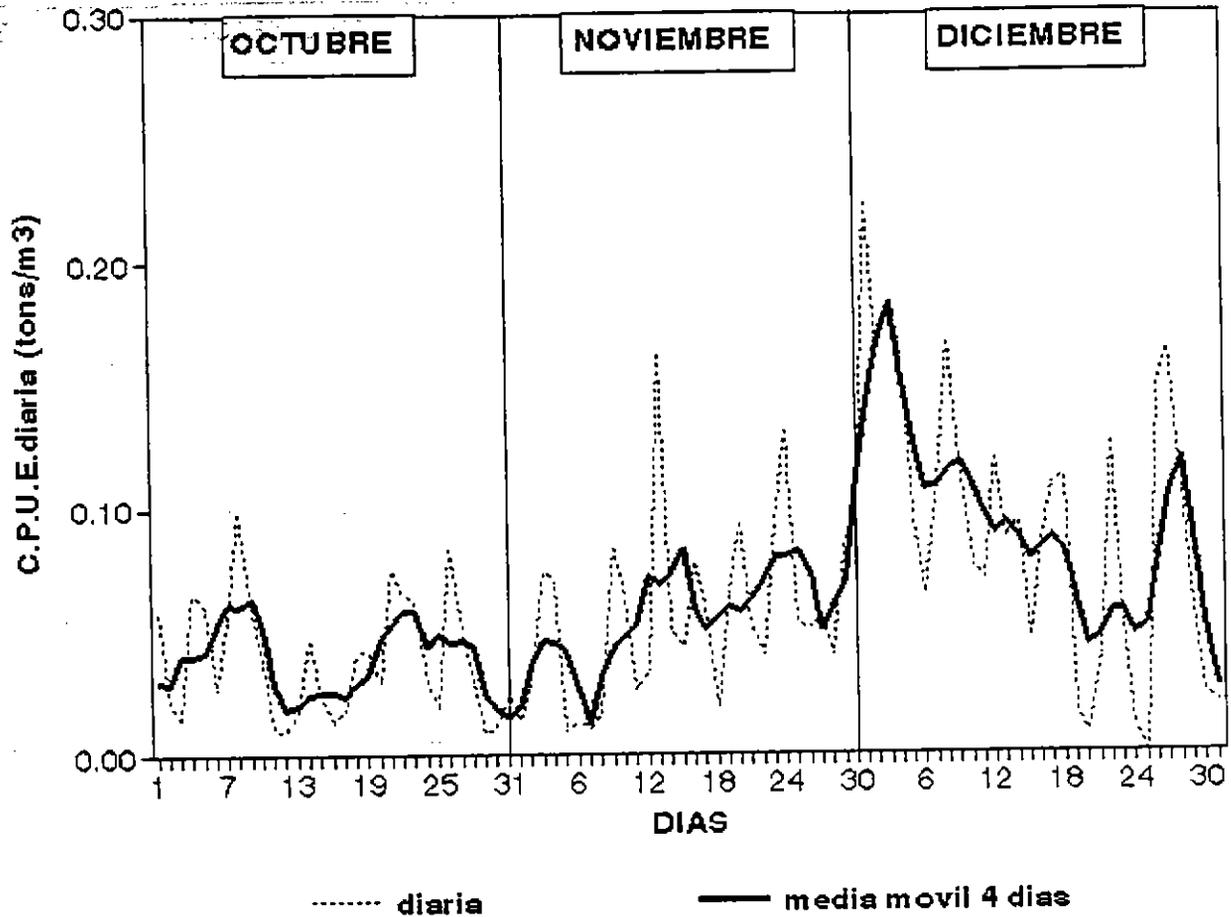


Figura 24. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de octubre a diciembre de 1994.

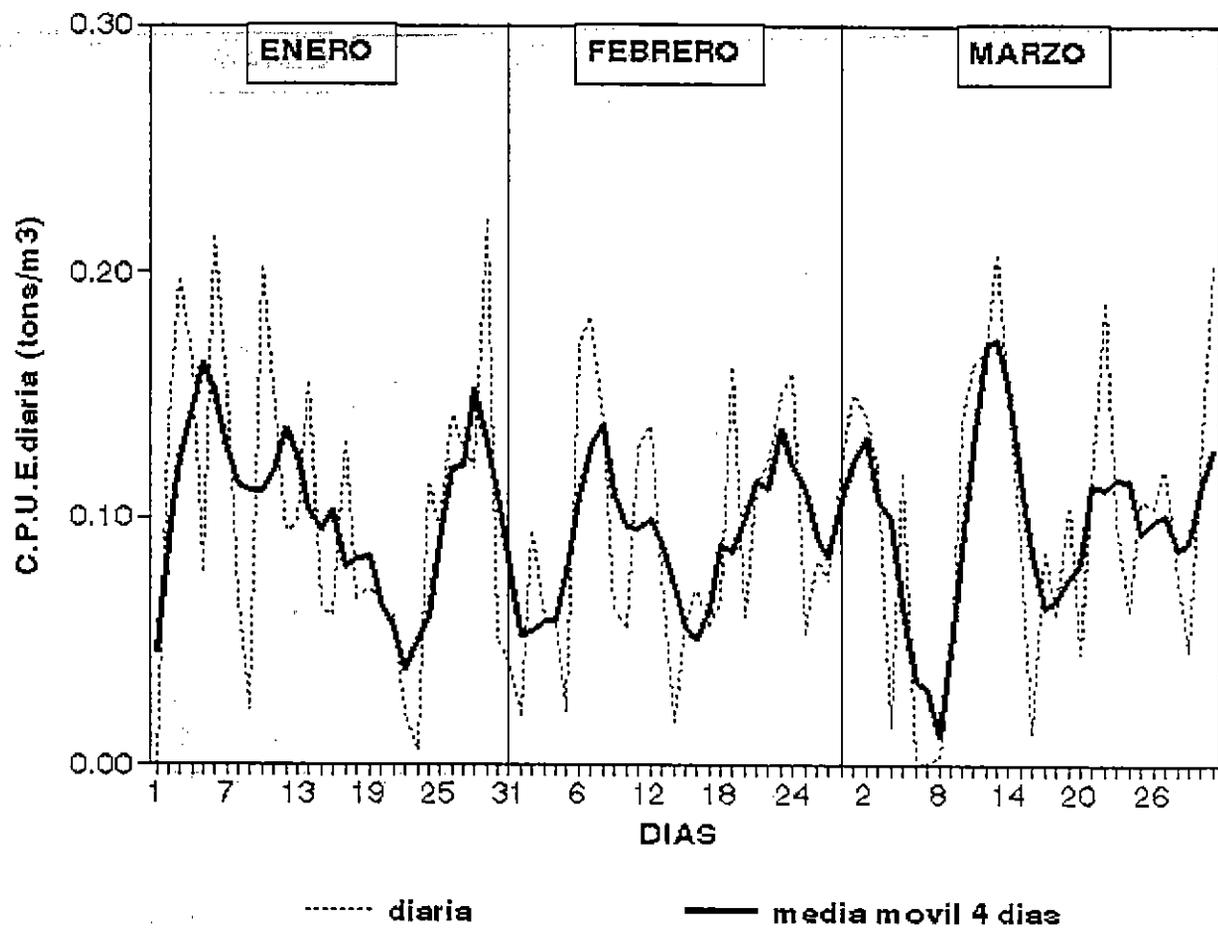


Figura 25. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de enero a marzo de 1995.

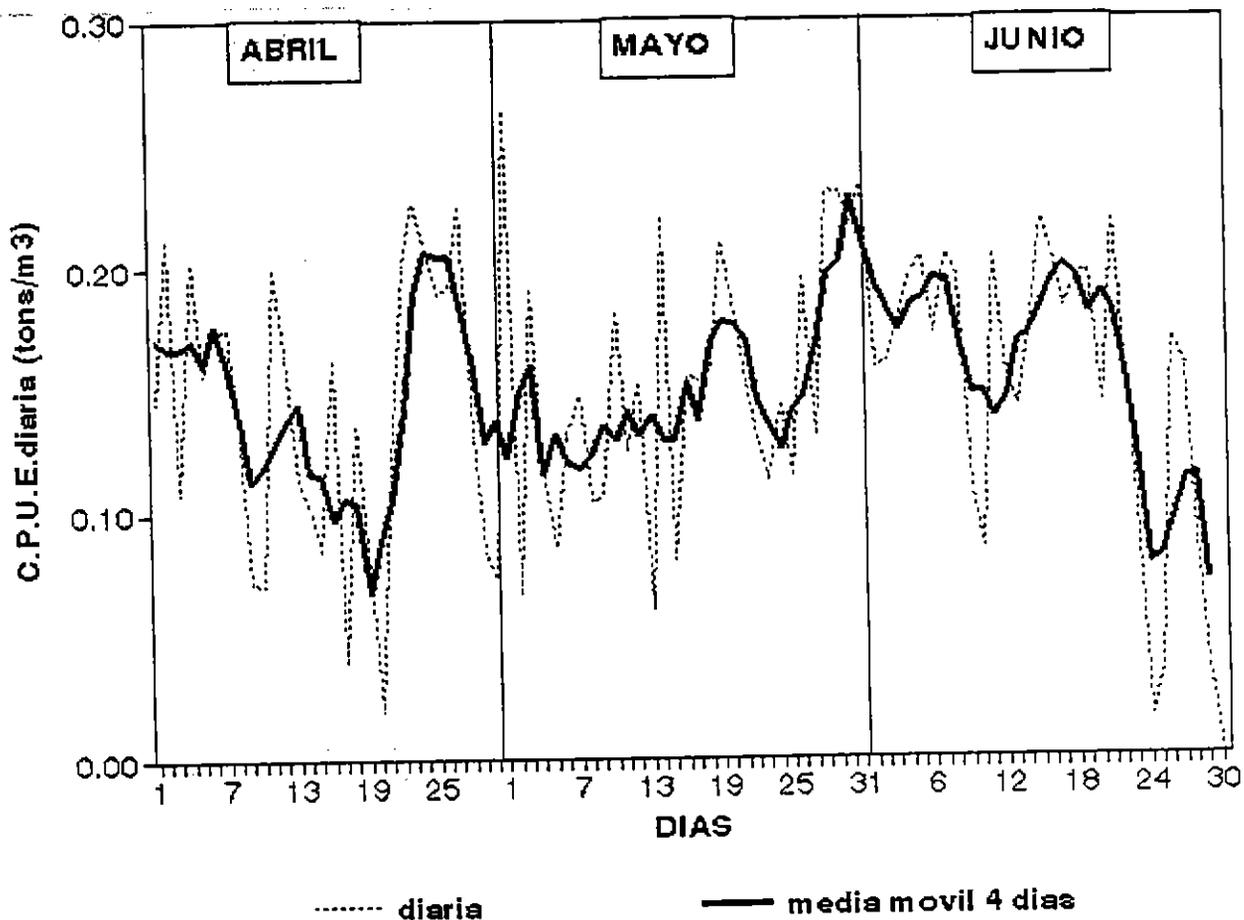


Figura 26. Captura por unidad de esfuerzo estándar diaria y media móvil (4 días) de abril a junio de 1995.

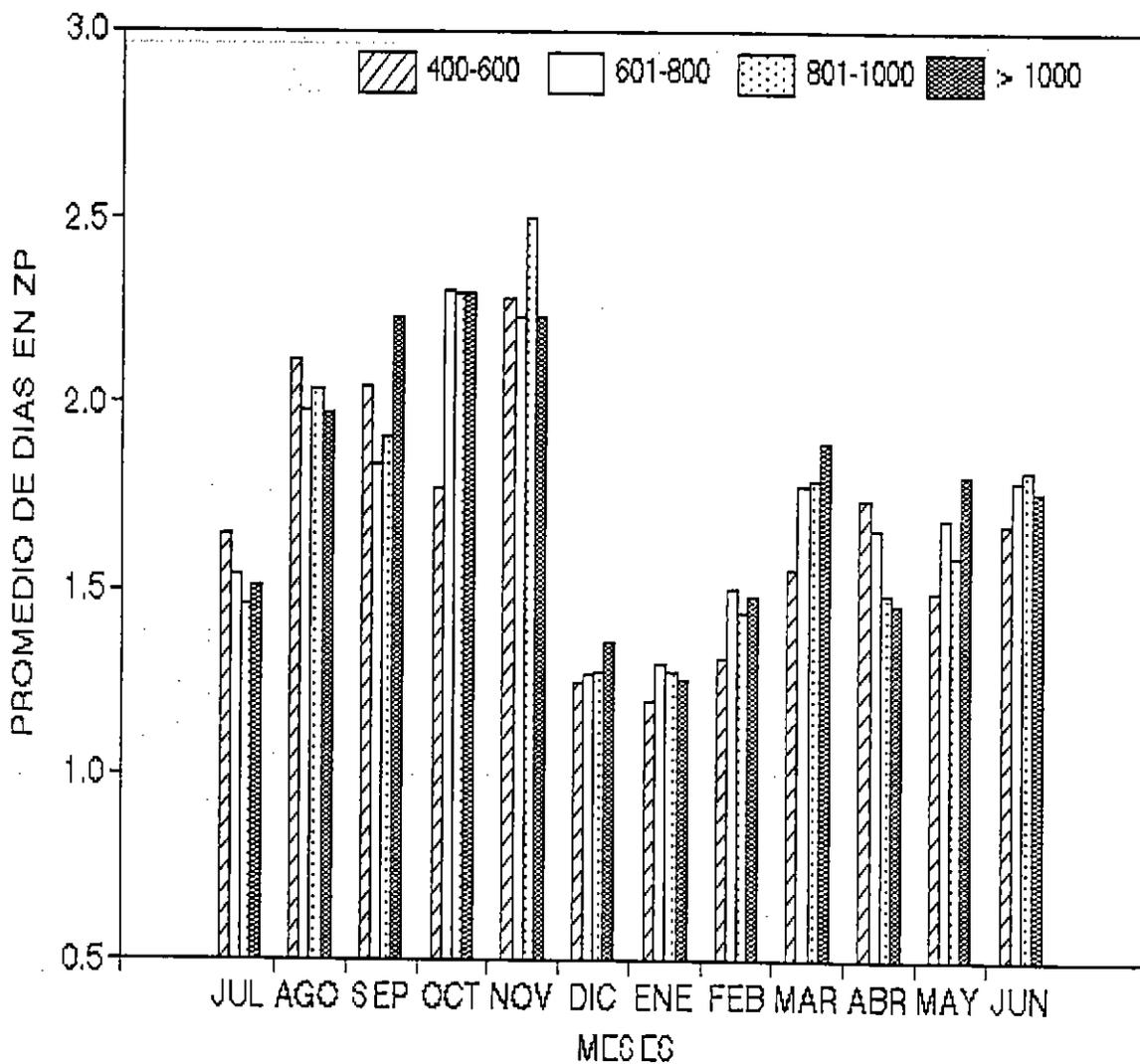


Figura 27.

Duración promedio de la permanencia de las embarcaciones en zona de pesca, separadas en cuatro categorías de capacidad de bodega, para el período de julio de 1994 a junio de 1995.

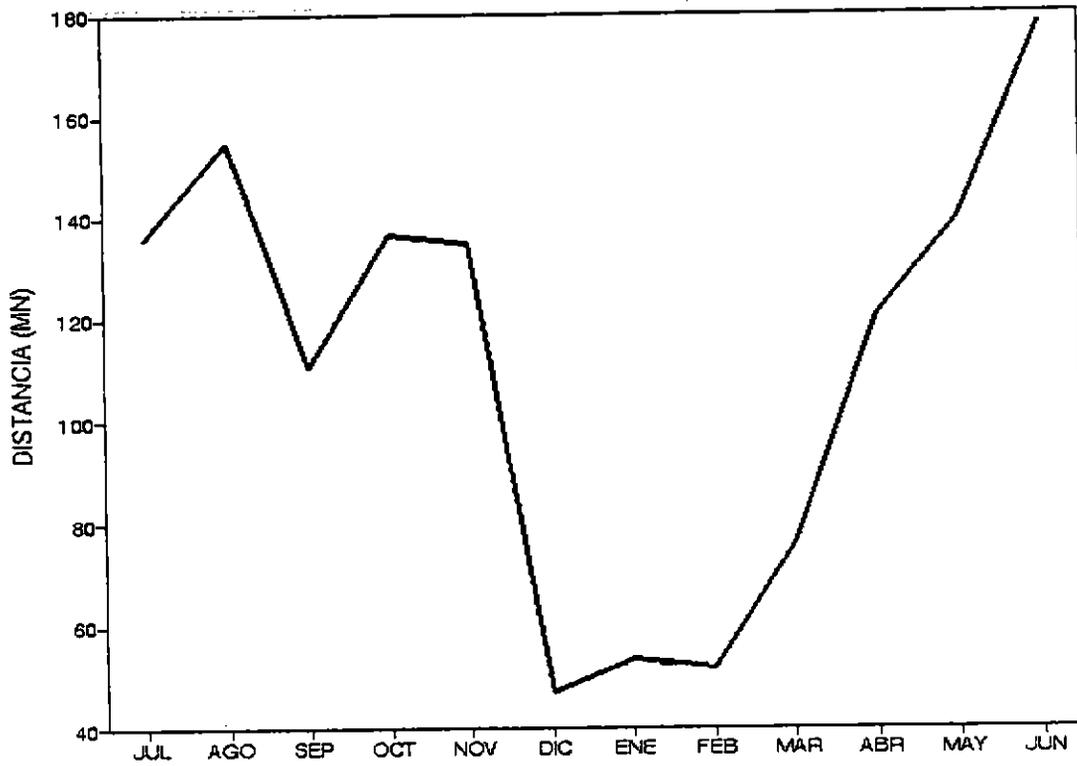


Figura 28. Distancia en millas náuticas, desde la zona de pesca diaria, al puerto de Talcahuano, para el período de julio de 1994 a junio de 1995.

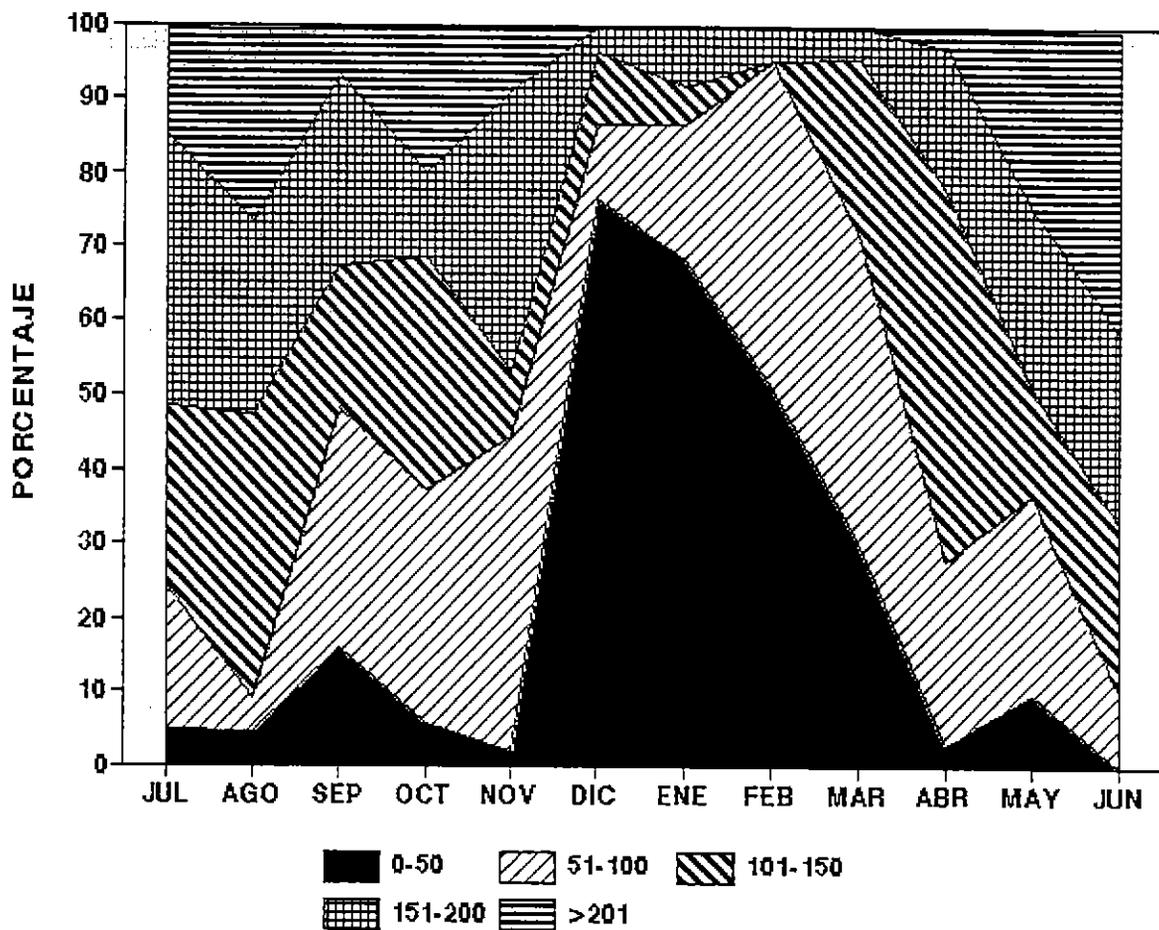


Figura 29. Número de zonas de pesca (en porcentaje de total mensual) en relación de categorías de distancia al puerto Talcahuano.

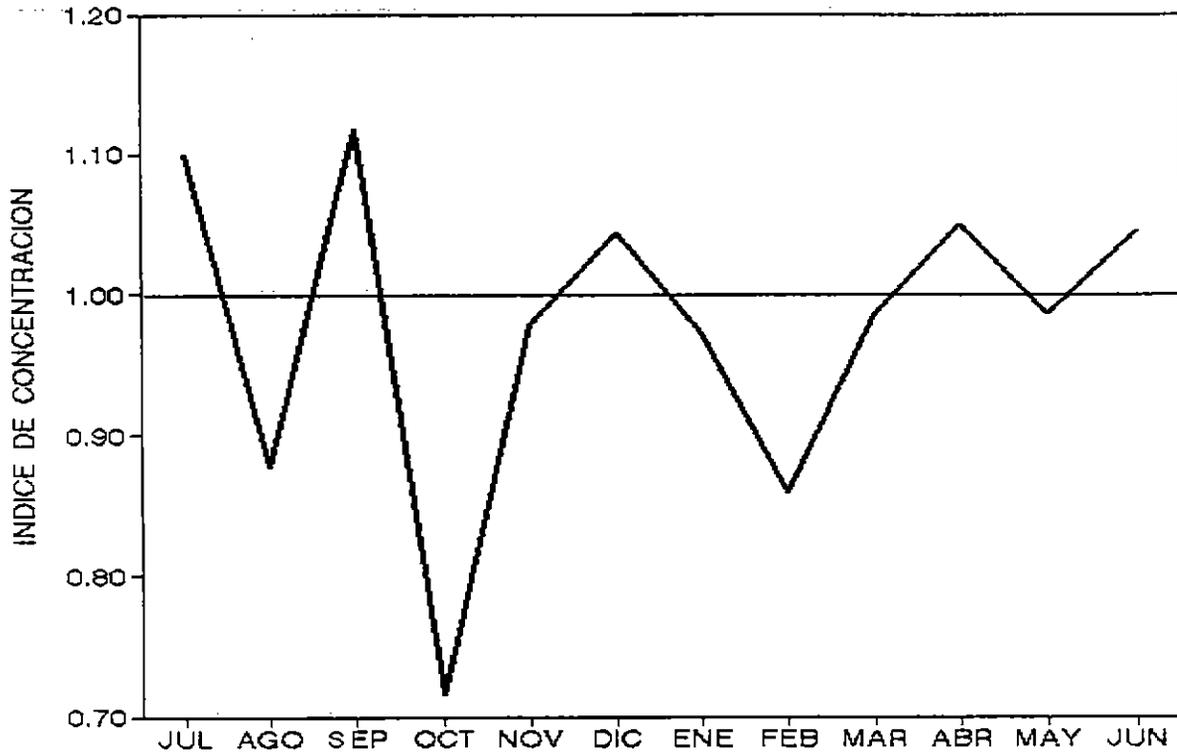


Figura 30. Evolución del índice de concentración mensual, estimado para el período de julio de 1994 a junio de 1995.

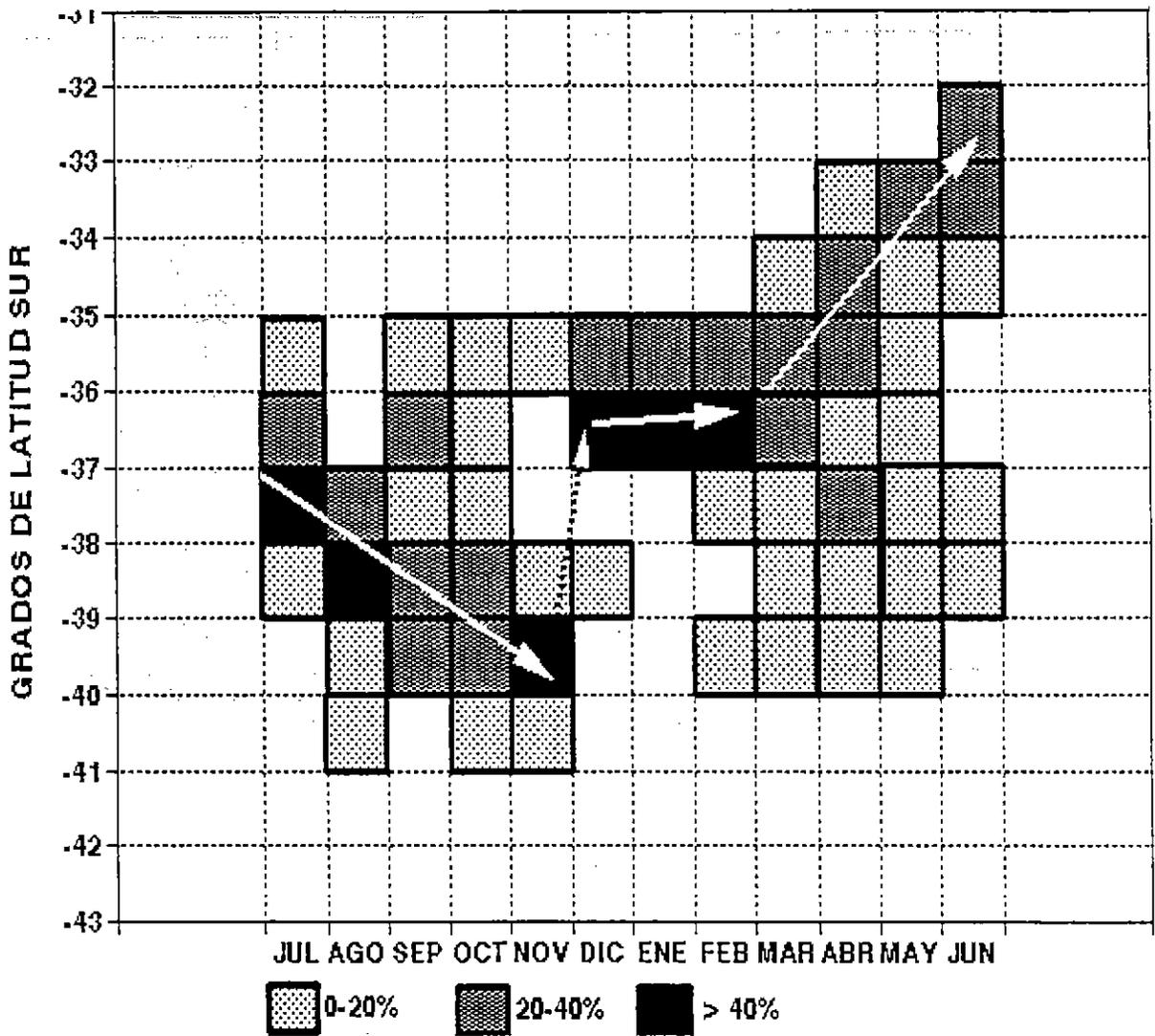


Figura 31. Distribución de las capturas mensuales (en porcentaje) de la flota cerquera por cada grado de latitud sur.

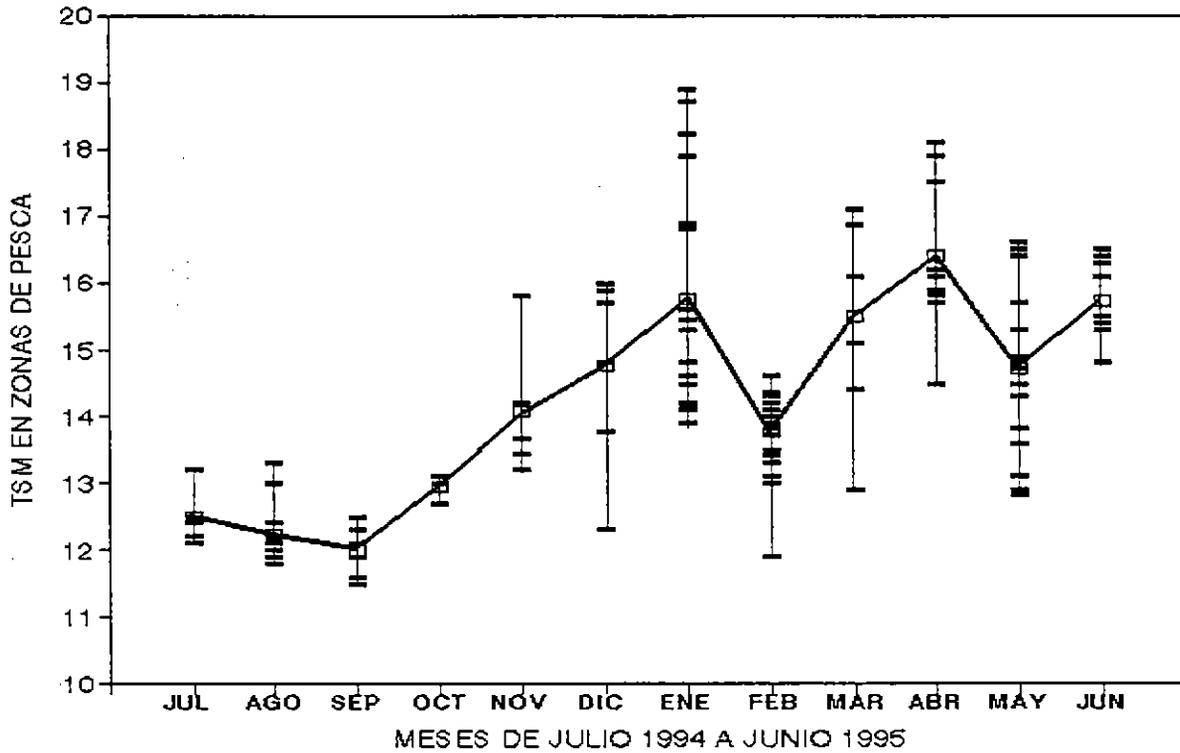


Figura 32. Temperaturas superficiales del mar (en °C) registradas durante los lances de pesca de julio 1994 a junio 1995. La línea continua indica el valor medio mensual.



## **CAPITULO 3**

Determinación de la estructura de  
tallas del desembarque.

**Sección Estructura de tallas y fauna acompañante**

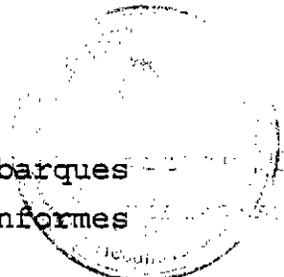
## RESUMEN EJECUTIVO

Se analiza la estructura de tallas de *Trachurus symmetricus murphyi* en los desembarques mensuales en la zona centro-sur de Chile para el período comprendido entre julio de 1994 y junio de 1995, en base a muestreos diarios de las capturas en los principales sitios de desembarque, i.e. San Antonio, Tomé, Talcahuano, San Vicente y Coronel.

De acuerdo con el diseño de muestreo, se estableció un número mínimo de unidades muestrales por mes ( $n=52$ ), las que se distribuyeron regularmente por semana y categorías de embarcaciones para tener representada toda la flota.

En Talcahuano, el número de unidades muestrales no fue alcanzado sólo en octubre y noviembre de 1994, básicamente debido a que varias embarcaciones se encontraban en reparaciones o reorientaron su esfuerzo de pesca hacia los clupeiformes, i.e. *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens*. Además, regularmente en primavera las capturas de jurel disminuyen, lo que incide en una menor probabilidad de muestreo. La obtención de muestras se regularizó a contar de diciembre de 1994, superándose tamaños mínimos requeridos, particularmente en otoño-invierno. No obstante, frecuentemente la categoría de embarcaciones mayor a 100 m<sup>3</sup> y menor a 300 m<sup>3</sup> quedó sin muestrear, lo que se debió a su baja representatividad numérica en la flota, incidiendo en muy bajas capturas, y porque a contar de fines de marzo comienzan a ocurrir frentes de mal tiempo en la región, lo que no permite actividades de pesca regulares de este grupo de embarcaciones, manteniéndose en puerto.

Desde julio de 1994 y hasta julio de 1995, se comunicó semanalmente a la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Investigación Pesquera las capturas diarias, semanales y mensuales, y



En el estudio de la frecuencia de tallas de *T. s. murphyi* en los desembarques mediante la edición de la V y VIII Región, mediante la edición de 57 informes semanales.

En el segundo semestre de 1994 (julio-diciembre), el desembarque acumulado de *T. s. murphyi* fue 1,2 millones de toneladas. De éste, 92,6% fue debido a la flota industrial de cerco que desembarcó en puertos de la VIII Región. El desembarque en número, en tanto, fue del orden de 2062 millones de ejemplares, en igual período, correspondiendo 89% al desembarque de la flota en la VIII Región.

En el primer semestre de 1995 (enero-junio), la flota industrial de cerco de Chile centro-sur desembarcó 2,86 millones de toneladas de *T. s. murphyi*, correspondiendo 80% a la subzona de Talcahuano. En este período, el número de ejemplares desembarcados fue 7319 millones, de los cuales 5827 millones se desembarcaron en puertos de la VIII Región.

En el período de estudio, (julio de 1994 a junio de 1995), el desembarque en peso acumulado alcanzó a 4 millones de toneladas y a 9381 millones de ejemplares. La estructura de tallas de *T. s. murphyi* en las capturas se caracterizó por la presencia de ejemplares de un tamaño promedio de 39 cm de longitud horquilla (LH). A partir de noviembre de 1994, se incorpora con gran fuerza a la pesquería, tanto en San Antonio como Talcahuano, un grupo de ejemplares más jóvenes comprendidos entre 19 cm LH y 32/33 cm LH, la que se acentuó en diciembre, cuando las modas principales se presentaron en 23 y 29 cm LH, particularmente en San Antonio.

En el primer semestre de 1995, las capturas de *T. s. murphyi* en la zona de estudio fueron sustentadas por los ejemplares reclutados en noviembre-diciembre de 1994, a una longitud modal de 23 cm LH, y por el grupo de ejemplares de longitud modal comprendida entre los 27 cm LH (enero) y 32 cm LH

(junio). Estos dos grupos, que conforman la fracción menor o igual a 35 cm LH, dan cuenta de más del 80% del desembarque en número. Sin embargo, la fracción de peces de *T. s. murphyi* mayor a 35 cm aún continúa aportando de manera importante a las capturas, observándose que las tallas máximas se han presentado entre 54 y 57 cm LH.

La permanente presencia de reclutas, a contar de noviembre de 1994, ha incidido levemente en incrementos relativos del aporte de ejemplares de tamaño inferior a la talla mínima legal de captura de 26 cm. En efecto, en el período julio-octubre de 1994 no se registró ejemplares de jurel de tamaño inferior a 26 cm en los desembarques de Talcahuano. Sin embargo, a partir de noviembre y diciembre de 1994, en la estructura de tallas comenzó a fortalecerse el aporte de ejemplares más pequeños, tanto en San Antonio como en Talcahuano.

En el período de estudio, en Talcahuano y en 55 semanas analizadas hubo una alta frecuencia de semanas (ca. 44%) en que no se registró presencia de ejemplares de tamaño inferior a los 26 cm en los desembarques, principalmente en el período julio-octubre de 1994. En 10 semanas, el aporte de *T. s. murphyi* menor a 26 cm fue del orden de 1% (en peso) y en 7 semanas fue entre 2% y 3% (en peso). El máximo aporte en peso de los ejemplares de tamaño menor a 26 cm ocurrió sólo en una semana y alcanzó a 36%. A su vez, en San Antonio el aporte de *T. s. murphyi* bajo 26 cm se presentó entre 0 y 15%, con una distribución casi uniforme de semanas. En 6 semanas la fracción bajo los 26 cm fue superior a 22%, alcanzando un máximo de 36% (en peso).

La composición específica del desembarque mensual se revela muy simple, siendo el jurel la especie casi exclusiva en 10 u 11 meses; sólo en octubre y noviembre de 1994 son significativos los desembarques de clupeiformes y, además, sólo en noviembre la merluza de cola reemplaza al jurel.

## TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....		i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....		ii
LISTADO DE FIGURAS .....		iv
1. INTRODUCCION .....		1
2. MATERIALES Y METODOS .....		2
2.1. Plan de muestreo .....		2
2.2. Estructura de tallas en el desembarque .....		3
2.3. Composición y cuantificación de la fauna acompañante .....		5
3. RESULTADOS Y DISCUSION .....		6
3.1. Tamaño de las muestras obtenidas .....		6
3.2. Estructura de tallas de <i>T. s. murphyi</i> en el desembarque .....		11
3.3. Composición y cuantificación de la fauna acompañante .....		21
5. CONCLUSIONES .....		22
4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....		24
ANEXO 1 .....		25
ANEXO FIGURAS .....		27

## LEYENDAS DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Número mínimo de unidades muestrales de *T. s. murphyi* por mes, contempladas en el plan de muestreo de frecuencia de tallas para tener representada toda la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile.
- Tabla 2. Número de unidades muestrales de *T. s. murphyi* por estrato de capacidad de bodega (CB) y por mes, obtenidos en la subzona de Talcahuano. Entre paréntesis se indica la diferencia respecto del nivel mínimo de unidades muestrales. Período: julio de 1994 - junio de 1995.
- Tabla 3. Número de unidades muestrales de *T. s. murphyi* por estrato de capacidad de bodega (CB) y por mes, obtenidos en la subzona de San Antonio. Entre paréntesis se indica la diferencia con respecto al nivel mínimo de unidades muestrales. Período: noviembre de 1994 - junio de 1995.
- Tabla 4a. Resumen semanal de los muestreo de frecuencia de tallas y biológico-específicos de *T. s. murphyi* realizados en puertos de la Quinta y Octava Región. (NOMENCLATURA: UM = Unidades muestrales; Frec. tall. = frecuencia de tallas; Biol. = biológico-específico; \* = sin muestreo). Período julio-diciembre de 1994.
- Tabla 4b. Resumen semanal de los muestreo de frecuencia de tallas y biológico-específicos de *T. s. murphyi* realizados en puertos de la Quinta y Octava Región. (NOMENCLATURA: UM = Unidades muestrales; Frec. tall. = frecuencia de tallas; Biol. = biológico-específico; \* = sin muestreo). Período enero-junio de 1995.
- Tabla 5. Desembarques de *T. s. murphyi* en peso (DP) y número (DN), obtenidas por la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile. En paréntesis se indica los valores de captura en número de San Antonio, estimados suponiendo igual estructura de tallas que en Talcahuano. Período julio de 1994-junio de 1995.
- Tabla 6. Parámetros de la relación longitud horquilla-peso total de *T. s. murphyi*, de la forma  $PT = a LH^b$  (PT en gr y LH en cm);  $r^2$  = coeficiente de determinación, n = tamaño de la muestra. Período julio de 1994 - junio de 1995. Zona centro-sur de Chile.

Tabla 7a. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de julio a diciembre de 1994 en Talcahuano. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

Tabla 7b. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de enero a junio de 1995 en Talcahuano. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

Tabla 8a. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de noviembre y diciembre de 1994 en San Antonio. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

Tabla 8b. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de enero y marzo de 1995 en San Antonio. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

Tabla 9. Composición específica mensual (porcentaje en peso) del desembarque industrial de cerco en puertos de la Octava Región. Período: julio de 1994 a junio de 1995.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Evolución mensual del desembarque en número de ejemplares de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile. Período: julio de 1994-junio de 1995.
- Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas de *T. s. murphyi* en el desembarque de San Antonio y Talcahuano. Período: julio de 1994-junio de 1995.
- Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas de *T. s. murphyi* en el desembarque de la zona centro-sur de Chile. Período: julio de 1994-junio de 1995.
- Figura 4. Aporte por tallas al desembarque de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur (%). Período: julio de 1994-junio de 1995.
- Figura 5a. Frecuencia semanal del aporte en peso de *T. s. murphyi* bajo la talla mínima legal de 26 cm de longitud horquilla en las capturas en Talcahuano.
- Figura 5b. Frecuencia semanal del aporte en peso de *T. s. murphyi* bajo la talla mínima legal de 26 cm de longitud horquilla en las capturas en San Antonio.

## 1. INTRODUCCION

En esta sección se presenta resultados del tercer Objetivo Específico del proyecto FIP "Estudio biológico-pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones", esto es, determinar la estructura de tallas del recurso.

El jurel, *Trachurus symmetricus murphyi*, es el principal recurso explotado en Chile centro-sur, con capturas que en 1994 superaron los 3,5 millones de toneladas. En ese año, la estructura de tallas de *T. s. murphyi* en las capturas de la zona centro-sur presentó dos modas bien definidas, una principal en 28 cm y una secundaria entre 40 y 42 cm LH, en un rango que abarcó entre 19 y 57 cm (Arancibia et al., 1995). Sin embargo, mensualmente la estructura de tallas presentó fuertes variaciones, reconociéndose en los meses de invierno un mayor aporte de la fracción de peces entre 27 y 32 cm LH. A su vez, en noviembre y diciembre de 1994, las capturas estuvieron dominadas por la presencia de ejemplares de tamaño menor a 30 cm, observándose una moda de reclutamiento (22-23 cm LH).

En el presente informe de avance se analiza la estructura de tallas de *T. s. murphyi* en las capturas de la flota de la zona centro sur de Chile, con puertos base en la V y VIII Región, obtenidas durante el período comprendido entre julio de 1994 y junio de 1995.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. PLAN DE MUESTREO

Se realizó muestreos diarios en los principales centros de desembarque de las subzonas de San Antonio y Talcahuano. En esta última, se incluye los puertos de Tomé, Talcahuano, San Vicente y Coronel.

El plan de muestreo, consignado en la Propuesta Técnica del proyecto, consta de un número mínimo de unidades muestrales (UM) de jurel a obtener por mes, que no debe ser inferior a 52 en Talcahuano. Para San Antonio, se estableció un tamaño mínimo de 17 UM por mes, según la incidencia de esta zona a las capturas y el tamaño de la flota. En ambas zonas, las UM se han distribuido por categoría de tamaño de las embarcaciones de cerco (capacidad de bodega), tomando en cuenta la proporción de las capturas obtenidas por éstas, cuyos resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Número mínimo de unidades muestrales de *T. s. murphyi* por mes, contempladas en el plan de muestreo de frecuencia de tallas para tener representada toda la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile.

Estratos CB (m3)	NUMERO DE UNIDADES MUESTREALES		
	Talcahuano	San Antonio	Total
100 - 250	1	1	2
270 - 300	1	1	2
320 - 390	2	1	3
400 - 480	5	1	6
500 - 570	5	1	6
600 - 690	14	3	17
700 - 750	5	1	6
800 - 950	9	4	13
≥ 1000	10	4	14
Total	52	17	69

Mensualmente, el número total de unidades muestrales se distribuyó regularmente en cada semana. De acuerdo con este plan, ha sido posible analizar la estructura de tallas semanalmente y los resultados han sido comunicados mediante informes semanales emitidos desde julio de 1994 (Anexo 1), enviados a la Secretaría Ejecutiva del Fondo de Investigación Pesquera.

## 2.2. ESTRUCTURA DE TALLAS EN EL DESEMBARQUE

A partir de los muestreos de frecuencia de longitud se construye la composición por tallas en el desembarque del período que se desea analizar (semanal, mensual, trimestral). Para ello, la distribución de frecuencia de tallas del muestreo se expande al desembarque utilizando un factor de expansión (FC), que viene dado por

$$FC = \frac{Y}{PM} \quad (1)$$

donde:  $Y$  es la captura (toneladas) del período a analizar (usualmente mensual);  $PM$  es el peso de la muestra de *T. s. murphyi*, i.e.

$$PM = \sum_{j=1}^k f_j w_j \quad (2)$$

donde:  $k$  indica el número total de clases de longitud  $j$  ( $j= 1, 2, \dots, k$ );  $f$  es la frecuencia de peces de la clase de longitud  $j$ ;  $w$  es el peso promedio de los peces en el intervalo de clases  $j$ , que se obtiene con ayuda de los

parámetros de la relación longitud-peso (ecuación 4) y la siguiente expresión:

$$w_j = \frac{a}{(LH_{j2} - LH_{j1}) (b+1)} [LH_{j2}^{b+1} - LH_{j1}^{b+1}] \quad (3)$$

donde:  $LH_{j1}$  y  $LH_{j2}$  son los límites inferior y superior en la clase de longitud  $j$ ;  $LH$  representa la longitud horquilla (cm). Esta ecuación genera estimados insesgados del peso promedio de los peces en una clase de longitud dada (Beyer, 1987).

El factor de expansión (Ecuación 1) se multiplica por cada una de las frecuencias (en número) observadas en las clases de longitud  $j$  en la muestra, estimándose el total de ejemplares, en número, por clase de talla en el desembarque.

A partir de estos datos se determina la estructura de tallas del desembarque total logrado por la flota en las dos subzonas de pesca (San Antonio y Talcahuano).

De los muestreos biológico-específicos, en cada ejemplar muestreado se registra la longitud horquilla y el peso total con el objeto de estimar los parámetros de la relación longitud horquilla-peso total, de la forma

$$PT = aLH^b \quad (4)$$

donde:  $LH$  es la longitud horquilla (cm);  $PT$  es el peso total (g), cuyos parámetros "a" y "b" han sido estimados por regresión lineal simple, previa transformación lineal de la ecuación aplicando logaritmos de base 10.

## COMPOSICIÓN Y CUANTIFICACION DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE

A partir de muestreos de campo se registró la proporción específica de la fauna acompañante, por embarcación. La captura específica en peso ( $C_{sb}$ ) proviene del producto entre el desembarque total de cada embarcación muestreada ( $C_b$ ) y la proporción específica en esa embarcación ( $P_{sb}$ ), esto es

$$C_{sb} = C_b * P_{sb} \quad (5)$$

Este valor se expande a la captura de toda la flota, semanalmente, según la siguiente expresión:

$$C_{sd} = C_d * P_{sd} \quad (6)$$

donde:  $C_{sd}$  es el desembarque en la semana  $d$  de la especie  $s$ ;  $C_d$  es el desembarque total en la semana  $d$  de toda la flota;  $P_{sd}$  es la proporción de la especie  $s$  en la semana  $d$ .

Los desembarques mensuales de la especie  $s$  ( $C_{si}$ ) como fauna acompañante corresponden a la sumatoria de los desembarques semanales de esta especie, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C_{si} = \sum_{d=1}^t C_{sd}$$

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. TAMAÑO DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS

El número de unidades muestrales de *T. s. murphyi* obtenidas desde julio de 1994 hasta junio de 1995, se presenta en las Tablas 2 y 3 para Talcahuano y San Antonio, respectivamente. En general, todos los estratos de embarcaciones de la flota industrial de cerco han sido muestreados, excepto en octubre, noviembre y parte de diciembre, así como las categorías de barcos menores a 300 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega.

Desde octubre hasta diciembre de 1994, los desembarques de *T. s. murphyi* en Chile centro-sur presentan regularmente una fuerte baja estacional (Arancibia et al., 1994; 1995). Esta situación incide directamente en una disminución de la probabilidad de obtener muestras, lo que se ve reflejado en los tamaños de muestra obtenidos entre octubre y noviembre de 1994 en el marco del presente proyecto, levemente más bajos que el mínimo establecido.

A su vez, el número de embarcaciones entre 100 m<sup>3</sup> y 300 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega es bajo y operan tanto en áreas relativamente costeras como sobre otras especies, particularmente sardina común (*Strangomera bentincki*), y anchoveta (*Engraulis ringens*), teniendo una incidencia muy baja en el desembarque total mensual. Lo anterior ocurre con mayor frecuencia en primavera-verano, en la subzona de Talcahuano, y en la categoría de embarcaciones de entre 100 y 250 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega, debido a que éstas reorientan casi completamente su esfuerzo hacia *S. bentincki* y *E. ringens* (Cubillos y Arancibia, 1993a,b).

Tabla 2. Número de unidades muestrales de *T. s. murphyi* por estrato de capacidad de bodega (CB) y por mes, obtenidos en la subzona de Talcahuano. Entre paréntesis se indica la diferencia respecto del nivel mínimo de unidades muestrales. Período: julio de 1994 - junio de 1995.

MESES	INTERVALOS DE CAPACIDAD DE BODEGA (m <sup>3</sup> )									TOTAL
	<250	270-300	320-390	400-490	500-590	600-690	700-750	800-950	≥1000	
Mín	1	1	2	5	5	14	5	9	10	52
1994:										
JUL	0	3	4	4	5	14	5	9	12	56
	(-1)	(+2)	(+2)	(+2)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	(+12)	( +2)
AGO	0	1	2	6	5	11	6	11	12	54
	(-1)	( 0)	( 0)	(+1)	( 0)	(-3)	(+1)	(+2)	(+2)	( +2)
SEP	0	2	0	6	5	12	7	8	12	52
	(-1)	(+1)	(-2)	(+1)	( 0)	(-2)	(+2)	(-1)	(+2)	( 0)
OCT	0	0	0	2	2	14	6	9	9	42
	(-1)	(-1)	(-2)	(-3)	(-3)	( 0)	(+1)	( 0)	(-1)	(-10)
NOV	0	0	0	0	1	5	4	6	14	30
	(-1)	(-1)	(-2)	(-5)	(-4)	(-9)	(-1)	(-3)	(+4)	(-22)
DIC	0	0	2	5	11	16	5	13	14	66
	(-1)	(-1)	( 0)	( 0)	(+6)	(+2)	( 0)	(+4)	(+4)	(+14)
1995:										
ENE	0	2	2	2	10	16	2	11	20	65
	(-1)	(+1)	( 0)	(-1)	(+4)	( 0)	(-9)	(-5)	(-4)	(-15)
FEB	1	1	4	5	5	10	10	10	13	59
	( 0)	( 0)	(+3)	(+3)	(-1)	( 0)	(+2)	( 0)	(-2)	( +7)
MAR	0	0	1	2	4	11	8	11	16	53
	(-1)	(-1)	( 0)	( 0)	( 0)	(+1)	( 0)	(+1)	(+1)	( +1)
ABR	0	0	1	2	4	10	9	11	16	53
	(-1)	(-1)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	(+1)	(+1)	(+1)	( +1)
MAY	0	1	2	3	4	10	8	10	16	54
	(-1)	( 0)	(+1)	(+1)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	(+1)	( +2)
JUN	0	0	2	2	4	10	8	10	18	54
	(-1)	(-1)	(+1)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	(+3)	( +2)

Otra situación que incide para que algunos estratos de embarcaciones queden esporádicamente sin muestrear, se debe básicamente a que éstas permanecen en puerto por reparación, particularmente en octubre y noviembre; o bien, en la época invernal por prevención (cierre del puerto) y seguridad en la navegación.

muestrales. Tabla 3a. Número de unidades muestrales de *T. s. murphyi* por es-  
 de bodega (CB) y por mes, obtenidos  
 en la subzona de San Antonio. Entre paréntesis se indica  
 la diferencia con respecto al nivel mínimo de unidades  
 muestrales. Período: noviembre de 1994 - junio de 1995.

MESES	INTERVALOS DE CAPACIDAD DE BODEGA (m <sup>3</sup> )									TOTAL
	<250	270-300	320-390	400-490	500-590	600-690	700-750	800-950	≥1000	
Mín	1	1	1	1	1	3	1	4	4	17
1994:										
NOV	0	0	0	0	0	5	0	1	3	9
	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-1)	(+2)	(-1)	(-3)	(-2)	(- 8)
DIC	2	2	0	0	0	1	0	2	5	12
	(+1)	(+1)	(-1)	(-1)	(-1)	(-2)	(-1)	(-2)	(+1)	(- 5)
1995:										
ENE	1	1	3	1	0	3	0	4	6	19
	( 0)	( 0)	(+2)	( 0)	(-1)	(-2)	(-1)	( 0)	(+2)	(+ 2)
FEB	1	1	1	1	1	3	1	1	5	15
	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	(-3)	(+1)	(- 2)
MAR	1	3	1	1	1	5	0	4	4	20
	( 0)	(+2)	( 0)	( 0)	( 0)	(+2)	(-1)	( 0)	( 0)	(+ 3)
ABR	2	2	1	1	1	4	0	4	4	19
	(+1)	(+1)	( 0)	( 0)	( 0)	(+1)	(-1)	( 0)	( 0)	(+ 2)
MAY	2	2	1	2	0	3	1	6	4	21
	(+1)	(+1)	( 0)	(+1)	(-1)	( 0)	( 0)	(+2)	( 0)	(+ 4)
JUN	1	3	1	1	1	3	1	3	4	18
	( 0)	(+2)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	( 0)	(-1)	( 0)	(+ 1)

El registro total de unidades muestrales obtenidas semanalmente se presenta en las Tablas 4a y 4b, indicándose por subzonas el número de ejemplares analizados para determinar la estructura de tallas y otros aspectos biológico-específicos, tales como el índice gonadosomático, análisis de contenido estomacal y las relaciones longitud-peso.

En el período julio a diciembre de 1994 se obtuvo en promedio 12,4 unidades muestrales semanales (Tabla 4a). En cambio, en el período enero a junio de 1995 se obtuvo en promedio 16,6 unidades de muestreo por semana (Tabla 4b), por lo que la programación semanal del muestreo de *T. s. murphyi* en los

desembarques de la zona centro-sur se encuentra bien adoptada por el personal técnico responsable de la obtención de las muestras.

Tabla 4a. Resumen semanal de los muestreo de frecuencia de tallas y biológico-específicos de *T. s. murphyi* realizados en puertos de la Quinta y Octava Región. (NOMENCLATURA: UM = Unidades muestrales; Frec. tall. = frecuencia de tallas; Biol. = biológico-específico; \* = sin muestreo). Período julio-diciembre de 1994.

Semana	INFORME N°	PERIODO			N° EJEMPLARES MUESTREADOS					
		INFORMADO	MES	UM	TALCAHUANO			SAN ANTONIO		
					Frec. tall.	Biol. ♀	♂	Frec. tall.	Biol. ♀	♂
6	94.07.02	4 al 10	JUL.94	18	1025	57	51	*	*	*
7	94.07.03	11 al 17	JUL.94	16	1096	70	72	*	*	*
8	94.07.04	18 al 24	JUL.94	9	521	37	36	*	*	*
9	94.07.05	25 al 31	JUL.94	13	670	52	38	*	*	*
10	94.08.01	1° al 7	AGO.94	13	701	47	49	*	*	*
11	94.08.02	8 al 14	AGO.94	15	697	29	45	*	*	*
12	94.08.03	15 al 21	AGO.94	13	796	40	38	*	*	*
13	94.08.04	22 al 28	AGO.94	10	854	66	88	*	*	*
14	94.09.01	29-4/SEP	SEP.94	10	547	35	49	*	*	*
15	94.09.02	5 al 11	SEP.94	14	776	52	44	*	*	*
16	94.09.03	12 al 18	SEP.94	13	756	52	47	*	*	*
17	94.09.04	19 al 25	SEP.94	12	583	49	43	*	*	*
18	94.10.01	26-2/OCT	OCT.94	6	296	49	62	*	*	*
19	94.10.02	3 al 9	OCT.94	12	618	45	48	*	*	*
20	94.10.03	10 al 16	OCT.94	10	597	68	53	*	*	*
21	94.10.04	17 al 23	OCT.94	12	677	46	51	*	*	*
22	94.10.05	24 al 30	OCT.94	8	659	87	66	*	*	*
23	94.11.01	31-6/NOV	NOV.94	4	303	46	42	*	*	*
24	94.11.02	7 al 13	NOV.94	5	331	63	75	*	*	*
25	94.11.03	14 al 18	NOV.94	7	447	59	61	*	*	*
26	94.11.04	19 al 27	NOV.94	3	*	*	*	339	26	25
27	94.12.01	28-4/DIC	DIC.94	38	3519	73	54	559	48	39
28	94.12.02	5 al 11	DIC.94	14	1676	87	57	*	*	*
29	94.12.03	12 al 18	DIC.94	22	1384	91	55	1321	44	32
30	94.12.04	19 al 25	DIC.94	11	959	120	91	151	60	90
31	94.12.05	26 al 31	DIC.94	15	1206	117	84	391	*	*

Tabla 4b. Resumen semanal de los muestreo de frecuencia de tallas y biológico-específicos de *T. s. murphyi* realizados en puertos de la Quinta y Octava Región. (NOMENCLATURA: UM = Unidades muestrales; Frec. tall. = frecuencia de tallas; Biol. = biológico-específico; \* = sin muestreo). Período enero-junio de 1995.

Semana	INFORME N°	PERIODO			N° EJEMPLARES MUESTREADOS					
		INFORMADO	MES	UM	TALCAHUANO			SAN ANTONIO		
					Frec. tall.	Biol. ♀	♂	Frec. tall.	Biol. ♀	♂
32	95.01.01	1 al 8	ENE.95	15	805	73	80	701	44	58
33	95.01.02	9 al 15	ENE.95	15	833	37	39	359	51	59
34	95.01.03	16 al 22	ENE.95	14	1098	81	75	432	51	67
35	95.01.04	22 al 29	ENE.95	21	1557	121	107	1214	63	58
36	95.02.01	30-5/FEB	FEB.95	20	1072	21	45	661	73	58
37	95.02.02	6 al 12	FEB.95	16	1262	100	77	667	67	52
38	95.02.03	13 al 19	FEB.95	17	1661	56	67	402	49	67
39	95.02.04	20 al 26	FEB.95	24	2656	105	72	356	45	57
40	95.03.01	27-5/MAR	MAR.95	17	1139	44	42	432	36	52
41	95.03.02	6 al 12	MAR.95	14	753	47	46	509	41	45
42	95.03.03	13 al 19	MAR.95	14	1269	51	53	506	53	53
43	95.03.04	20 al 26	MAR.95	16	1134	50	60	481	38	50
44	95.04.01	27-2/ABR	ABR.95	14	782	49	27	566	37	42
45	95.04.02	3 al 9	ABR.95	19	1456	36	47	760	49	59
46	95.04.03	10 al 16	ABR.95	14	1025	46	57	114	47	67
47	95.04.04	17 al 23	ABR.95	18	1025	43	41	812	40	60
48	95.04.05	24 al 30	ABR.95	21	1613	43	60	324	30	40
49	95.05.01	1 al 7	MAY.95	20	980	50	62	608	27	57
50	95.05.02	8 al 14	MAY.95	17	1070	53	39	495	51	57
51	95.05.03	15 al 21	MAY.95	16	1400	66	44	609	48	31
52	95.05.04	22 al 28	MAY.95	18	872	51	43	271	41	40
53	95.06.01	29-4/JUN	JUN.95	13	1027	33	67	125	26	28
54	95.06.02	5 al 11	JUN.95	14	1454	32	48	689	34	35
55	95.06.03	12 al 18	JUN.95	18	1219	95	71	362	36	28
56	95.06.04	19 al 25	JUN.95	16	1017	63	51	419	43	34
57	95.07.01	26 al 30	JUN.95	11	659	50	51	104	19	31

Entre julio y diciembre de 1994, inclusive, el número de ejemplares de *T. s. murphyi* medidos semanalmente para determinar la estructura de tallas fluctuó entre 296 y 3519 en Talcahuano, y entre 151 y 1321 en San Antonio (Tabla 4a). En

En el período enero a junio de 1995, el número semanal de individuos que se ha medido fluctuó entre 659 y 2656 en Talcahuano; y entre 104 y 1214 en San Antonio (Tabla 4b).

Además, el número de peces analizados semanalmente en Talcahuano a través de los muestreos biológico-específicos fluctuó entre 29 y 121 hembras (promedio= 60) y entre 27 y 107 machos (promedio= 56) en Talcahuano. En la subzona de San Antonio, el número de hembras analizadas semanalmente fluctuó entre 19 y 73 (promedio= 44) y los machos entre 25 y 90 (promedio= 49) (Tablas 4a, 4b).

En total, se comunicó 57 informes semanales conteniendo información de capturas, estructura de tallas y del estado reproductivo de la población, utilizando el índice gonadosomático promedio de las hembras, considerando tanto las zonas de Talcahuano como de San Antonio (ANEXO 1).

### 3.2. ESTRUCTURA DE TALLAS DE *T. s. murphyi* EN EL DESEMBARQUE

Los desembarques en peso y número de *T. s. murphyi* debidos a la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile, se presentan en la Tabla 5. El desembarque en peso se ha obtenido de la estadística de captura y esfuerzo del Instituto de Investigación Pesquera (ver en este documento la sección Caracterización de la Flota Industrial y Cuantificación del Esfuerzo de Pesca Estándar). El desembarque en número de ejemplares (miles) se ha estimado a partir del desembarque en peso, utilizando los parámetros de la relación longitud-peso (Tabla 6) y los datos de distribución de frecuencia de tallas (Tablas 7 y 8).

Tabla 5 Desembarques de *T. s. murphyi* en peso (DP) y número (DN), obtenidas por la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile. En paréntesis se indica los valores de captura en número de San Antonio, estimados suponiendo igual estructura de tallas que en Talcahuano. Período julio de 1994-junio de 1995.

MESES	TALCAHUANO		SAN ANTONIO		TOTAL	
	DP (ton)	DN (miles)	DP (ton)	DN (miles)	DP (ton)	DN (miles)
1994:						
JUL	463788	678156	41230	(60287)	505018	738443
AGO	298191	432879	18685	(27125)	316876	460004
SEP	100708	145833	6590	( 9543)	107298	155376
OCT	67304	112906	675	( 1132)	67979	114038
NOV	22827	66829	2424	6088	25251	72917
DIC	139136	398785	31142	121895	170278	520680
Subtotal	1091954	1835388	100746	226070	1192270	2061458
1995:						
ENE	252745	569090	44212	144359	296957	713449
FEB	242878	685735	70044	229634	312922	915369
MAR	339718	820211	67284	201508	407002	1021719
ABR	477575	1270664	66199	183399	543774	1454063
MAY	518053	1275661	163173	384471	681226	1660132
JUN	455073	1205960	160790	348734	615863	1554694
Subtotal	2286042	5827321	571702	1492105	2857744	7319426
Total	3377996	7662709	672448	1718175	4050014	9380884

El desembarque acumulado de *T. s. murphyi* en el período julio de 1994 a diciembre de 1994, fue 1,2 millones de toneladas. De éste, 92,6% fue debido a la flota industrial de cerco que desembarcó en puertos de la Octava Región. El desembarque en número, en tanto, fue del orden de 2061,5 millones de peces, de los cuales 89% se debió al desembarque en el área de Talcahuano (Tabla 5).

En el período enero-junio de 1995 (primer semestre), la flota

El desembarco industrial del cerco de Chile centro-sur desembarcó 2,86 millones de toneladas (Tabla 5), correspondiendo 80% al aporte de la subzona de Talcahuano. Con respecto al número de peces desembarcados, éste fue 7319 millones de individuos durante el primer semestre de 1995, de los cuales 5827 millones fueron desembarcados en puertos de la Octava Región (Tabla 5).

En todo el período de estudio (julio de 1994 a junio de 1995), el desembarque en peso acumulado alcanzó a 4 millones de toneladas y 9381 millones de ejemplares (Tabla 5).

Tabla 6. Parámetros de la relación longitud horquilla-peso total de *T. s. murphyi*, de la forma  $PT = a LH^b$  (PT en gr y LH en cm);  $r^2$  = coeficiente de determinación, n = tamaño de la muestra. Período julio de 1994 - junio de 1995. Zona centro-sur de Chile.

	M E S E S											
	1 9		9 4		M		E		S		5	
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
<b>MACHOS :</b>												
a =	0,014	0,033	0,046	0,025	0,010	0,026	0,019	0,025	0,034	0,025	0,012	0,013
b =	2,916	2,688	2,614	2,788	3,021	2,765	2,855	2,782	2,714	2,779	2,997	2,964
r2=	0,976	0,953	0,893	0,970	0,964	0,967	0,988	0,978	0,982	0,984	0,982	0,984
n =	209	270	196	220	232	268	346	258	186	205	201	271
<b>HEMBRAS :</b>												
a =	0,012	0,028	0,111	0,015	0,010	0,027	0,019	0,025	0,032	0,023	0,009	0,009
b =	2,962	2,755	2,374	2,931	3,050	2,759	2,874	2,799	2,739	2,803	3,077	3,055
r2=	0,977	0,956	0,848	0,962	0,972	0,957	0,978	0,966	0,981	0,982	0,986	0,979
n =	216	217	202	246	241	415	333	304	197	168	218	273
<b>TOTAL :</b>												
a =	0,014	0,032	0,070	0,021	0,010	0,027	0,020	0,026	0,033	0,024	0,010	0,011
b =	2,922	2,701	2,498	2,841	3,029	2,757	2,857	2,778	2,725	2,789	3,036	2,996
r2=	0,976	0,953	0,872	0,964	0,966	0,959	0,984	0,978	0,981	0,983	0,984	0,981
n =	425	487	398	466	473	683	679	562	383	373	419	544

La evolución mensual del desembarque en número de ejemplares se presenta en la Figura 1, observándose el siguiente patrón estacional: (i) tendencia decreciente a partir del término del invierno y comienzos de primavera; (ii) niveles bajos en plena

primavera (septiembre a noviembre); y (iii) tendencia creciente a partir del verano (diciembre), hasta alcanzar máximos en pleno otoño (mayo).

En atención a que entre julio y octubre de 1994 no hubo muestreo de frecuencia de tallas en San Antonio, el desembarque en número de esta subzona se estimó suponiendo igual composición por tallas de *T. s. murphyi* que en el desembarque de Talcahuano. Este supuesto es adecuado, toda vez que la composición por tallas es similar entre ambas subzonas durante el período de estudio (Fig. 2).

Por otra parte, los resultados de los análisis morfométricos de *T. s. murphyi* (ver en este documento la sección Identificación de Unidades Ecológicas Poblacionales), revelan que en la zona centro-sur de Chile (áreas de San Antonio y Talcahuano) esta especie conforma un sólo stock dinámico o ecológico. Por otro lado, el desembarque en peso de Talcahuano es el de mayor incidencia al total de la pesquería de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile (Tabla 5, Fig. 4), situación que minimiza cualquier efecto de la estructura de tallas en las capturas de San Antonio. En efecto, la estructura de tallas del desembarque en Talcahuano tiene notable incidencia en la estructura de tallas del desembarque total de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur (Fig. 3). Sin embargo, el desembarque en San Antonio aporta con mayor proporción de ejemplares de tamaño menor a 24 cm (Fig. 4), haciendo variar levemente la estructura de tallas de toda la zona centro-sur.

En el período julio-octubre de 1994, la estructura de tallas de *T. s. murphyi* en las capturas se caracterizó por la presencia de ejemplares de un tamaño promedio de 39 cm de longitud horquilla (LH).

En relación con la dinámica de grupos de ejemplares que están siendo capturados sucesivamente en el tiempo, en la distribución de frecuencia de tallas se identifica a noviembre y diciembre de 1994 como época de reclutamiento de *T. s. murphyi*. En estos meses se incorporó, por primera vez al stock explotable, un grupo de ejemplares juveniles cuyo tamaño modal estuvo centrado en 23 cm de LH. En consecuencia, aquí se considera como reclutamiento al proceso por el cual se incorporan por primera vez ejemplares juveniles de *T. s. murphyi* al stock explotable, definido por la selectividad del arte de pesca.

De acuerdo con numerosos estudios de edad y crecimiento de *T. s. murphyi*, revisados recientemente por Cubillos & Arancibia (1994) y por Cubillos et al. (1995), los ejemplares reclutas de jurel (ca. 20 cm LH) tendrían aproximadamente 2 años de edad en noviembre-diciembre. La edad de 2 años (número entero) coincide con la manifestación de la época de desove poblacional del jurel en la zona centro-sur (Grechina, 1992; Arancibia et al., 1994), razón por la que se infiere que la fecha de cumpleaños biológica del jurel de Chile centro-sur debería ser noviembre, tal como lo plantea Kochkin (1994), en base a la tasa de crecimiento de los otolitos, y Cubillos et al. (1995), en base a estudios del crecimiento de esta especie por análisis de progresión modal, considerando una amplia fuente de información mensual.

La evolución temporal de la estructura de tallas de *T. s. murphyi* en las capturas revela cierta progresión de las modas; en efecto, la longitud modal de 23 cm LH en noviembre de 1994 comienza a desplazarse hacia tallas más grandes conforme avanza el tiempo, llegando a los 28 cm LH en junio de 1995, aunque probablemente la longitud modal de los ejemplares de 23 cm presenta cierto sesgo (positivo) asociado a problemas

relacionados con la selectividad del arte de pesca. Similarmente, la longitud modal de 27 cm LH, en noviembre de 1994, se desplaza hasta alcanzar 31 cm en junio de 1995.

En el primer semestre de 1995, las capturas de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile han sido sustentadas por los ejemplares reclutados en noviembre-diciembre de 1994, a una longitud modal de 23 cm LH, y por el grupo de ejemplares de longitud modal comprendida entre 27 cm LH (enero) y 32 cm LH (junio) (Figs. 2 y 3). Estos dos grupos de peces, que conforman la fracción menor o igual a 35 cm LH, dan cuenta de más del 80% del desembarque en número (promedio entre enero y junio de 1995: 87,4%). Sin embargo, la fracción de peces de *T. s. murphyi* mayor de 35 cm aún continúa aportando de manera importante a las capturas, observándose que las tallas máximas han fluctuado entre los 54 y 57 cm LH (Figs. 2 y 3).

Al parecer, los reclutas de *T. s. murphyi* presentan una alta abundancia en el mar, situación que permite inferir que estos peces podrán sustentar las capturas del año venidero, cuando alcancen tallas cercanas a los 28-32 cm LH (ca. 4 años de edad).

La presencia de reclutas en las capturas mensuales a contar de noviembre de 1994, ha incidido en aumentos relativos en el aporte de ejemplares de tamaño inferior a la talla mínima legal de 26 cm LH. En efecto, en el período julio-octubre de 1994 no se registró ejemplares de jurel de tamaño inferior a 26 cm en los desembarques de Talcahuano. Sin embargo, en noviembre y diciembre de 1994, en la estructura de tallas se fortaleció el aporte de *T. s. murphyi* bajo 26 cm, tanto en San Antonio como en Talcahuano (Tablas 7 y 8).

Tabla 17a. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de julio a diciembre de 1994 en Talcabuano. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

LH (cm)	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
19						0,01
20						0,20
21					0,05	0,58
22					0,18	0,54
23					0,11	0,66
24					0,12	0,29
25				0,06	0,25	0,85
26					5,44	4,34
27	0,28	0,07		0,43	21,91	19,34
28	0,94	0,67		1,15	26,84	26,02
29	2,41	1,70	0,19	6,17	14,50	15,77
30	2,66	3,49	0,14	7,96	9,05	7,52
31	2,82	3,05	0,69	6,72	3,86	3,78
32	3,97	4,54	1,99	6,18	2,53	2,74
33	4,14	3,99	2,36	6,26	2,25	2,46
34	6,45	4,53	2,88	6,41	1,72	1,79
35	5,32	5,34	5,38	6,09	1,02	1,30
36	5,58	5,32	7,13	6,78	0,60	1,00
37	5,36	6,23	8,70	6,52	1,04	1,19
38	5,99	5,79	12,77	6,05	0,92	1,00
39	5,26	7,60	10,58	6,17	0,88	1,28
40	6,61	7,07	16,33	8,13	1,38	1,17
41	6,95	6,69	10,42	5,00	0,93	1,13
42	7,42	8,56	9,59	6,22	1,45	1,11
43	7,11	5,24	5,34	2,84	0,60	1,22
44	5,92	4,36	2,26	1,87	0,61	0,64
45	4,21	3,82	2,02	1,14	0,31	0,60
46	3,52	3,74	0,63	0,94	0,29	0,47
47	2,10	2,53	0,08	0,54	0,23	0,40
48	1,39	1,80	0,30	0,16	0,13	0,22
49	1,64	1,66	0,12	0,06	0,08	0,16
50	0,92	1,22	0,05	0,09	0,23	0,12
51	0,46	0,52	0,01	0,05	0,20	0,03
52	0,37	0,23	*		0,15	0,03
53	0,15	0,25	0,03		0,08	0,03
54	0,01					
55			0,01		0,08	0,01
56	0,05					
Total	100	100	100	100	100	100
LH	39,0	39,0	39,0	36,0	29,8	30,0
n	3312	3192	2814	2551	2668	6061

LH es la longitud horquilla promedio; n es el tamaño de la muestra.

Tabla 7b. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de enero a junio de 1995 en Talcahuano. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

LH (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
20	0,06				0,04	
21	0,70	0,01	0,06		0,06	
22	1,50	1,76	0,98	0,08	0,06	0,07
23	1,72	3,35	5,98	0,95	1,89	0,83
24	1,21	4,78	10,60	6,26	9,00	5,34
25	0,30	3,23	7,69	7,77	16,11	13,53
26	0,43	2,62	3,53	5,31	8,62	8,48
27	2,68	7,01	3,36	3,27	3,71	4,61
28	11,19	16,90	7,88	5,04	1,93	3,17
29	10,57	20,52	12,49	10,58	3,74	4,54
30	8,04	12,63	10,59	16,77	7,82	10,66
31	8,04	6,35	7,65	11,76	6,88	11,18
32	11,67	5,65	6,02	9,01	6,59	10,25
33	11,14	4,56	3,97	5,09	5,46	6,58
34	8,21	2,40	3,64	3,88	4,22	4,81
35	4,48	1,11	2,17	2,78	4,08	2,84
36	2,58	0,67	1,15	1,60	2,81	1,67
37	2,57	0,56	0,82	1,03	2,03	1,17
38	2,53	0,26	0,30	0,71	1,75	0,85
39	1,11	0,44	0,62	0,76	1,59	0,89
40	1,62	0,74	0,57	0,73	1,69	0,75
41	1,61	0,64	0,78	0,67	1,04	0,75
42	1,00	0,49	1,15	0,88	1,36	1,02
43	1,09	0,44	1,35	1,00	1,66	0,75
44	0,85	0,47	1,35	0,82	1,38	1,17
45	0,58	0,45	1,48	0,94	1,28	0,82
46	0,59	0,60	1,12	0,67	1,23	0,77
47	0,59	0,50	0,95	0,44	0,55	0,82
48	0,45	0,21	0,51	0,31	0,36	0,48
49	0,29	0,19	0,36	0,36	0,45	0,41
50	0,20	0,15	0,32	0,27	0,34	0,28
51	0,10	0,12	0,18	0,13	0,08	0,20
52	0,21	0,14	0,21	0,07	0,04	0,14
53	0,06	0,02	0,12	0,03	0,09	0,09
54	0,03	0,02	0,06	0,02	0,03	0,06
55				0,03	0,02	0,01
56					0,02	0,02
57	0,02					
Total	100	100	100	100	100	100
LH	32,3	29,7	30,3	30,7	30,9	30,8
n	2736	6346	4980	5119	4585	5126

LH es la longitud horquilla promedio; n es el tamaño de la muestra.

Tabla 8a. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de noviembre y diciembre de 1994 en San Antonio. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

LH (cm)	NOV	DIC
20		0,94
21	0,15	5,75
22	0,15	9,51
23	0,15	13,95
24	0,09	12,31
25	0,15	5,60
26	0,79	1,96
27	10,32	5,29
28	26,40	11,86
29	20,96	11,38
30	10,05	5,36
31	4,96	4,24
32	2,80	3,85
33	0,94	2,52
34	1,85	1,38
35	1,87	0,70
36	1,72	0,51
37	1,67	0,67
38	2,08	0,15
39	1,58	0,21
40	1,79	0,31
41	1,51	0,52
42	1,38	0,17
43	1,94	0,56
44	0,77	0,06
45	1,54	0,07
46	0,46	0,06
47	0,18	0,06
48	0,68	*
49	0,43	
50	0,32	0,06
51	0,32	
Total	100	100
LH	31,2	26,7
n	981	1864

LH es la longitud horquilla promedio; n es el tamaño de la muestra.

Tabla 8b. Distribución de frecuencia (%) de *T. s. murphyi* en los desembarques de enero y marzo de 1995 en San Antonio. El asterisco indica frecuencia relativa menor a 0,01%.

LH (cm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
20	0,08					
21	0,15			0,25		
22	3,02	0,47	0,59	0,04		0,06
23	6,80	2,96	3,95	0,61	0,74	
24	7,17	6,02	11,15	3,81	8,17	1,92
25	3,10	5,00	11,28	7,55	12,56	7,92
26	2,59	3,05	7,69	13,34	11,22	9,73
27	6,21	6,37	5,78	6,76	5,36	5,92
28	12,97	13,43	9,15	5,96	2,62	3,04
29	15,35	16,55	12,98	11,15	4,47	4,21
30	11,52	14,35	9,24	15,04	9,78	7,30
31	7,21	10,49	7,40	10,25	8,99	10,77
32	7,35	7,95	5,17	7,06	6,58	10,73
33	6,81	7,21	7,72	3,31	5,37	7,43
34	3,88	3,20	3,91	3,32	2,52	4,68
35	2,93	0,74	1,38	1,48	2,61	3,50
36	1,16	0,77	0,39	1,08	2,36	2,37
37	0,98	0,52	0,37	0,51	1,28	1,50
38	0,38	0,48	0,48	0,71	0,81	1,58
39	0,01	0,24	0,21	0,36	0,64	1,05
40	*	0,02	0,31	0,46	1,17	0,96
41	0,04	0,11	0,10	0,55	1,28	0,72
42	0,06	*	0,11	0,50	1,08	1,44
43		0,05	0,03	0,77	1,18	1,66
44	0,18		0,05	1,05	1,42	1,59
45	0,01		0,02	1,36	2,33	2,37
46	0,04		0,18	0,64	0,94	1,86
47			0,01	0,54	1,23	1,08
48			0,12	0,40	1,18	1,87
49			0,11	0,34	0,45	0,97
50			0,05	0,29	0,41	0,86
51			0,01	0,22	0,36	0,30
52			0,05	0,30	0,22	0,36
53					0,64	0,11
54			0,02		0,07	0,11
55						0,06
Total	100	100	100	100	100	100
LH	28,9	29,2	28,6	30,2	31,2	32,7
n	2687	1982	2402	2040	2037	1645

LH es la longitud horquilla promedio; n es el tamaño de la muestra.

En el período de estudio, en 55 semanas analizadas hubo una alta frecuencia (ca. 44%) en que no se registró presencia de ejemplares de tamaño inferior a 26 cm en los desembarques de la flota en Talcahuano (Fig. 5a), principalmente en el período julio-octubre de 1994. En 10 semanas, el aporte de *T. s. murphyi* menor de 26 cm fue del orden de 1% (en peso) y en 7 semanas fue entre 2% y 3% (en peso). El máximo aporte en peso de los ejemplares de tamaño menor a 26 cm ocurrió sólo en una semana y alcanzó a 36% (Fig. 5a).

En los desembarques ocurridos en San Antonio se presentó una distribución casi uniforme de semanas en que el aporte de *T. s. murphyi* menor de 26 cm fue entre 0 y 15% (Fig. 5b). En 6 semanas la fracción bajo 26 cm fue superior a 22% (en peso), alcanzando un máximo de 36% (en peso).

### 3.3. COMPOSICION Y CUANTIFICACION DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE

La composición específica del desembarque industrial de cerco de la Octava Región, a lo largo del período de estudio, es extraordinariamente simple y está dominada casi exclusivamente por jurel. En efecto, ello ocurrió en 10 u 11 de los 12 meses analizados (Tabla 9). El mes de octubre aparece como transición, cuando se incrementaron los desembarques de sardina común y anchoveta, lo que coincidió con su reclutamiento, persistiendo hasta noviembre. Este mes fue el único en que el jurel no dominó en los desembarques, siendo reemplazado por merluza de cola debido al rápido paso por la pesquería de ésta, la que prácticamente ya había desaparecido en diciembre.

Tabla 9. Composición específica mensual (porcentaje en peso) del desembarque industrial de cerco en puertos de la Octava Región. Período: julio de 1994 a junio de 1995.

COMPOSICION ESPECIFICA (% en peso)				
M E S	JUREL	SARDINA COMUN Y ANCHOVETA	MERLUZA DE COLA	OTROS (*)
1994				
Julio	99,70	0,27	-	0,03
Agosto	98,92	1,08	-	-
Septiembre	94,00	4,34	-	1,66
Octubre	70,93	25,69	0,12	3,27
Noviembre	20,24	24,15	55,20	0,41
Diciembre	86,57	8,60	4,83	-
1995				
Enero	94,62	2,82	1,30	1,26
Febrero	93,62	2,03	3,53	0,82
Marzo	97,35	2,05	0,09	0,51
Abril	99,48	0,50	-	0,02
Mayo	97,69	0,25	-	2,07
Junio	97,71	0,03	-	2,26

(\*): incluye principalmente caballa, sardina española, palometa.

#### 4. CONCLUSIONES

En el período julio de 1994-junio de 1995, la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile desembarcó 4050 millones de toneladas y 9381 millones de ejemplares de *T. s. murphyi*.

Entre julio y octubre de 1994, predominaron en las capturas

ejemplares de tamaño promedio de 39 cm de longitud horquilla (LH), cambiando esta situación notablemente a partir de noviembre de 1994, cuando se incorporó a la fracción explotada por la flota un grupo de peces juveniles que en diciembre de 1994 conformaron una moda de reclutamiento (23 cm LH).

En el primer semestre de 1995, i.e. enero a junio, las capturas de *T. s. murphyi* fueron sustentadas en más de del 80% (en número) por la fracción menor o igual a 35 cm LH. En esta fracción se identifican dos grupos modales de peces, uno perteneciente a los ejemplares que se reclutaron en noviembre/diciembre y la otra a peces de un grupo de edad más, correspondiente a ejemplares de 27 a 32 cm LH.

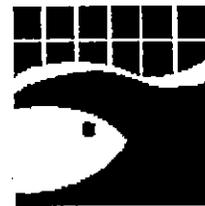
El mayor aporte de ejemplares bajo la talla mínima legal de primera captura aumento a partir de noviembre de 1994, cuando ocurrió el reclutamiento. En Talcahuano, de las 55 semanas analizadas el 44% no presentó descargas de ejemplares bajo 26 cm LH, principalmente entre julio y octubre de 1994. En San antonio, la distribución de semanas con descarga de jurel bajo 26 cm LH fue más uniforme, el aporte de esta fracción se presentó entre 0 y 15%, y sólo en 6 semanas fue superior a 22% con un máximo de 36%.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arancibia, H., L. Cubillos, L. Vilugrón y D. Arcos. 1994. Dinámica poblacional del jurel, *Trachurus symmetricus murphyi*, y análisis de la pesquería industrial de cerco de la zona centro sur, Chile (1993). Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, 3(1):1-26 + figs.
- Arancibia, H., L. Cubillos, L. Vilugrón y D. Arcos. 1995. Evaluación del stock de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) entre 1978 y 1994, con énfasis en la pesquería industrial de la zona centro-sur de Chile. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, 4(1):1-38 + figs.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationships. Part I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. Fishbyte 5(1):12-14.
- Cubillos, L. y H. Arancibia. 1994. Comparative growth performance of jack mackerel of the Genus *Trachurus*, with emphasis on *T. s. murphyi* in Chile. NAGA The ICLARM Quarterly, Fishbyte Section, Apr. 1994, 17(2):32-35.
- Cubillos, L. y H. Arancibia. 1993a. Análisis de la pesquería de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) del área de Talcahuano, Chile. Investigaciones Marinas (Valparaíso), 21:3-22.
- Cubillos, L. y H. Arancibia. 1993b. Análisis de la pesquería de sardina común y anchoveta, situación actual y perspectivas. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, 2(2):1-19.
- Cubillos, L., H. Arancibia, A.S. Grechina y R. Alarcón. 1995. Crecimiento del jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols), del Pacífico Suroriental mediante análisis de progresión modal. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, 4(4):1-22.
- Grechina, A.S. 1992. Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en alta mar del Pacífico Sur. H. Arancibia y L. Cubillos (Eds.). Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, 1(2):1-47 + figs.
- Kochkin, P.N. 1994. Age determination and estimate of growth rate for the Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Journal of Ichthyology 34(3):39-50.

ANEXO 1

INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA OCTAVA REGION S.A.  
 INFORME SEMANAL N° 57  
 JUNIO DE 1995



PROYECTO FIP 018-93-02: Estudio biológico-pesquero jurel centro-sur,  
 V-IX Región

Período: del 26 al 30 de junio de 1995 (Inf.95.06.05)

1. Desembarques.

Durante el período que se informa, la flota industrial de cerco (PAM de capacidad de bodega  $\geq 100 \text{ m}^3$ ) desembarcó 38.230 ton de jurel en la VIII Región y 7.574 ton en la V Región (Fig. 1). Así, el desembarque de jurel acumulado en junio fue 412.389 ton en la VIII Región y 160.790 ton en la V Región (Tabla 1).

Tabla 1. Desembarque de jurel mensual y acumulado, V y VIII Regiones. Abril, mayo y junio de 1995.

MES	VIII REGION		V REGION	
	MENSUAL (ton)	ACUMULADO (ton)	MENSUAL (ton)	ACUMULADO (ton)
ABR	470.721	1.303.758	65.838	247.378
MAY	456.691	1.760.449	163.173	410.551
JUN	412.389	2.172.838	160.790	571.341

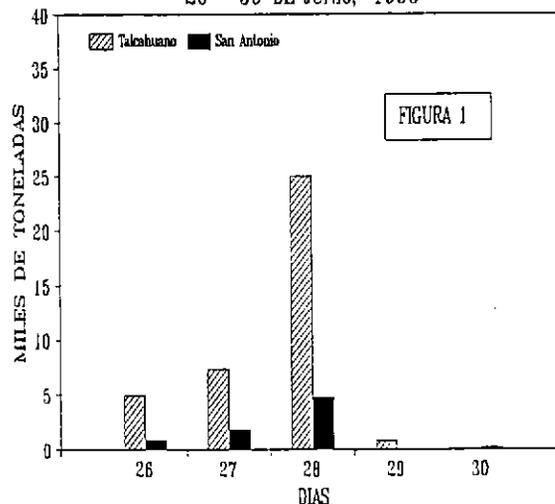
2. Estructura de tallas (Fig. 2).

Durante este período, la composición por tamaños de jurel, en los desembarques de la Octava Región, se presentó con dos grupos modales: el primero centrado en 34 cm de longitud horquilla (LH), y el segundo en 42 cm LH. No hubo presencia de individuos bajo la talla mínima legal de extracción (26 cm de LH), fluctuando el rango de tallas entre 30 y 56 cm. En la V Región, sólo fue posible realizar dos muestreos de tallas, por lo que la estructura de tamaños está poco clara. Sin embargo, se destaca la ausencia de individuos menores a 26 cm de LH y la predominancia de peces mayores a 37 cm.

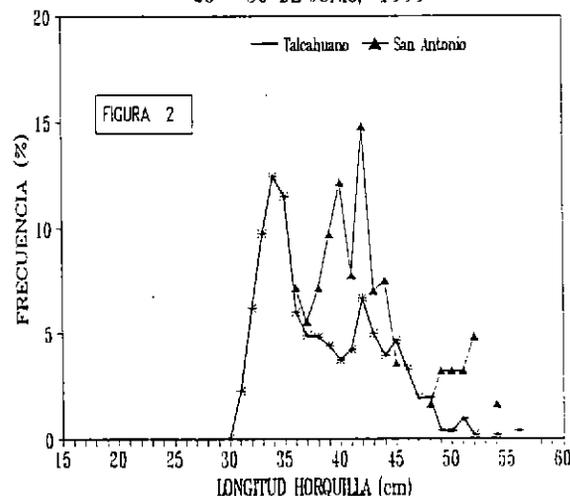
3. Actividad reproductiva.

El índice gonadosomático (IGS) promedio de las hembras de jurel fue 0,63% en la VIII Región y 0,79% en la V Región. Además, se ha observado una tendencia ascendente, aunque muy leve, en los valores de IGS en ambas regiones y pequeños cambios de coloración y aumento de tamaño en las gónadas de algunas hembras.

DESEMBARQUE DIARIO  
 26 - 30 DE JUNIO, 1995



FRECUENCIA DE TALLAS JUREL  
 26 - 30 DE JUNIO, 1995





ANEXO FIGURAS

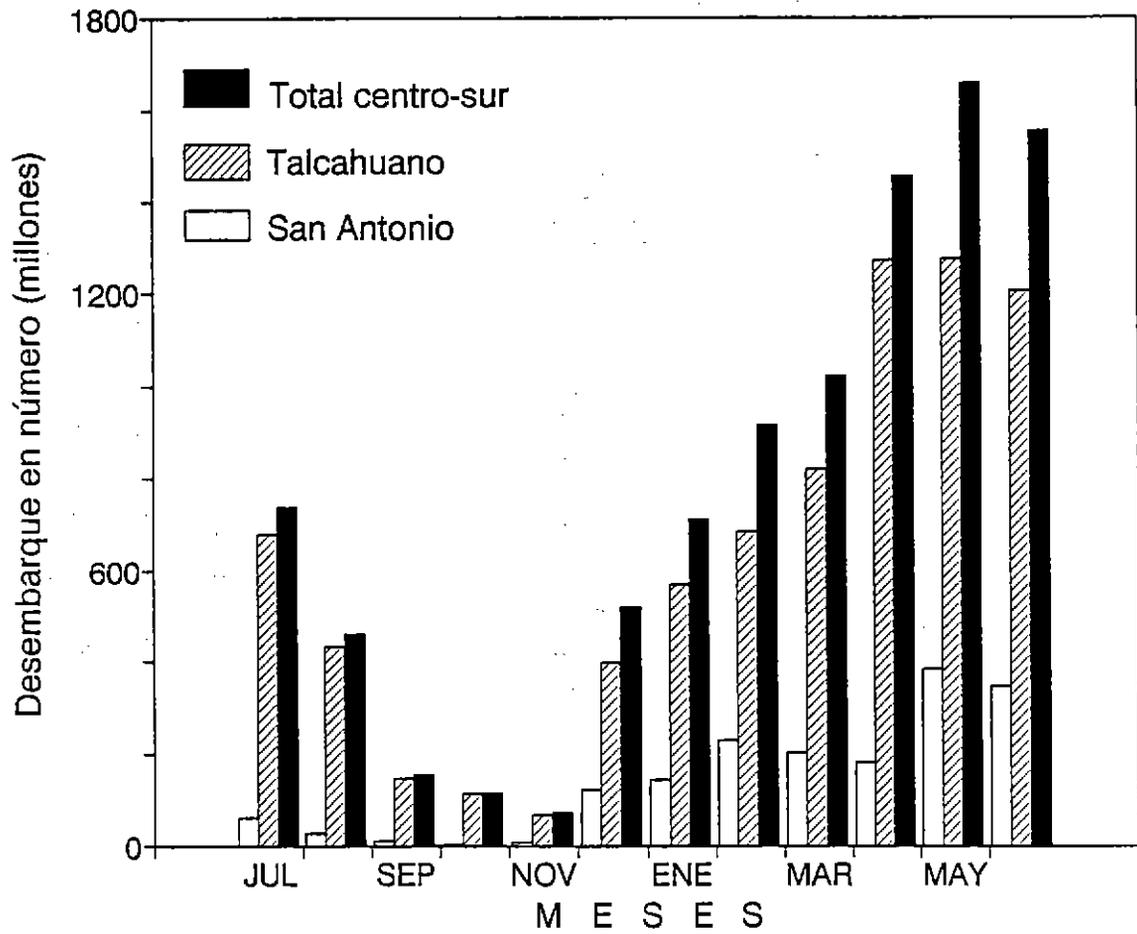


Figura 1. Evolución mensual del desembarque en número de ejemplares de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile. Período: julio de 1994-junio de 1995.

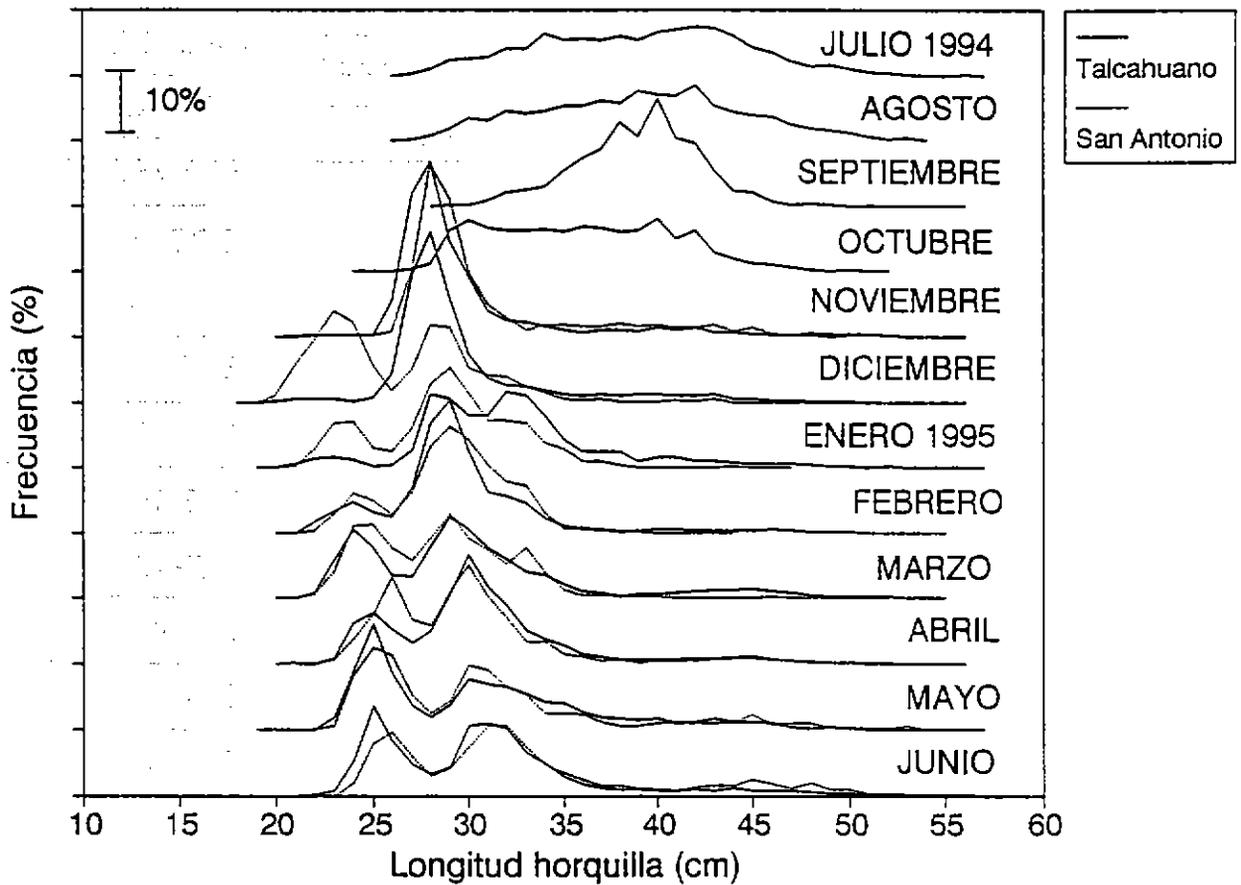


Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas de *T. s. murphyi* en el desembarque de San Antonio y Talcahuano. Período: julio de 1994-junio de 1995.

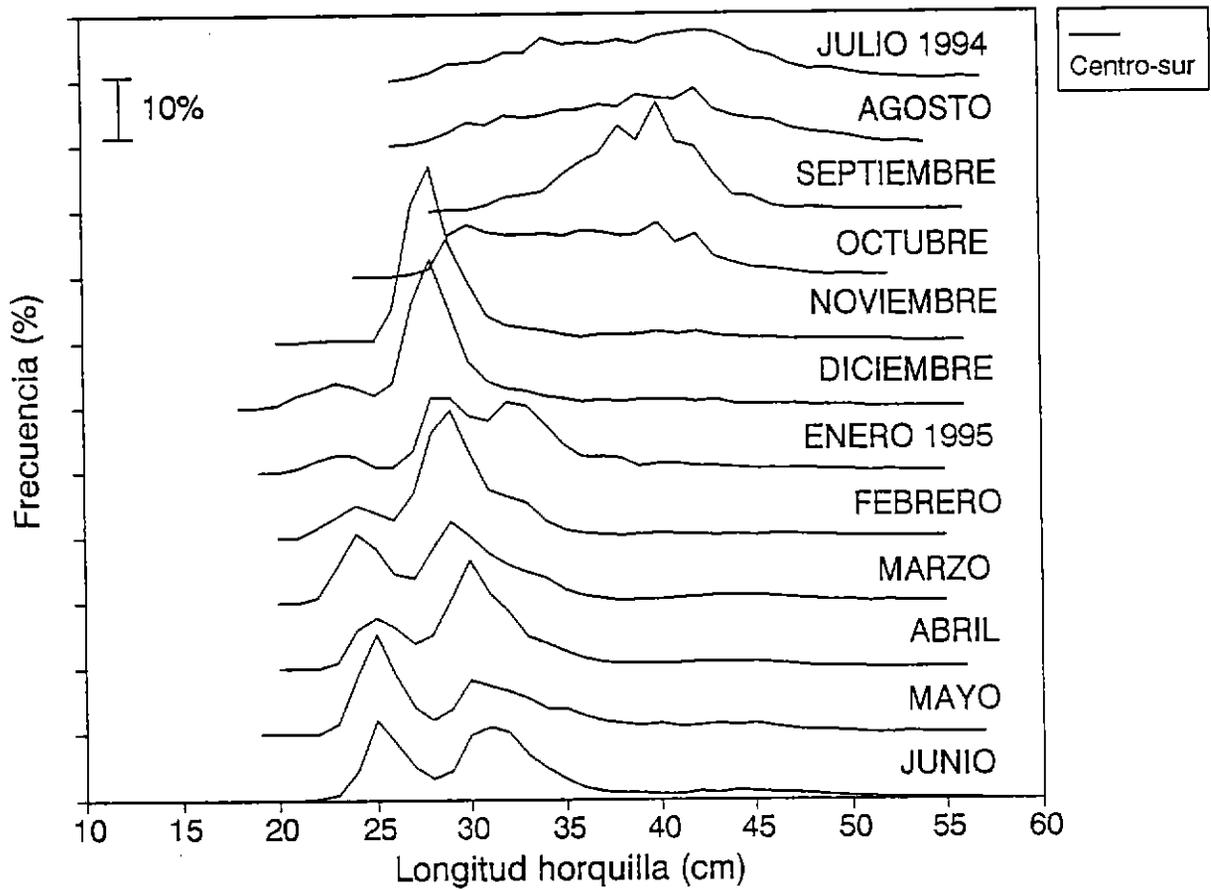


Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas de *T. s. murphyi* en el desembarque de la zona centro-sur de Chile. Período: julio de 1994-junio de 1995.

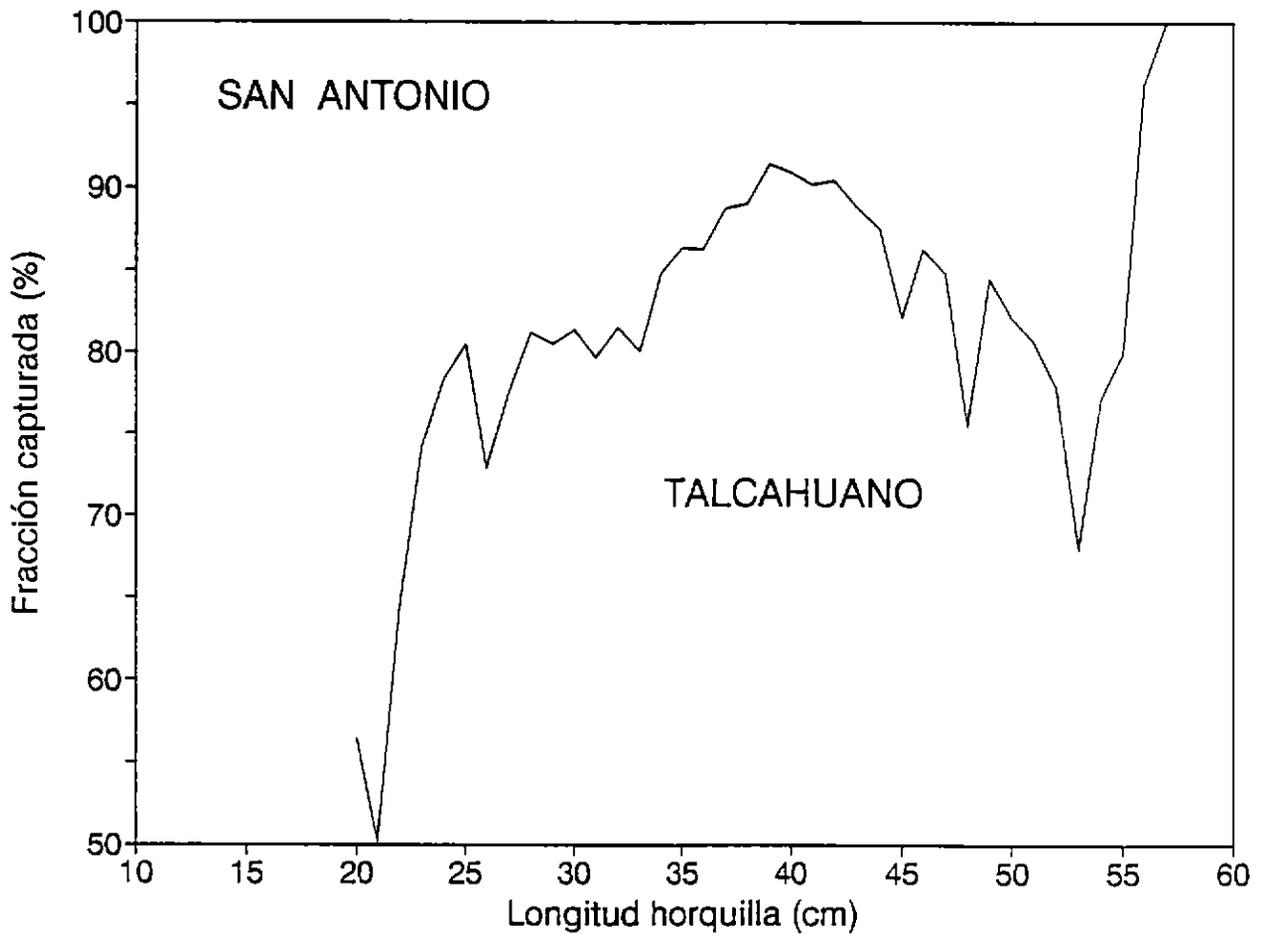


Figura 4. Aporte por tallas al desembarque de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur (%). Período: julio de 1994-junio de 1995.

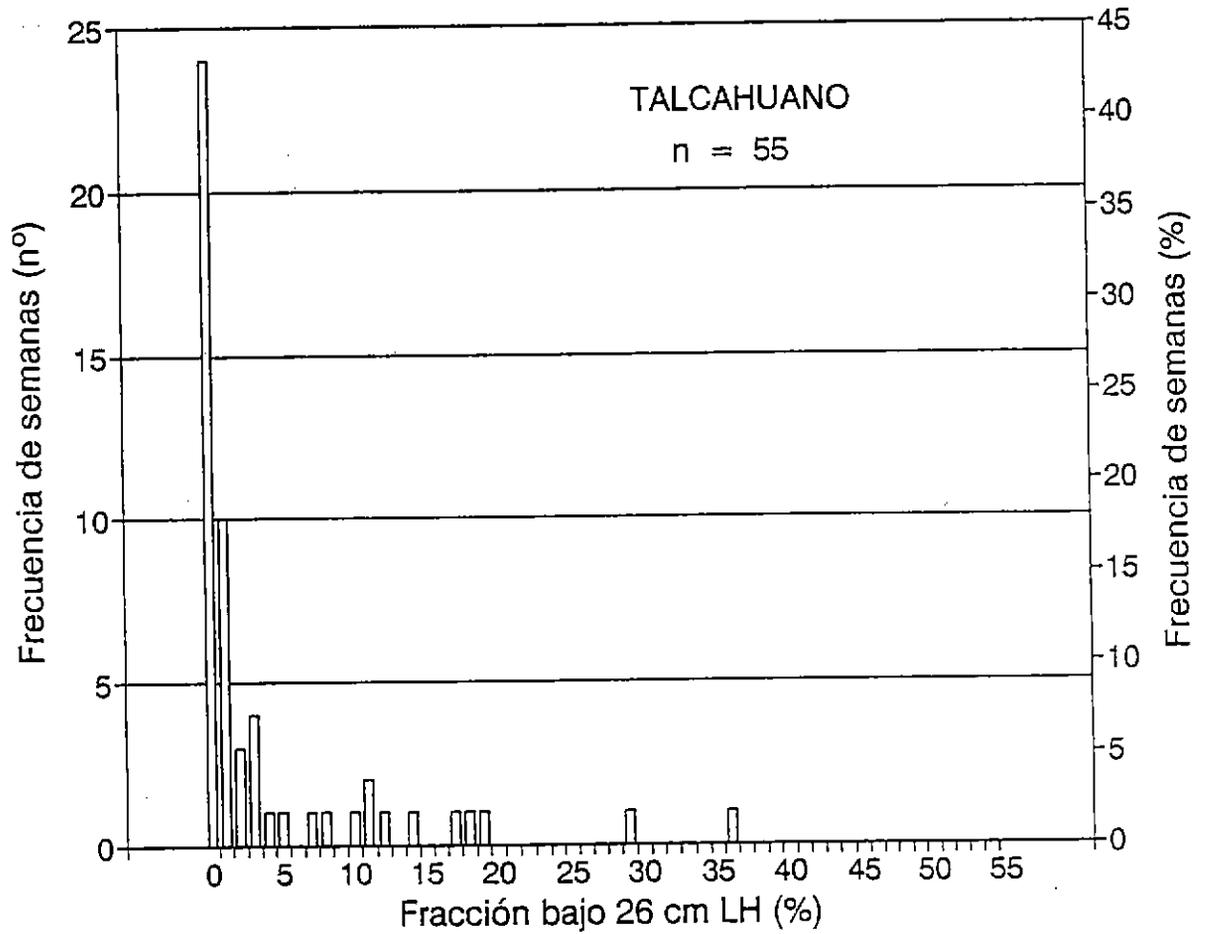


Figura 5a. Frecuencia semanal del aporte en peso de *T. s. murphyi* bajo la talla mínima legal de 26 cm de longitud horquilla en las capturas en Talcahuano.

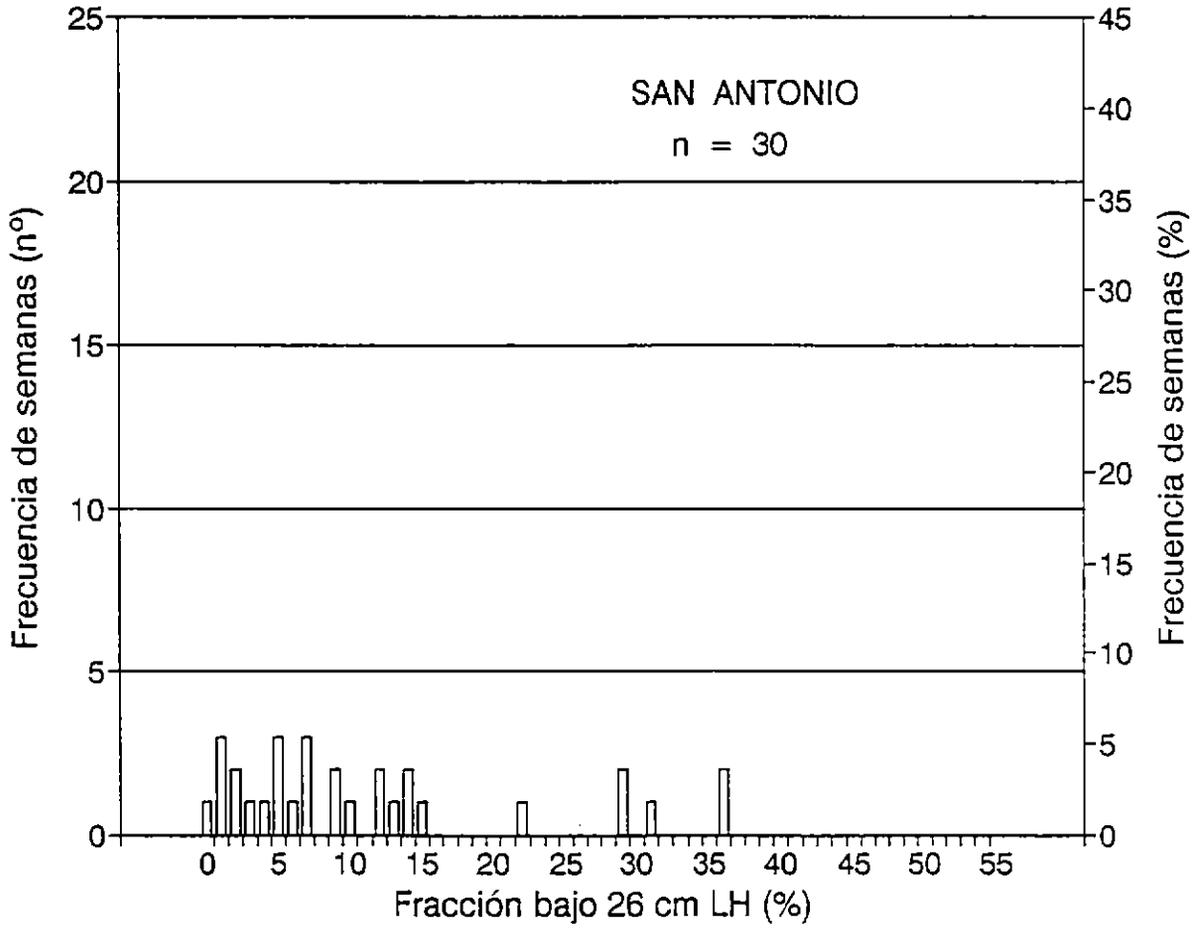


Figura 5b. Frecuencia semanal del aporte en peso de *T. s. murphyi* bajo la talla mínima legal de 26 cm de longitud horquilla en las capturas en San Antonio.





## **CAPITULO 3**

**Determinación de la estructura de  
tallas del desembarque.**

**Sección Talla crítica**

**RESUMEN EJECUTIVO.**

Se determina la talla crítica de *Trachurus symmetricus murphyi* para la zona centro-sur de Chile, considerando un conjunto de 22 parámetros de crecimiento en longitud obtenidos desde la literatura así como los estimados en este estudio.

El crecimiento en longitud es de notable importancia en la determinación de la talla crítica, así como la tasa de mortalidad natural (M) de la especie y la tasa total de mortalidad ( $Z_{opt}$ ) considerada como "óptima" bajo la estrategia de mortalidad por pesca  $F_{0,1}$  ( $Z_{opt} = F_{0,1} + M$ ), estimada a partir de un análisis de rendimiento por recluta que consideró la edad de 2 años como de reclutamiento y los 35 cm LH como la longitud de captura. Todos los parámetros básicos considerados en el cálculo de la talla crítica dependen de una u otra forma de los parámetros de crecimiento del recurso en cuestión, razón por la cual se consideran estimados independientes donde cada conjunto de parámetros básicos definen una historia de vida particular, siendo algunos conjuntos similares y otros totalmente disímiles.

Se consideró adecuado estimar la mortalidad natural utilizando la ecuación de Pauly (1980), dado que utiliza parámetros de crecimiento. Para estimar  $F_{0,1}$  se usó el modelo de rendimiento por recluta de Beverton y Holt (1957), considerando para cada conjunto de parámetros una edad de reclutamiento a los 2 años y una longitud de primera captura de 35 cm LH.

Las estimaciones de talla crítica, dependiendo de los parámetros seleccionados, presenta un rango de valores entre 14,5 y 48,4 cm LH, con un promedio de 29,0 cm LH y límites de confianza al 95% entre 25,4 y 32,6 cm LH (c.v.=28%).

Si se considera un valor de compromiso para la talla crítica asociada sólo a un conjunto de parámetros de crecimiento y mortalidad, las estimaciones asociadas a los estudios de Kochkin (1994) y Cubillos et al. (1995) podrían considerarse como apropiados para la dinámica de *T. s. murphyi*, toda vez que casi todos los parámetros derivados a partir de éstos estudios de crecimiento se encuentran dentro de los límites asociados al 95% de confianza, representando tal vez con exactitud la "historia" de vida de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile.

# TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....	ii
LISTADO DE FIGURAS .....	iii
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
2.1. Educación básica .....	2
2.2. Parámetros básicos .....	3
2.2.1. Parámetros de crecimiento .....	4
2.2.2. Tasa de mortalidad natural .....	4
2.2.3. Tasa óptima de mortalidad por pesca .....	6
2.2.4. Exponente de la relación longitud-peso ...	8
3. RESULTADOS Y DISCUSION .....	8
4. CONCLUSIONES .....	14
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	15
ANEXO FIGURAS .....	18

## LEYENDAS DE LAS TABLAS

Tabla 1. Autores que han estudiado el crecimiento en longitud de *T. s. murphyi* en el Pacífico-Sur. Se indica el área cubierta por el estudio y/o de obtención de muestras, y la metodología general. El asterisco destaca los parámetros no comunicados por los autores, pero que han sido estimados por Cubillos et al. (1995) a partir de los datos talla-edad disponibles.

Tabla 2. Estimación de la edad ( $t^*$ ) y talla ( $LH^*$ ) crítica en *T. s. murphyi*, considerando los parámetros asociados al crecimiento corporal, basado en antecedentes aportados por varios autores (ver Tabla 1, para referencias).

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Relación entre la talla crítica y la tasa de mortalidad total óptima en *T. s. murphyi*.
- Figura 2. Relación entre la talla crítica y el coeficiente de crecimiento en *T. s. murphyi*.
- Figura 3. Relación entre la talla crítica y la longitud horquilla asintótica en *T. s. murphyi*.
- Figura 4. Relación entre la talla crítica y la longitud de reclutamiento a la edad de 2 años en *T. s. murphyi*.
- Figura 5. Relación entre la talla crítica y la edad de primera captura a la longitud de 35 cm LH en *T. s. murphyi*.

## 1. INTRODUCCION

En esta sección se determina la talla crítica de *Trachurus symmetricus murphyi* de la zona centro-sur de Chile, de acuerdo con los requerimientos del proyecto FIP "Estudio biológico-pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones".

*T. s. murphyi* es el principal recurso pelágico de Chile con niveles de desembarque que en 1994 alcanzaron cerca de 4 millones de toneladas, correspondiendo cerca del 90% el aporte de la unidad de pesquería de Chile centro-sur, V a IX Regiones.

Dentro de los varios parámetros biológico-pesqueros de interés para la administración de recursos pesqueros, la determinación de la talla crítica es fundamental ya que permite establecer para el stock el momento de equilibrio entre el aporte en peso por crecimiento y la disminución de la abundancia numérica por mortalidad. En consecuencia, la talla crítica, está asociada al momento o edad en que se expresa la máxima biomasa de una cohorte bajo la acción de una determinada tasa de mortalidad. Prácticamente todas las cohortes exhiben este momento crítico, cuya variabilidad interanual dependerá tanto de las condiciones bajo las cuales se desarrolla el crecimiento como las que operan para producir mortalidad. Sin embargo, desde el punto de vista de una condición promedio alcanzable en un horizonte de largo plazo, la edad crítica y talla crítica deberían mantenerse dentro de cierto rango de variación establecido.

Usualmente, la talla crítica se calcula sólo en base a la acción de la mortalidad natural (M), como punto de referencia. Sin embargo, en stocks de peces sometidos a una permanente

explotación pesquera, como *T. s. murphyi*, es mucho más conveniente tomar como referencia la talla crítica asociada a una tasa de mortalidad total que permita sustentar la abundancia del recurso en el largo plazo, tal como el nivel de mortalidad total asociado a la tasa de mortalidad por pesca  $F_{0,1}$ , y que aquí se denominará  $Z_{\text{ópt}}$ ; i.e.  $Z_{\text{ópt}} = M + F_{0,1}$ .

Este es el enfoque que se ha tenido en el presente estudio, ya que en términos de "vigilancia" y "diagnóstico" resulta mejor comparar la talla promedio de la fracción vulnerada con la talla crítica que está asociada a un nivel de explotación adecuado, como el  $F_{0,1}$ . En efecto, la comparación entre la talla media de explotación y la talla crítica asociada sólo a la mortalidad natural resulta demasiado "conservacionista" y "alarmista" en términos de la situación y explotación del recurso, obstaculizando el principio general de obtener el máximo beneficio de la explotación de un recurso pesquero, en todos los aspectos.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. ECUACION BASICA

La determinación de la talla crítica se realizó considerando la siguiente ecuación (Csirke, 1980)

$$t^* = t_0 + \frac{1}{K} \text{Ln} \left[ \frac{bK}{Z_{\text{ópt}}} + 1 \right] \quad (1)$$

donde:  $t^*$  representa la edad crítica,  $t_0$  y  $K$  son parámetros de

crecimiento en longitud del modelo de von Bertalanffy,  $b$  es el exponente de la relación longitud-peso, y  $Z_{opt}$  es la tasa de mortalidad total asociada a la tasa de mortalidad por pesca  $F_{0,1}$ , i.e.  $Z_{opt} = M + F_{0,1}$ , donde  $M$  es la tasa instantánea de mortalidad natural.

La ecuación (1) se obtiene considerando que la tasa de cambio de biomasa es igual a cero, i.e.

$$\frac{dB}{dt} = N_t w_t = 0 \quad (2)$$

donde:  $N_t$  viene dado por la ecuación de sobrevivencia en número y  $w_t$  por el modelo de crecimiento en peso de von Bertalanffy (Csirke, 1980).

Una vez que se cuenta con los parámetros básicos, la talla crítica ( $LH^*$ ) se estima a partir del modelo de von Bertalanffy, reemplazando  $t$  por la estimación de la edad crítica ( $t^*$ ) realizada con la ecuación (1), i.e.

$$LH^* = LH_{\infty} [1 - \exp(-K(t^* - t_0))] \quad (3)$$

## 2.2. PARAMETROS BASICOS

Para aplicar la ecuación (1), es necesario contar con los siguientes datos:

- a) Parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy ( $LH_{\infty}$ ,  $K$  y  $t_0$ );

- b) Tasa instantánea de mortalidad natural (M).
- c) Tasa óptima impuesta de mortalidad por pesca ( $F_{0,1}$ ).
- d) Exponente de la relación longitud-peso (b).

#### 2.2.1. PARAMETROS DE CRECIMIENTO

En el caso del punto (a), se han considerado los parámetros de crecimiento de *T. s. murphyi* comunicados por varios autores en la literatura científica, y que han sido resumidos por Cubillos & Arancibia (1994a,b) y Cubillos et al. (1995). Además, se han considerado los parámetros de crecimiento de informes de proyectos de investigación, así como los determinados en el presente estudio, obteniéndose un total de 22 conjuntos de valores de los parámetros de crecimiento (Tabla 1). Una complementación de la discusión de éstos se presenta en la sección de edad y crecimiento del presente Pre-informe Final.

#### 2.2.2. TASA DE MORTALIDAD NATURAL

La tasa de mortalidad natural (M) es uno de los parámetros más difíciles de estimar para un stock de peces. Sin embargo, existen algunos métodos aproximativos que pueden conducir a una estimación razonable, pero que pueden ser altamente imprecisos. En este estudio, se consideró adecuado estimar M utilizando la ecuación empírica de Pauly (1980), i.e.

$$\log M = -0,0066 - 0,279 \log L_{\infty} + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T \quad (4)$$

donde: M es la tasa de mortalidad natural ( $\text{año}^{-1}$ ),  $L_{\infty}$  (cm) y K ( $\text{año}^{-1}$ ) son los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, correspondientes a la longitud asintótica y

coeficiente de crecimiento respectivamente; y T es la temperatura promedio anual del habitat, supuesta en 16°C.

Tabla 1. Autores que han estudiado el crecimiento en longitud de *T. s. murphyi* en el Pacífico-Sur. Se indica el área cubierta por el estudio y/o de obtención de muestras, y la metodología general. El asterisco destaca los parámetros no comunicados por los autores, pero que han sido estimados por Cubillos et al. (1995) a partir de los datos talla-edad disponibles.

N°	Autor	Area de estudio	Metodología general
1	Kaiser (1973)	Antofagasta-Valparaíso	Otolitos enteros (*) y combinación de métodos
2	Pavez & Saa (1978)	Valparaíso	Otolitos
3	Abramov & Kotlyar (1981)	Perú	Otolitos (*)
4	Aguayo et al. (1981)	Talcahuano	Otolitos
5	Nekrasov (1982)	Aguas oceánicas	Escamas (*)
6	Shevchuk & Chur (1984)	8°S-50°S	Otolitos (*)
7	Castillo & Arrizaga (1987)	Talcahuano	Otolitos
8	Nekrasov (1987)	Aguas oceánicas	Escamas (*)
9	Nosov et al. (1989)	Aguas oceánicas	Escamas (*)
10	Kochkin (1994)	Aguas oceánicas	Otolitos
11	Alegría et al. (1995)	Arica-Antofagasta	Otolitos, densidad de incrementos diarios
12	Alegría et al. (1995)	Arica-Antofagasta	Otolitos enteros
13	Alegría et al. (1995)	Arica-Antofagasta	Otolitos, cortes
14	Cubillos et al. (1995)	20°S-50°S hasta 105°W	Análisis de progresión modal.
15	Este estudio	Talcahuano	Otolitos enteros, edad actual.
16	Este estudio	Talcahuano	Otolitos, cortes edad actual.
17	Este estudio	Talcahuano	Otolitos enteros, edad retrocalculada.
18	Este estudio	Talcahuano	Otolitos, cortes, edad retrocalculada
19	Araya et al. (1993)	Talcahuano	Otolitos, densidad de incrementos diarios Parámetros ajustados sin restricción
20	Araya et al. (1993)	Talcahuano	Otolitos, densidad de incrementos diarios Loofijo ( $L_{oo} = L_{máx} / 0,95$ )
21	Araya et al. (1993)	Talcahuano	Otolitos, densidad de incrementos diarios L <sub>Hoo</sub> fijo (Wetherall)
22	Shcherbithch (1991)	?	Otolitos. (*)

Las razones para utilizar la Ecuación (4) de Pauly (1980), se deben a los varios conjuntos de los parámetros de crecimiento en longitud con los que se cuenta para *T. s. murphyi*, cada uno de los cuales sugiere una distinta dinámica de crecimiento, siendo algunos similares, aunque otros totalmente disímiles. Dada la incertidumbre de qué conjunto de parámetros de crecimiento son los correctos para *T. s. murphyi*; esto es, cuáles describen mejor el crecimiento del stock en estudio, se realizó estimaciones independientes de la tasa de mortalidad natural, cada una de las cuales será función de los respectivos parámetros de crecimiento subyacentes (ver Ecuación 4). De este modo, cada una de las estimaciones de talla crítica será independiente de otras y estarán asociadas a uno de los conjuntos de parámetros que reflejan la historia de vida de *T. s. murphyi*, algunos más "cercaños" y otros más alejados de su verdadera historia de vida.

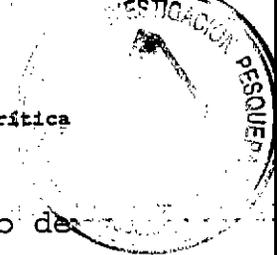
Pauly (1980) derivó la Ecuación (4) utilizando valores de Loo en base a longitud total (cm), los valores de LHoo (longitud horquilla asintótica) de *T. s. murphyi* fueron transformados a longitud total (cm) utilizando la relación dada por Cubillos & Arancibia (1994a,b), i.e.

$$LT = 0,5 + 1,091LH \quad (5)$$

donde LT es la longitud total (cm) y LH la longitud horquilla (cm). (n=175;  $r^2 = 0,950$ ).

### 2.2.3. TASA OPTIMA DE MORTALIDAD POR PESCA

La tasa óptima de mortalidad por pesca se asumirá similar a la estrategia de mortalidad por pesca  $F_{0,1}$ , que corresponde a un



de la parte del nivel de mortalidad del 10% de la pendiente en un gráfico de rendimiento por recluta (gr/recluta) versus tasa de mortalidad por pesca ( $F$ , año<sup>-1</sup>).

El análisis de rendimiento por recluta ( $Y/R$ ) se basa en el modelo de Beverton & Holt (1957), cuya expresión, según Gulland (1969), puede escribirse como:

$$Y/R = FW^{\infty} \exp(-M(t_c - t_r)) \left[ \frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+K} + \frac{3S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K} \right] \quad (6)$$

donde:  $F$  es la tasa de mortalidad por pesca (año<sup>-1</sup>),  $M$  es la tasa de mortalidad natural (año<sup>-1</sup>),  $W^{\infty}$  es el peso asintótico (gr),  $t_c$  es la edad de primera captura (año),  $t_r$  es la edad de reclutamiento (año),  $Z$  es la tasa de mortalidad total ( $= F + M$ ),  $K$  es el coeficiente de crecimiento (año<sup>-1</sup>), y  $S$  viene dado por

$$S = \exp[-K(t_c - t_0)] \quad (7)$$

donde:  $t_0$  es uno de los parámetros de crecimiento, correspondiente a la edad teórica (años) a la cual la longitud del pez es cero, y los demás ya han sido definidos previamente.

Para aplicar la ecuación (6), se consideró siempre una edad de reclutamiento ( $t_r$ ) de 2 años y una longitud de primera captura ( $t_c$ ) de 35 cm LH (Arancibia et al., 1995), utilizándose el programa computacional LFSAS (Length-based Fish Stock Assessment Software) de Sparre (1987).

## 2.2.4.0. EXPONENTE DE LA RELACION LONGITUD PESO

Los parámetros de la relación longitud-peso de *T. s. murphyi* han sido estimados mensualmente en este estudio. Para los propósitos de esta sección, se consideró el promedio de los valores mensuales.

En el caso del exponente "b", el promedio generó un valor de 2,827 (n=12; d.s.=0,156) con límites de confianza en el intervalo [2,728;2,926]. Para la constante "a" se tomó el promedio de los valores log-transformados, obteniéndose  $\log(a) = -1,6745$  (n=12; d.s.=0,250), cuyo valor re-transformado es 0,021 gr/cm<sup>3</sup>.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

La estimación de la talla crítica, así como resultados intermedios de estimación de otros parámetros, se presentan en la Tabla 2.

Las estimaciones de talla crítica, dependiendo de los parámetros seleccionados, presenta un rango de valores entre 14,5 y 48,4 cm LH, con un promedio de 29,0 cm LH y límites de confianza al 95% entre 25,4 y 32,6 cm LH (c.v.=28%).

Cada estimación de talla crítica en la Tabla 2, se considera independiente y asociada a cada conjunto de parámetros de crecimiento subyacente. Sin embargo, al correlacionar las estimaciones de talla crítica en función de algunos paráme-

Es preciso apreciar que la talla crítica es una función inversamente proporcional a la tasa de mortalidad (Figura 1), lo que indirectamente indica que a mayores tasas de mortalidad la talla crítica debería ser cada vez menor. En función del coeficiente de crecimiento (K), la relación es más dispersa (Figura 2); sin embargo, con la longitud asintótica se observa una relación directamente proporcional (Figura 3), así como con la longitud a la edad de reclutamiento considerada (2 años; Figura 4). Esta relación con el tamaño se torna inversamente proporcional en función de la edad de primera captura (Figura 5), que se estimó considerando una longitud de primera captura de 35 cm LH.

Tabla 2. Estimación de la edad ( $t^*$ ) y talla (LH\*) crítica en *T. s. murphyi*, considerando los parámetros asociados al crecimiento corporal, basado en antecedentes aportados por varios autores (ver Tabla 1, para referencias).

Código autor	$L_{\infty}$ (LH, cm)	$L_{\infty}$ (LT, cm)	K (año <sup>-1</sup> )	$t_0$ (año <sup>-1</sup> )	$L_{cr}$ (año)	$t_c$ (año)	M (año <sup>-1</sup> )	$F_{0.1}$ (año <sup>-1</sup> )	$Z_{opt}$ (año <sup>-1</sup> )	b	$t^*$ (año)	LH* (cm)
1	84,5	92,7	0,141	-0,582	25,8	3,21	0,28	0,226	0,505	2,827	3,5	37,3
2	106,3	116,5	0,109	-0,877	28,6	2,78	0,22	0,147	0,368	2,827	4,7	48,4
3	72,5	79,6	0,094	-2,687	25,8	4,33	0,22	0,216	0,439	2,827	2,3	27,3
4	44,3	48,8	0,181	-0,756	17,4	7,87	0,39	0,661	1,054	2,827	1,4	14,5
5	74,3	81,6	0,086	-2,676	24,6	4,73	0,21	0,203	0,412	2,827	2,7	27,6
6	90,4	99,1	0,115	-1,043	26,7	3,21	0,24	0,184	0,424	2,827	3,9	39,3
7	65,3	71,7	0,074	-2,410	18,2	7,97	0,20	0,230	0,426	2,827	3,0	21,5
8	96,0	105,2	0,060	-2,617	23,2	4,94	0,15	0,113	0,267	2,827	5,6	37,3
9	77,8	85,4	0,077	-1,613	18,9	6,15	0,19	0,175	0,367	2,827	4,4	29,0
10	74,2	81,5	0,111	-0,809	19,9	4,94	0,25	0,236	0,483	2,827	3,7	29,2
11	78,5	86,1	0,154	-0,098	21,7	3,74	0,30	0,259	0,561	2,827	3,6	34,3
12	53,5	58,9	0,111	-1,797	18,4	7,77	0,27	0,378	0,649	2,827	1,8	17,4
13	46,4	51,1	0,184	-0,945	19,4	6,68	0,39	0,625	1,017	2,827	1,3	15,7
14	75,3	82,7	0,144	-0,170	20,2	4,17	0,29	0,263	0,555	2,827	3,7	31,9
15	79,9	87,6	0,068	-2,369	20,5	6,11	0,18	0,165	0,341	2,827	4,2	28,8
16	70,7	77,7	0,088	-2,107	21,5	5,66	0,22	0,226	0,441	2,827	3,0	25,5
17	70,8	77,7	0,094	-0,896	16,9	6,36	0,22	0,221	0,446	2,827	4,1	26,4
18	63,0	69,3	0,119	-1,113	19,5	5,70	0,27	0,307	0,578	2,827	2,7	23,2
19	59,0	64,9	0,250	0,309	20,3	3,91	0,45	0,522	0,970	2,827	2,5	24,9
20	73,7	80,9	0,161	0,086	19,5	4,09	0,32	0,296	0,612	2,827	3,5	31,4
21	68,1	74,8	0,187	0,168	19,8	4,03	0,36	0,360	0,716	2,827	3,1	28,9
22	91,2	100,0	0,091	-1,563	25,3	3,76	0,21	0,163	0,368	2,827	4,3	37,5
Prom. =	73,4	80,6	0,123	-1,208	21,5	5,10	0,26	0,281	0,545	2,827	3,3	29,0
Máx. =	106,3	116,5	0,250	0,309	28,6	7,97	0,45	0,661	1,054	2,827	5,6	48,4
Mín. =	44,3	48,8	0,060	-2,687	16,9	2,78	0,15	0,113	0,267	2,827	1,3	14,5
d.s. =	15,13	16,51	0,05	0,97	3,30	1,56	0,08	0,15	0,22	0,00	1,07	8,13
c.v. =	20,61	20,48	38,91	-80,44	15,38	30,68	29,15	52,55	40,12	0,00	32,17	28,06
L.S. =	80,2	87,9	0,144	-0,777	22,92	5,79	0,30	0,346	0,64	2,827	3,8	32,9
L.I. =	66,7	73,3	0,102	-1,638	19,99	4,40	0,23	0,215	0,45	2,827	2,8	25,4

No obstante lo anterior, es evidente que en la literatura han sido comunicados parámetros de crecimiento que no dan cuenta de la "verdadera" historia de vida de *T. s. murphyi*, razón por la cual sólo algunos de ellos deben ser seleccionados o considerados como más adecuados. En la selección de parámetros se debe tener en cuenta dos criterios: (a) selección por precisión y (b) selección por exactitud. En otras palabras, un parámetro debe ser exacto y preciso, pero puede ocurrir que un parámetro sea precisamente estimado pero no es exacto, o bien puede ser muy exacto pero es poco preciso, prefiriéndose este último porque tendría menor sesgo, estando con un riesgo asociado a desviaciones aleatorias que pueden compensarse en un horizonte de tiempo dado.

Los parámetros de crecimiento presentan gran variabilidad, particularmente  $t_0$  (c.v.=80%) y  $K$  (c.v.=40%). La longitud asintótica ( $LH_{\infty}$ ) comunicada para *T. s. murphyi* presenta un rango entre 44,3 y 106,3 cm LH. Sin embargo los límites de confianza sugieren que al nivel de 95% de confianza,  $LH_{\infty}$  debería presentarse en un estrecho rango, entre 66,7 y 80,2 cm LH. Con este criterio se puede seleccionar luego los "mejores" parámetros de crecimiento. Un criterio similar se puede utilizar para el coeficiente de crecimiento  $K$ , cuyos límites de confianza, al 95%, son [0,102;0,144]. Como consecuencia de lo anterior, los parámetros de crecimiento  $K$  y  $LH_{\infty}$  que se presentan simultáneamente en los intervalos de confianza de cada parámetro, son sólo 2 y corresponden a los de Kochkin (1994) y Cubillos et al. (1995) (Código 10 y 14 en la Tabla 2).

El criterio de selección anterior se basa en una selección por precisión del promedio de un conjunto de parámetros estimados independientemente. Sin embargo, también se puede establecer un criterio de selección por exactitud o sesgo. Para ello, se puede considerar que las longitudes máximas

registradas para *T. s. murphyi* han sido cercanas a los 70 cm LH (Abramov & Kotlyar, 1980). Sin embargo, actualmente en las capturas de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur, aparecen regularmente sólo ejemplares de hasta 57 cm LH. En consecuencia, parámetros de crecimiento con  $L_{\infty} \leq 57$  cm no estarían reflejando el crecimiento del stock. De este modo, 3 conjuntos de parámetros de crecimiento, con  $L_{\infty} \leq 57$  cm, no serían exactos para el stock de *T. s. murphyi*, correspondiendo a los de Aguayo et al. (1981) (Código 4), Alegría et al. (1995) (Código 12 y 13).

La tasa de mortalidad natural (M) estimada para *T. s. murphyi* con la ecuación de Pauly (1980), fluctúa entre  $0,15 \text{ año}^{-1}$  y  $0,45 \text{ año}^{-1}$  (Tabla 2), dependiendo de los parámetros de crecimiento utilizados para una temperatura promedio del habitat supuesta en  $16^{\circ}\text{C}$ . Este valor promedio anual de la temperatura del habitat de *T. s. murphyi* se considera adecuada toda vez que esta especie presenta una amplia distribución geográfica y batimétrica en el Pacífico suroriental. Por otra parte, la temperatura promedio no conduce a desviaciones muy importantes en el valor de M, ya que una disminución de  $16^{\circ}\text{C}$  a  $12^{\circ}\text{C}$  sólo genera un error porcentual absoluto cercano al 10%. A su vez, en la estimación de M con la ecuación de Pauly (1980), el coeficiente de crecimiento K es el que mayor influencia ejerce sobre el estimado, seguido de la longitud asintótica. Así, valores altos de K y bajos de  $L_{\infty}$  conducirán a una mayor tasa de mortalidad natural, como ocurre con los parámetros de crecimiento informados por Aguayo et al. (1981) y Araya et al. (1993) (Códigos 4 y 19 en la Tabla 2, respectivamente). Por el contrario, los parámetros informados por Nekrasov (1987) (Código 8), Nosov et al. (1989) (Código 9), el de este Pre-informe Final (Otolitos enteros, edad actual), generan tasas de mortalidad menores de  $0,2 \text{ año}^{-1}$ .

Las estimaciones de  $M$ , asociadas a la ecuación de Pauly (1980), están más relacionadas con tasas de mortalidad debidas a longevidad más bien que a predación u otras causas o eventos que ocurren en las edades más jóvenes del ciclo de vida. En otras palabras, el valor de la tasa de mortalidad natural asociado a la longevidad correspondería a un promedio (sin ponderar) de la duración completa del ciclo de vida, desde la edad "0" hasta la edad máxima ( $t_{m\acute{a}x}$ ), la que puede aproximarse por (Taylor, 1958; Pauly, 1980)

$$t_{m\acute{a}x} = t_0 + 3/K \quad (8)$$

donde  $t_0$  y  $K$  son parámetros del modelo de von Bertalanffy. En el contexto de la ecuación (8), y considerando los resultados informados por varios autores (Tablas 1 y 2), la longevidad de *T. s. murphyi* fluctuaría entre 12,3 años y 47,4 años con un promedio de 26,7 años ( $n=22$ ; d.s.=9,18), dependiendo de los parámetros de crecimiento en longitud que se consideren. Tan amplio rango de  $t_{m\acute{a}x}$  se debería a la inconsistencia de algunos parámetros de crecimiento.

En las capturas de la flota industrial de cerco de la zona centro-sur de Chile, la longitud máxima de *T. s. murphyi* que aparece comunmente es de 57 cm LH, correspondiendo a una edad promedio de 12,8 años, cuando se considera 19 conjuntos de parámetros de crecimiento (3 quedan indeterminados porque  $L_{\infty} < 57$  cm LH, Tabla 2). En consecuencia, para que la tasa de mortalidad natural ( $M$ ) explique al menos 1% de sobrevivientes a una edad intermedia entre la longevidad y la edad más vieja en las capturas, i.e.

$$M = -\ln(0,001)/t_i$$

donde:  $t_i$  es una edad intermedia entre la edad de longevidad promedio ( $t_{m\acute{a}x}=26,7$  años) y la edad máxima promedio en las capturas ( $t_m=12,8$  años), i.e.  $t_i = (t_{m\acute{a}x}+t_m)/2$ , la tasa de mortalidad natural alcanzaría un valor de  $0,35 \text{ año}^{-1}$ , más alta que el promedio de los  $M$  obtenidos por la ecuación de Pauly (1980). De este modo, la tasa de mortalidad natural para *T. s. murphyi*, estimada con la ecuación de Pauly (1980), sólo reflejaría la mortalidad relacionada con la duración del ciclo de vida y no con otras causas como la predación que podría llevar a una disminución importante del número de ejemplares en las edades más jóvenes, incrementando la tasa de mortalidad.

La discusión anterior se debe tener en cuenta toda vez que la estimación de la talla crítica varía en forma inversa con la tasa de mortalidad, sea esta natural, por pesca o total (Figura 1). Además, la tasa de mortalidad natural tiene una influencia en el análisis de rendimiento por recluta y por lo tanto en la estimación de  $F_{0,1}$ .

Si se considera un valor de compromiso para la talla crítica asociada sólo a un conjunto de parámetros de crecimiento y mortalidad, las estimaciones asociadas a los estudios de Kochkin (1994) y Cubillos et al. (1995) podrían considerarse como apropiados para la dinámica de *T. s. murphyi*, toda vez que casi todos los parámetros derivados a partir de éstos estudios de crecimiento se encuentran dentro de los límites asociados al 95% de confianza, representando tal vez con exactitud la "historia" de vida de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile.

#### 4. CONCLUSIONES

La talla crítica promedio estimada para *T. s. murphyi*, considerando 22 conjuntos de parámetros que reflejan la historia de vida y de explotación de *T. s. murphyi* en forma independiente entre sí, alcanza a 29 cm LH con un coeficiente de variación de 28%.

Los parámetros de crecimiento informados por Kochkin (1994) y Cubillos et al. (1995), podrían reflejar con exactitud la verdadera historia de vida de *T. s. murphyi*, razón por la que las estimaciones de tallas críticas asociadas podrían considerarse como valores de compromiso.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abramov, A. A. y A. N. Kotlyar. 1981. Some biological features of the Peruvian jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*. J. Ichthyol. 20(1):25-31.
- Aguayo, A., Estay y V. Ojeda. 1981. Determinación de edad y crecimiento de jurel (*Trachurus murphyi*) en las zonas de Arica-Coquimbo y Talcahuano. Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 88 p.
- Alegría, V., J. Oliva, H. Robotham, H. Miranda, G. Böhm, L. Caballero, D. Bore, U. Parker, V. Baros, S. Peña, G. Claramunt, G. Herrera, C. Padilla, P. Pizarro, M. Medina, H. Arancibia, M. Araya, L. Cubillos, R. Gili, D. Garland, H. Hidalgo & M. Oliva. 1995. Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona norte (Regiones I y II). Informe Final Fondo de Investigación Pesquera. Instituto de Fomento pesquero. 221 pp. + Tablas y Figuras.
- Arancibia, H., L. Cubillos, L. Vilugrón, & D. Arcos. 1995. Evaluación del stock de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) entre 1978 y 1994, con énfasis en la pesquería de la zona centro-sur de Chile. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, 4(1):1-38 + figs.
- Araya, M., M. Medina & H. Arancibia. 1993a. Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* de la zona centro-sur de Chile mediante el método de lectura de los microincrementos diarios de los otolitos y confección de claves talla/edad. Informe final. Ejecutado por el Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat. Financiado por el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región. 40 p. + 24 figs. + 15 tablas.
- Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest., series II, Vol. 19, 533 pp.
- Castillo, G. & A. Arrizaga. 1987. Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols 1929) en aguas de Chile central. Biología Pesquera 16:19-33.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc. Téc. Pesca (192):82 p.
- Cubillos, L. & H. Arancibia. 1994a. Comparative growth performance of jack mackerel of the genus *Trachurus*, with emphasis on *T. symmetricus murphyi* in Chile. NAGA, the ICLARM Quarterly, April 1994, p. 32-35.

Cubillos, L. & H. Arancibia. 1994b. Comparative growth performance of horse mackerel of the genus *Trachurus*, with emphasis on *T. symmetricus murphyi* in Chile. *Scientia Marina* (en prensa).

Cubillos, L., H. Arancibia, A.S. Grechina & R. Alarcón. 1995. Crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols), del Pacífico Suroriental mediante análisis de regresión modal. *Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP)*, Talcahuano, Vol. 4 Núm. 4, 22 p.

Gulland, J.A. 1969. *Manual of Methods for Fish Stock Assessment Part I. Fish population analysis.* *FAO MAN. Fish. Sci.*, 4:154 p.

Kaiser, C.E. 1973. Age and growth of the horse mackerel *Trachurus murphyi* off Chile. *Trans. Am. Fish. Society*, 102 (3): 591-595.

Kochkin, P. N. 1994. Age determination and estimate of growth rate for the Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. *J. of Ichthyology* 34(3):39-50.

Nekrasov, V. V. 1982. Distribución, biología y posibilidades de pesca del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el Pacífico Sureste. Informe Interno del Instituto de Investigaciones Científicas Pesqueras y Oceanográficas de Rusia (VNIRO):1-43 (En ruso).

Nekrasov, V. V. 1987. Edad y ritmo de crecimiento. En: "Recopilación: Biología y pesca del jurel peruano", Moscú, VNIRO, p. 44-46 (En ruso).

Nosov, E. V., N. P. Markina, P. V. Kalchugin, V. A. Esin, E. L. Shukova y M. B. Pogiba. 1989. Métodos de evaluación de la dinámica del stock de generaciones, determinación de edad y ritmos de crecimiento del jurel peruano (*Trachurus symmetricus murphyi*). Informe Interno del Instituto de Investigaciones Pesqueras y Oceanográficas del Océano Pacífico de Vladivostok (TINRO):3-63. (En ruso).

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons., Cons. int. Explor. Mer*, 39(3):175-192.

Pauly, D. 1984. *Fish population dynamical and tropical waters: A manual for use with programmable calculators.* International Center for living aquatic resources management. Manila, Philippines. 323 p.

Pávez, P. y E. Saat. 1978. Determinación de edad y crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* Nichols, 1920. Invest. Mar. 6(6):89-100.

Sparre, P. 1987. Computer programs for fish stock assessment. Length-based fish stock assessment for Apple II computers. FAO Fish Tech. Pap., (101) Suppl. 2:218 p.

Shcherbitch, L.V. 1991. Fishery-ecological researches in the South Pacific Ocean. Trudy AtlantNIRO: 35-53. (en ruso).

Shevshuk, L. V. y V. N. Chur. 1984. Métodos de determinación de edad del jurel *Trachurus murphyi* en el Pacífico Sureste. Estudios Pesqueros en las áreas abiertas de los océanos del mundo. Informe Interno del Instituto de Investigaciones Científicas Pesqueras y Oceanográficas de Moscú (VNIRO):97-104. (En ruso).

Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. J. Cons. Int. Explor. Mer., 23(3): 366-370.

ANEXO FIGURAS

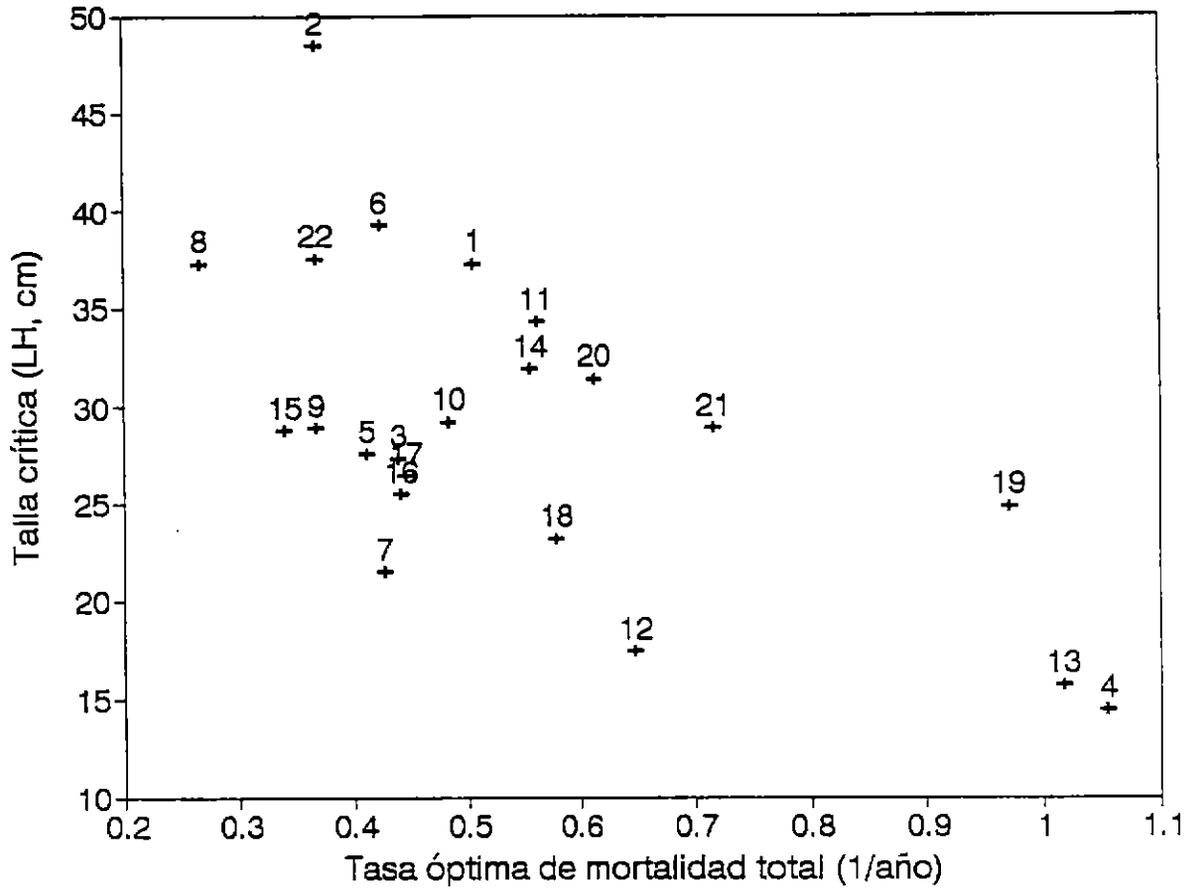


Figura 1. Relación entre la talla crítica y la tasa de mortalidad total óptima en *T. s. murphyi*.

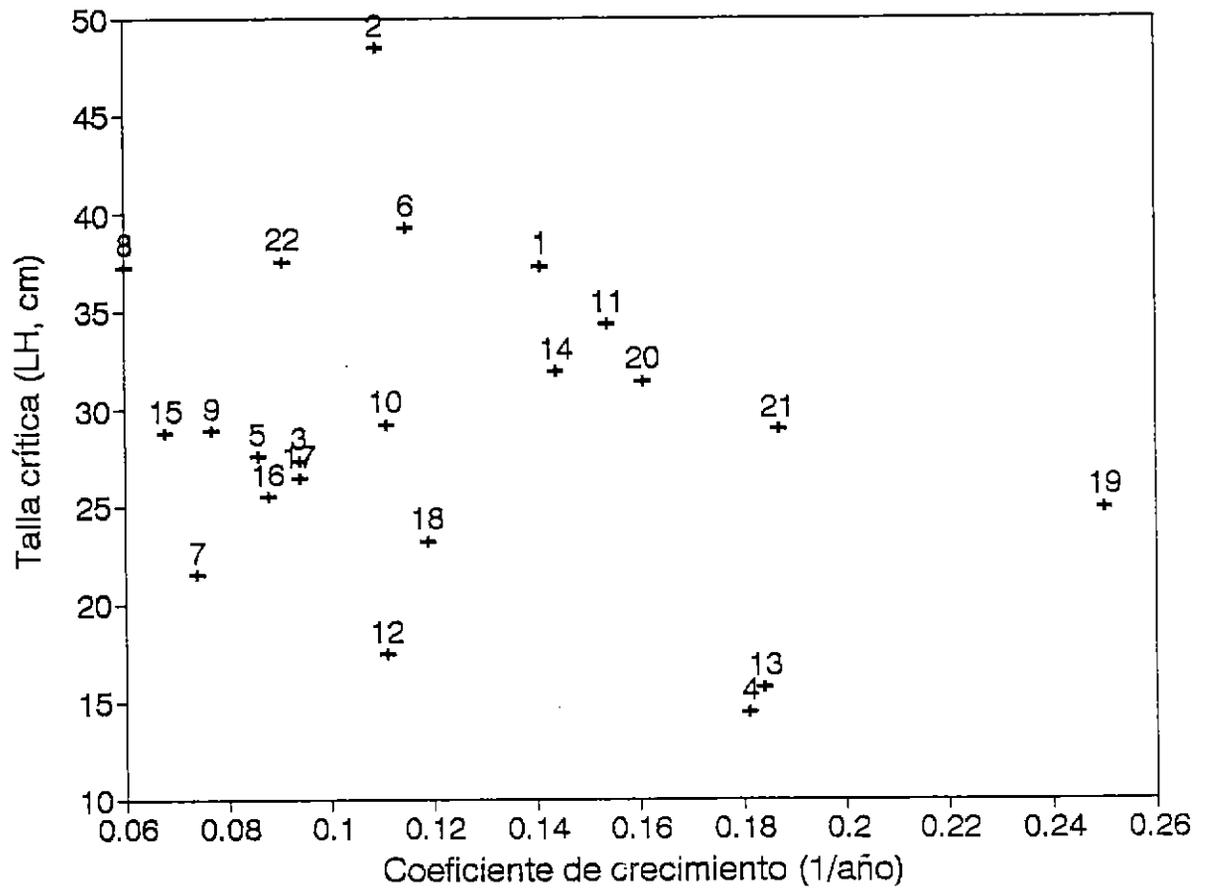


Figura 2. Relación entre la talla crítica y el coeficiente de crecimiento en *T. s. murphyi*.

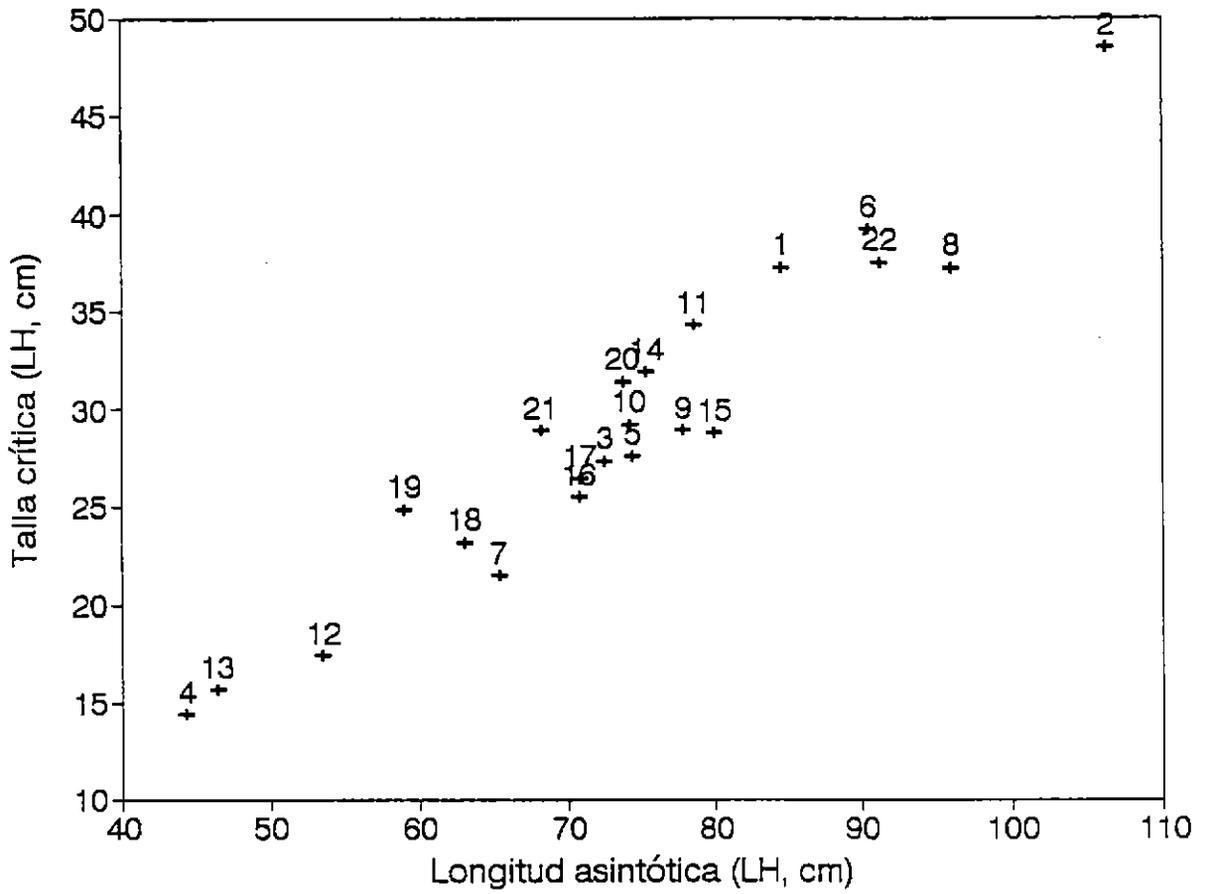


Figura 3. Relación entre la talla crítica y la longitud horquilla asintótica en *T. s. murphyi*.

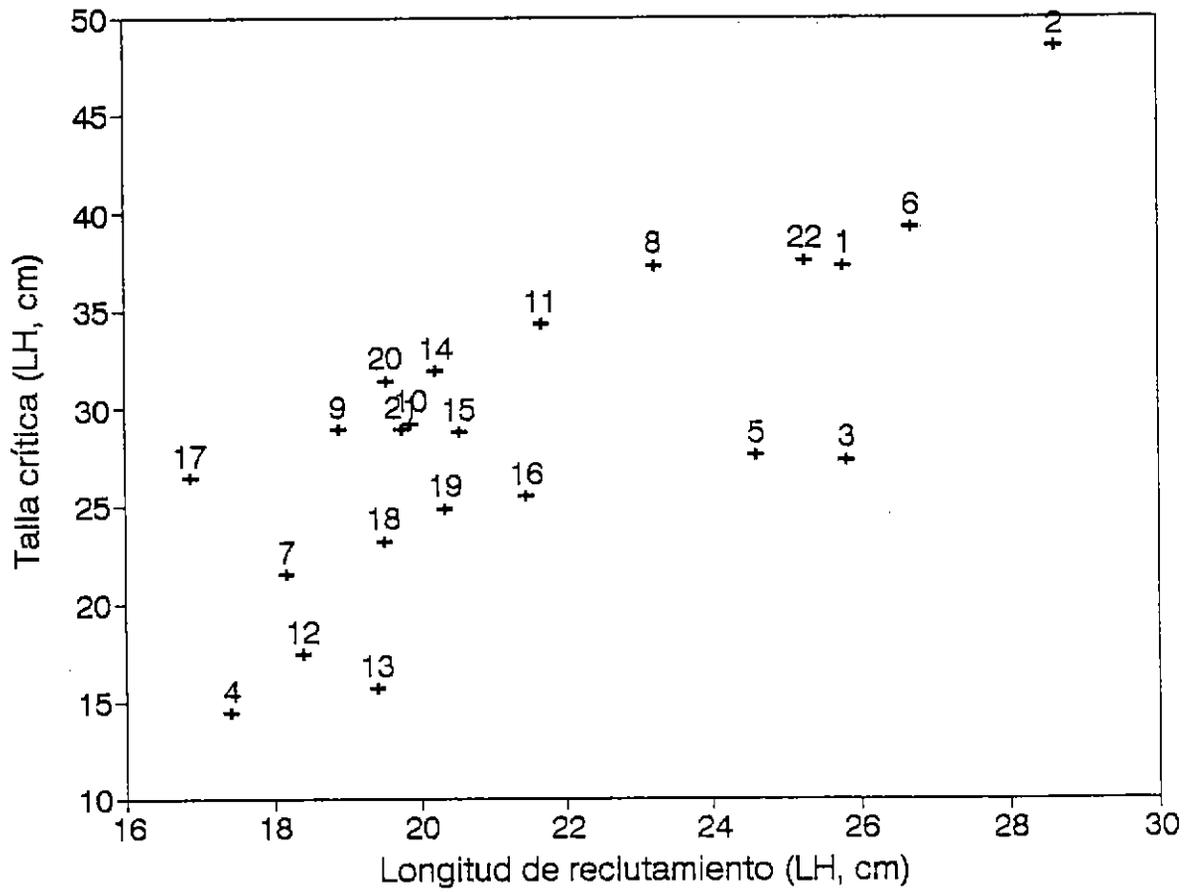


Figura 4. Relación entre la talla crítica y la longitud de reclutamiento a la edad de 2 años en *T. s. murphyi*.

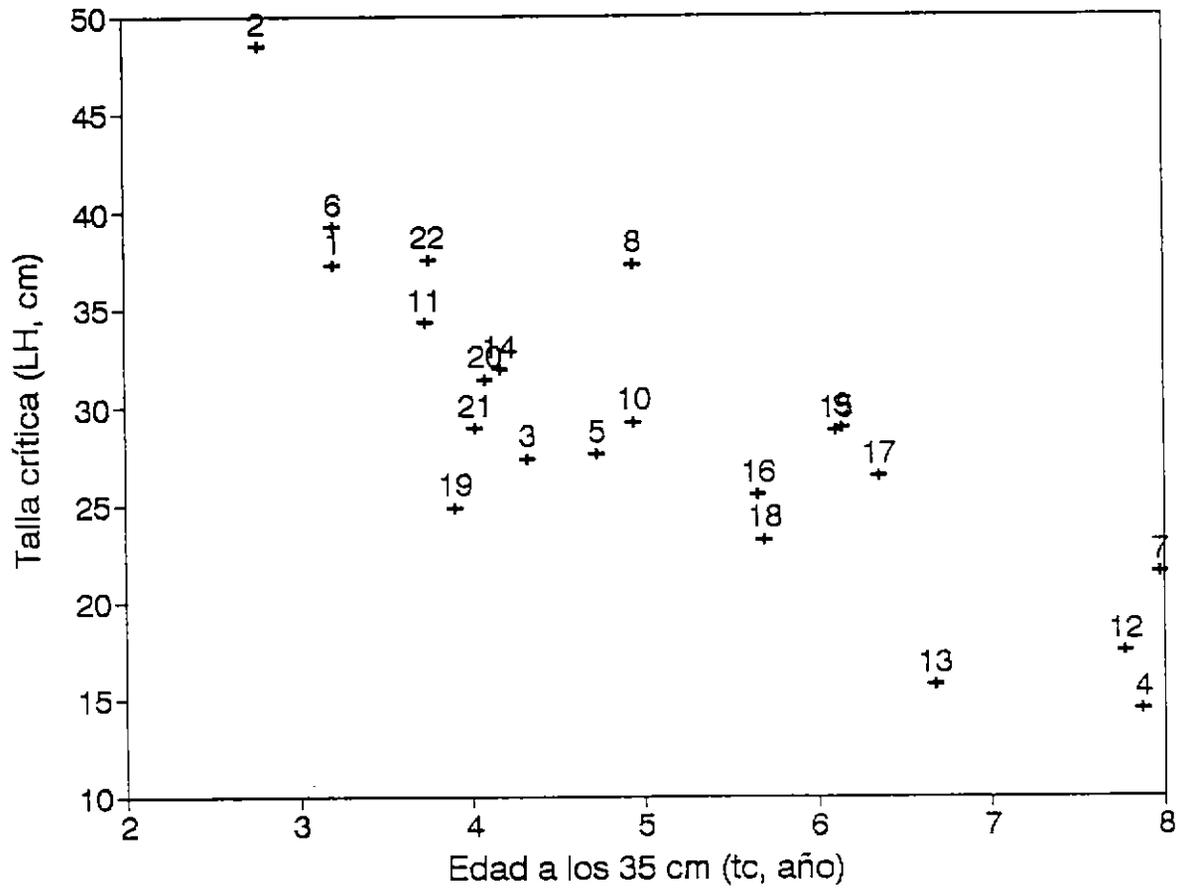


Figura 5. Relación entre la talla crítica y la edad de primera captura a la longitud de 35 cm LH en *T. s. murphyi*.

## CAPITULO 4

Determinación de la dinámica reproductiva  
del recurso jurel.

## RESUMEN EJECUTIVO

Se analiza la dinámica reproductiva del jurel en la zona centro-sur, con muestras obtenidas a bordo de embarcaciones industriales de cerco de la Octava Región, desde junio de 1994 hasta junio de 1995. Con la longitud horquilla, peso eviscerado y peso de los ovarios se obtuvo la distribución de tallas de los ejemplares analizados y un índice gonadosomático promedio (IGS) para cada muestra. Además, se determinó la proporción del tipo de tejido ovárico mediante cortes histológicos de ovarios de jurel. Se estimó la fecundidad parcial, contabilizando los ovocitos de la moda más avanzada presentes en gónadas que se encontraban en vitelogénesis terminal, pero sin evidencias de desove reciente.

Se observó alta variabilidad intermuestral en la composición de tamaños de los ejemplares analizados. Se determinó que el número mínimo de puntos a cuantificar en cortes histológicos es 200, tanto en tejidos ováricos de hembras en estado inmaduro como en hembras maduras. Además, se determinó que no existían diferencias significativas en la proporción de elementos gonádicos presentes en las regiones anterior, media y posterior del ovario.

En base al análisis del índice gonadosomático y del índice gamético, se concluye que hubo maduración gonádica y gamética en el período de estudio, con un máximo entre noviembre de 1994 y enero de 1995, inclusive, sin embargo, sólo se obtuvo una hembra con ovocitos hidratados y ninguna con folículos postovulatorios. Se observó un aumento de la proporción de las atresias durante el período de máxima actividad gonádica, lo que se interpreta como una perturbación del desarrollo normal de los gametos.

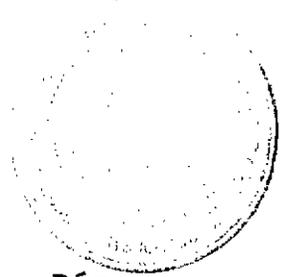
La fecundidad parcial promedio fue de 232.054 huevos por hembra (rango: 42.785-582.968). La fecundidad relativa promedio fue de 284 huevos por gramo de hembra (rango: 54-686). La fecundidad ( $F_p$ ) se ajusta mejor a la siguiente relación potencial:

$$F_p = 12,85 * 10^{-4} * LH^{2,0550} \quad (P < 0,005)$$

donde LH es la longitud horquilla.

La determinación de la talla de madurez sexual se debe realizar en el máximo del período reproductivo y requiere como dato fundamental la identificación del estado de madurez de las hembras. Sin embargo, se encontró solamente hembras en condición madura. Además, las tallas pequeñas estuvieron prácticamente ausentes en el desembarque en tal período, debido a la emigración reproductiva estacional hacia aguas oceánicas, fuera de la Zona Económica Exclusiva de Chile central. En consecuencia, en este estudio no fue posible determinar la talla de madurez sexual en las hembras de jurel.

TABLA DE CONTENIDOS



CONTENIDO	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....	ii
LISTADO DE FIGURAS .....	iv
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
3. RESULTADOS .....	9
4. DISCUSION Y CONCLUSIONES .....	18
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	25
ANEXO FIGURAS .....	27

## LEYENDAS DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Fechas de muestreos de hembras de jurel, fecha, hora, ubicación geográfica, embarcación y número de ejemplares colectados. S.M.(1): sin muestra por barco en reparación. S.M.(2): sin muestra debido a que no se pescó jurel. S.M.(3): sin muestra por no existir disponibilidad en los barcos. (A): primera semana; (B): segunda semana; (C): tercera semana; (D): cuarta semana.
- Tabla 2. Prueba de hipótesis de maduración uniforme entre diferentes sectores del ovario de hembras de jurel. Junio de 1994.
- Tabla 3. Índice gonadosomático (IGS) e índice gamético (IG) promedio mensual y semanal, para los ejemplares analizados (n), con sus respectivas varianzas. N.S.C.= no se calculó; S.M.= sin muestra. Junio de 1994 a junio de 1995.
- Tabla 4. Proporción promedio mensual y semanal de las diferentes estructuras gonádicas analizadas, con sus respectivas varianzas entre paréntesis. P.VIT.: células previtelogénicas. TEJ.: tejido conjuntivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT. I: ovocitos vitelogénicos. VIT. II: ovocitos vitelogénicos avanzados. ATR.: atresias e HIDR.: ovocitos hidratados. Junio de 1994 a junio de 1995.
- Tabla 5. Proporción promedio e intervalo de confianza (99%), de estructuras gaméticas presentes en los diferentes estados de madurez macroscópicos para hembras de jurel de la Octava Región. n.: número de ejemplares; OVOG.: ovogonias; P.VIT.: ovocitos previtelogénicos; ; VIT I.: ovocitos vitelogénicos I; VIT II.: ovocitos vitelogénicos II; HIDR.: ovocitos hidratados; ATR.: atresias; IG.: índice gamético promedio. Junio 1994 a Junio 1995.
- Tabla 6. Longitud de horquilla (LH), peso de la gónada ( $P_g$ ), diámetro máximo de los ovocitos de la última moda  $DM_o$ , fecundidad parcial ( $F_p$ ) y fecundidad relativa ( $F_r$ ), de hembras de jurel. Octava Región, octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.
- Tabla 7. Temperatura superficial asociada a las zonas de pesca de jurel donde se obtuvieron las muestras analizadas en el presente estudio, con su respectiva fecha y ubicación geográfica.

Tabla 8. Fecundidad parcial, fecundidad relativa y sus respectivos rangos, para hembras de jurel capturadas por la flota cerquera de la Octava Región (1) (Este trabajo), en las costas frente a Perú (2) (Dioses et al, 1989) y en el Pacífico suroriental (3) (Adrianov, 1994).

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Junio de 1994.
- Figura 2. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Julio de 1994.
- Figura 3. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Septiembre de 1994.
- Figura 4. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Octubre de 1994.
- Figura 5. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Noviembre de 1994.
- Figura 6. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Diciembre de 1994.
- Figura 7. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Enero de 1995.
- Figura 8. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Marzo de 1995.
- Figura 9. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Abril de 1995.
- Figura 10. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Mayo de 1995.
- Figura 11. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Junio de 1995.
- Figura 12.1. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 1, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos

previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido.

Figura 12.2. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 2, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido.

Figura 12.3. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 4, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos y ATR.: atresias.

Figura 12.4. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 6, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido.

Figura 13.1. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 2, sector medio. Noviembre (C) de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos.

Figura 13.2. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 3, sector medio. Noviembre (C) de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos y ATR.: atresias.

Figura 13.3. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 5, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos. ATR.: atresias.

Figura 13.4. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 25,

Figura 13. Variación temporal del índice gonadosomático (IGS) e índice gamético (IG) promedio (ovocitos vitelogénicos I, II e hidratados), de gónadas de hembras de jurel. Junio de 1994 a junio de 1995.

Figura 14. Variación temporal del promedio de los índices de células previtelogénicas (PREVIT.), células vitelogénicas I (VIT. I) y células vitelogénicas II (VIT. II), de gónadas de hembras de jurel. Junio de 1994 a junio de 1995.

Figura 15. Variación temporal del promedio de los índices de ovocitos hidratados (HIDR.), atresias (ATR.), espacios vacíos (ESP.) y tejido conectivo y germinativo (TEJ.) de gónadas de hembras de jurel. Junio de 1994 a junio de 1995.

Figura 16. Relación entre el peso de la submuestra y el número de ovocitos de la última moda en la submuestra de ovarios de hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

Figura 17. Relación entre el peso de gónada y el diámetro máximo de los ovocitos de la última moda en la submuestra de ovarios de hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

Figura 18. Relación entre la fecundidad parcial y la longitud de horquilla, en hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

Figura 19. Relación entre el índice gonadosomático y el diámetro máximo de los ovocitos de la última moda, en hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

Figura 20. Promedio semanal del índice gonadosomático (IGS) en base al peso total menos el peso de la gónada y al peso eviscerado calculado por INPESCA. Se agrega el tamaño promedio de las hembras de las muestras. Junio de 1994 a junio de 1995.

Figura 21.

## 1. INTRODUCCION

El jurel *Trachurus symmetricus murphyi* se distribuye en una amplia zona del Océano Pacífico Sureste y su desove ocurre en la mayor parte de esta área, desde 01° S hasta 43° S (Gorbunova et al. 1985, fide Serra, 1991), centrándose entre 16° S y 40° S, y al oeste de 60 millas náuticas desde la costa de Sudamérica (Grechina et al., 1994).

Dejnik & Nevinskiy (1994), basándose en estudios de huevos y larvas de jurel en la zona sur del océano abierto del Pacífico Suroriental, señalan que su principal área de desove está limitada por la isoterma de 16,5° C, cuya posición varía anualmente de 37° S a 42° S y de 80° W a 88° W.

El desove de jurel no es homogéneo en el tiempo ni en el espacio. Aparentemente, éste comienza en la zona norte (principios de primavera) y más tarde en la zona sur (fines de primavera), extendiéndose hasta enero del año siguiente. Andrianov (1994) señala que en la zona sur del Pacífico Suroriental los primeros ejemplares de jurel desovados pueden encontrarse en agosto y que el desove máximo ocurre entre diciembre y enero, e incluso en febrero, cuando comienza a declinar, hasta finalizar en marzo o abril, dependiendo de las condiciones hidrográficas del momento.

El jurel es un desovante parcial típico. Dioses et al. (1989) indican que la fecundidad parcial es de 235 huevos por gramo de hembra. Andrianov (1994) señala que, en hembras de jurel con tallas entre 32 y 45 cm de LH, la fecundidad individual por tandas fluctúa entre 26.765 y 187.613 huevos, con un promedio de 60 mil huevos.

En este documento se analiza la dinámica reproductiva del jurel en la zona de estudio, obtenidos mediante muestreos efectuados a bordo de embarcaciones cerqueras industriales de la VIII Región, entre junio de 1994 y junio de 1995; y específicamente del período de desove y la fecundidad por talla, con muestras de hembras capturadas en octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Las muestras fueron obtenidas a bordo de embarcaciones de la flota industrial de cerco de la Octava Región (Tabla 1). A cada hembra se le registró longitud de horquilla (cm) y peso eviscerado, con 10 g de precisión. Luego se extrajo la gónada, la que se pesó en una balanza digital PRECISA modelo 500-2000C con precisión de 0,001 g. Posteriormente, se determinó el índice gonadosomático (IGS) de cada ejemplar de acuerdo a:

$$IGS_i = \frac{PESO DE LA GONADA}{PESO TOTAL EVISCERADO} \times 100 \quad (1)$$

El índice gonadosomático fue promediado para cada muestra, según la siguiente expresión:

$$\overline{IGS} = \frac{\sum_{i=1}^n IGS_i}{n} \quad (2)$$

donde n es el número de ejemplares de la muestra.

Tabla I. Fechas de muestreos de hembras de jurel, hora, localización, embarcación y número de ejemplares colectados. S.M. (1): Sin muestra por barco en reparación. S.M. (2): Sin muestra debido a que no se pescó jurel. S.M. (3): Sin muestra por no existir cupos en los barcos. (A): Primera semana; (B): Segunda semana; (C): Tercera semana; (D): Cuarta semana.

MES	DIA	HORA	UBIC. GEOGRAFICA LATITUD LONGITUD	EMBAR- CACION	N° MUESTRA
JUNIO	24		38°34'S 74°05'W	SUR-MAR I	3
			38°36'S 74°04'W	SUR-MAR I	27
JULIO	27	10:30	34°31'S 73°07'W	SUR-MAR I	25
AGOSTO			S.M. (1)		
SEPTIEMBRE					
(A)	10	02:00	37°26'S 73°50'W	FOX	30
(B)	14	19:50	39°21'S 73°53'W	FOX	20
	15	00:01	39°23'S 73°54'W	FOX	10
(C)	21	23:00	39°03'S 73°52'W	FOX	12
	22	02:00	38°57'S 73°53'W	FOX	18
(D)			S.M. (2)	FOX	
OCTUBRE					
(A)	05	20:00	37°36'S 73°57'W	TUCANO	30
(B)			S.M. (2)	FOX	
(C)	20	22:30	39°23'S 73°54'W	MACK	30
(D)			S.M. (2)	MACK	
NOVIEMBRE					
(A)	09	10:30	39°59'S 73°59'W	MACK	12
	10	03:20	39°17'S 73°45'W	MACK	18
(B)			S.M. (3)		
(C)	19	18:00	39°03'S 73°42'W	MACK	30
(D)	29	09:30	35°29'S 73°29'W	HAKON	30
DICIEMBRE					
(A)			S.M. (3)		
(B)	15	14:00	36°24'S 73°51'W	ALBIMER	30
(C)			S.M. (2)		
(D)			S.M. (3)		
ENERO					
(A)	04	21:20	36°41'S 73°35'W	QUEILEN	30
(B)	13	11:00	36°44'S 73°31'W	HAKON	25
(C)			S.M. (3)		
(D)			S.M. (3)		
FEBRERO			S.M. (3)		
MARZO					
	19	07:05	36°50'S 74°33'W	MACK	30
	30	19:15	36°54'S 74°26'W	SURMAR I	13
		22:00	37°00'S 74°36'W	SURMAR I	17
ABRIL	23	01:00	35°30'S 73°58'W	SURMAR I	30
MAYO	30	01:30	34°05'S 74°00'W	SURMAR I	30
JUNIO	28	06:45	37°09'S 73°45'W	SURMAR I	29

Además, se calculó la varianza del IGS promedio ( $VAR(\overline{IGS})$ ), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VAR(\overline{IGS}) = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (IGS_i - \overline{IGS})^2}{n-1} \quad (3)$$

Se obtuvo muestras de ovarios para histología, submuestreándose un trozo de gónada del sector anterior, medio y posterior del ovario, y luego sólo del sector medio. Estos trozos fueron fijados en formalina para tratamiento histológico, aplicándose la tinción Gallego (Conn, 1960) modificada por M. Delpín (comunicación personal); se incluyó en Histosec, previa inmersión en cloroformo. Para el análisis microscópico de los cortes histológicos se utilizó una placa de integración de 25 puntos, considerándose los siguientes caracteres estructurales:

- a) ovogonias;
- b) ovocitos que no han comenzado la vitelogénesis;
- c) células del tejido conectivo y germinativo;
- d) ovocitos en vitelogénesis (I);
- e) ovocitos en vitelogénesis avanzada (II);
- f) espacios vacíos de tejido;
- g) atresias;
- h) ovocitos hidratados.

Se utilizó los siguientes criterios morfológicos para diferenciar las células gaméticas:

**Ovogonias:** ovocitos de pequeño tamaño, aislados o en grupos a lo largo del epitelio germinativo; tienen forma subsférica y

escaso citoplasma; un núcleo basófilo con cromatina filamentosa.

**Ovocitos Previtelogénicos:** no presentan zona pelúcida; núcleo circular; no se observa gránulos proteicos ni vacuolas lipídicas en el citoplasma.

**Ovocitos en vitelogénesis:** presentan una zona pelúcida rodeada de varios estratos de células foliculares; núcleo más o menos circular; gránulos proteicos y vacuolas lipídicas en abundancia ubicadas en la periferia del citoplasma.

**Ovocitos en vitelogénesis avanzada:** zona pelúcida gruesa y bien teñida, rodeada de un estrato de células foliculares; núcleo festoneado, no teñido; los gránulos proteicos y vacuolas lipídicas son muy abundantes, ocupando todo el citoplasma.

**Ovocitos hidratados:** zona pelúcida bien notoria; no se observa el núcleo, y el vitelo está distribuido homogéneamente en el citoplasma.

**Atresias:** zona pelúcida retraída y fragmentada; se observa desintegración y fragmentación del citoplasma, el que es granuloso. Lo mismo sucede con el núcleo. Hay proliferación de células foliculares en la periferia del ovocito.

Para comprobar la existencia de diferencias significativas en el tejido ovárico entre cortes provenientes de diferentes sectores de la gónada, se utilizó un test de Chi-cuadrado.

El índice gamético por ejemplar ( $IG_i$ ), se calculó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$IG_i = \frac{a_i}{m} \quad (4)$$

Además, el índice gamético promedio ( $\overline{IG}$ ) se calculó según la siguiente expresión:

$$\overline{IG} = \frac{\sum_{i=1}^n IG_i}{n} \quad (5)$$

donde

$IG_i$  = proporción de ovocitos vitelogénicos I y II e hidratados en el i-ésimo individuo analizado;

$a_i$  = número de puntos de impacto sobre ovocitos vitelogénicos maduros y ovocitos hidratados en el total de puntos analizado;

$m$  = total de puntos analizados;

$n$  = total de individuos analizados.

La varianza del índice gamético promedio ( $\overline{IG}$ ) se estimó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$VAR(\overline{IG}) = \frac{1}{n} [1-f] \frac{\sum_{i=1}^n [IG_i - \overline{IG}]^2}{n-1} \quad (6)$$

donde:

$f$  = fracción de muestreo, que es considerado despreciable;

$n$  = número total de individuos analizados;

$IG_i$  e  $\overline{IG}$ , han sido definidos previamente.

Además, cada hembra de jurel fue categorizada según su estado de madurez, utilizando una escala macroscópica ad hoc que se detalla a continuación:

**Estado 0: indeterminado.** No se distingue el sexo; gónadas muy pequeñas, menores de 2 mm de alto, ubicadas inmediatamente sobre el ano, incoloras y traslúcidas.

**Estado I: virginal.** Ovarios pequeños, hasta 15 mm de largo y 4 mm de alto, ubicados inmediatamente sobre el ano, traslúcidos y de color rosado pálido, Los vasos sanguíneos aún no son visibles o están levemente esbozados. Los testículos y ovarios tienen forma muy parecida, aunque es posible distinguirlos ya que, en un corte transversal, los testículos son de sección oblonga y los ovarios de sección circular.

**Estado II: comienzo de maduración de juveniles y reincidentes.** Ovarios grandes, hasta 105 mm de largo y 25 mm de alto, ocupando entre 1/3 y 2/3 de la cavidad abdominal; turgescientes, semiopacos, de color rosado claro intenso, vascularización nítida. No se observa ovocitos.

**Estado III: maduración avanzada.** Ovarios grandes, ocupan entre la mitad y el total de la cavidad abdominal; voluminosos, turgescientes; el color varía entre amarillo anaranjado y amarillo claro. Los ovocitos son visibles. La parte anterior de las gónadas puede alcanzar hasta el nacimiento de las aletas ventrales y los extremos posteriores hasta el séptimo radio de la aleta anal.

**Estado IV: desovando.** Los ovarios ocupan entre las 3/4 partes al total de la cavidad abdominal. En el comienzo del desove se observan hemorragias en los extremos caudales, extendiéndose a todo el ovario en pleno desove. La coloración varía del

amarillo claro. El amarillo naranja al amarillo claro. Los extremos caudales pueden adquirir un aspecto gelatinoso y de color rosado, lo que se debe a la gran cantidad de óvulos maduros traslúcidos.

**Estado V: desovados.** Ovarios reducidos en tamaño, ocupan alrededor de la mitad de la cavidad abdominal, flácidos, hemorrágicos, presentan hematomas de color rojo vinoso. Se observa cierta cantidad de ovocitos remanentes.

Para la estimación de la fecundidad parcial, se utilizó el método de la cuantificación de los ovocitos de la moda más avanzada, de acuerdo con Herrera y Claramunt (1990) y Claramunt y Herrera (1993, 1994). Se consideró sólo ovarios que se encontraban en vitelogenénesis terminal, con una moda bien definida y sin evidencias de desoves recientes. De cada ovario se separó una sección que fue pesada (precisión de 0,0001 g); sus ovocitos fueron disgregados del estroma y posteriormente separados por clases de tamaño (en diámetros), en una batería de tamices, con un rango de 200 a 10000  $\mu\text{m}$ , a intervalos de 50  $\mu\text{m}$ , sometida a vibración y arrastrando los ovocitos con agua. El número de ovocitos retenidos en cada malla se contabilizó bajo estereomicroscopio, obteniéndose la distribución de frecuencia de tamaños.

La separación de las diferentes modas se realizó utilizando la rutina MPA (Modal Progresion Analysis) del paquete computacional ELEFANT Versión 1.0 (Gayanilo et al., 1988), identificándose el grupo de la moda más avanzada.

Para comprobar que la identificación de la última moda fue correcta, se observó el ajuste entre el peso del ovario y el diámetro medio de los ovocitos de la última moda, lo que refleja la influencia del desarrollo de los ovocitos en el peso del ovario. En este caso se descartó la única hembra

hidratada, debido al peso adicional que implica la incorporación de gran cantidad de agua en los ovocitos.

La precisión del conteo de ovocitos de cada submuestra fue comprobado mediante la observación del ajuste entre el número de ovocitos de la última moda y el peso de la submuestra. Se obtuvo relaciones fecundidad parcial vs talla, peso de la gónada vs diámetro medio de la moda más avanzada e índice gonadosomático vs diámetro de la moda más avanzada.

### 3. RESULTADOS

El análisis de la composición por tallas de los ejemplares muestreados indicó que en junio (Fig. 1), septiembre (Fig. 3), primera semana de octubre (Fig. 4), primera semana de noviembre de 1994 (Fig. 5), enero, abril y mayo de 1995 (Figs. 7, 9 y 10, respectivamente), presentaron un amplio rango de tallas, entre 22 y 49 cm de LH. En julio (Fig. 2), en la tercera semana de noviembre (Fig. 5) y en la tercera y cuarta semana de marzo de 1995 (Fig. 8), los ejemplares analizados alcanzaron tallas mucho más grandes, hasta 53 cm de LH. En cambio, en la tercera semana de octubre (Fig. 4), la cuarta semana de noviembre (Fig. 5), la segunda semana de diciembre (Fig. 6) y en junio de 1995 (Fig. 11), los ejemplares analizados presentaron menor rango de tallas, entre 25 y 40 cm de LH.

Del análisis histológico de cortes de ovarios se determinó que son suficientes 8 aplicaciones de la placa de integración para estabilizar las proporciones de las estructuras presentes en

El tejido ovárico que equivale a un número mínimo de 200 puntos por ejemplar. Esto se comprobó gráficamente, tanto para tejidos ováricos de hembras inmaduras (Figs. 12.1 a 12.4) como para aquéllos de hembras maduras (Figs. 13.1 a 13.4). Se comprobó que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de uniformidad entre los sectores anterior, medio y posterior de la gónada, por lo cual se puede muestrear cualquier parte de ella, sin que varíe la estimación de los respectivos índices (Tabla 2).

Tabla 2. Prueba de hipótesis de maduración uniforme entre diferentes sectores del ovario de hembras de jurel. Junio de 1994. Nomenclatura: n.s.= no significativo.

Individuo	Nº de sectores analizados	Chi-cuadrado calculado	Rechaza $H_0$ (P > 0,1)
1	3	0,97	n.s.
2	3	0,64	n.s.
3	3	2,03	n.s.
4	3	1,75	n.s.

El índice gamético promedio (suma de los estados vitelogénicos I, vitelogénicos II e hidratados) y el índice gonadosomático promedio, presentaron una tendencia similar a lo largo del período analizado (Fig. 14).

El índice gamético aumentó levemente entre junio de 1994 y la primera semana de octubre (0,0015 a 0,3740), con un leve descenso en la tercera semana de octubre (0,2038); luego éste aumentó hasta un máximo de 0,7095 en la tercera semana de noviembre, descendió a 0,2333 en la segunda semana de diciembre, para aumentar a 0,4141 en enero de 1995, y luego descender y mantenerse en 0 entre marzo y mayo, observándose

el comienzo de un nuevo ciclo de maduración, en junio de 1995.

El índice gonadosomático promedio aumentó desde 1,044 en julio de 1994, hasta 1,9223 en la primera semana de octubre. Luego disminuyó hasta 0,7146 en la tercera semana de octubre, para alcanzar su valor más alto (6,4703) en la tercera semana de noviembre. Posteriormente, éste descendió (0,8782) en la segunda semana de diciembre, aumentó levemente en la primera semana de enero (2,3696), manteniéndose luego en descenso hasta junio de 1995 (Tabla 3).

Tabla 3. Índice gonadosomático (IGS) y gamético (IG) promedio mensual y semanal de los ejemplares analizados (n), con sus respectivas varianzas (VAR (IGS) y VAR (IG)). N.S.C.= no se calculó; S.M.= sin muestra. Junio de 1994 a junio de 1995.

MES	IGS	VAR (IGS)	IG	VAR (IG)	n
JUNIO	N.S.C.	-	0,0015	$5,4 \times 10^{-7}$	30
JULIO	1,0440	$3,1 \times 10^{-3}$	0,0792	$1,5 \times 10^{-4}$	25
SEPT(A)	1,1481	$5,0 \times 10^{-3}$	0,1627	$7,4 \times 10^{-4}$	30
SEPT(B)	1,0041	$3,6 \times 10^{-3}$	0,1147	$3,1 \times 10^{-4}$	30
SEPT(C)	0,9264	$4,0 \times 10^{-3}$	0,2442	$7,5 \times 10^{-4}$	30
OCT(A)	1,9223	$3,4 \times 10^{-2}$	0,3740	$9,5 \times 10^{-4}$	30
OCT(C)	0,7146	$1,8 \times 10^{-3}$	0,2038	$7,8 \times 10^{-4}$	30
NOV(A)	1,1112	$2,1 \times 10^{-2}$	0,3419	$1,6 \times 10^{-3}$	29
NOV(C)	6,4703	0,2761	0,7095	$2,5 \times 10^{-4}$	30
NOV(D)	1,7472	$2,1 \times 10^{-2}$	0,5035	$1,0 \times 10^{-3}$	30
DIC(B)	0,8782	$3,3 \times 10^{-3}$	0,2333	$1,0 \times 10^{-3}$	30
ENE(A)	2,3696	$2,4 \times 10^{-2}$	0,4141	$1,8 \times 10^{-3}$	29
ENE(B)	1,2097	$2,6 \times 10^{-2}$	0,1870	$2,0 \times 10^{-3}$	25
MAR(C)	0,6768	$1,0 \times 10^{-3}$	0,0000	-	30
MAR(D)	0,5434	$1,0 \times 10^{-3}$	0,0000	-	30
ABR	0,4361	$2,0 \times 10^{-3}$	0,0000	-	30
MAY	0,4803	$2,7 \times 10^{-2}$	0,0000	-	30
JUN	0,4424	$3,1 \times 10^{-4}$	0,0024	$3,4 \times 10^{-6}$	29

Sólo se observó un ejemplar cuyas ovarios presentaron ovocitos

hidratados (hembra de 43 cm de LH y 810 g de peso eviscerado), colectado la tercera semana de noviembre. Su IGS fue de 14,69 y las proporciones o índices de estructuras gonádicas fueron:

células previtelogénicas	= 0,00;
tejido conectivo y germinativo	= 0,02;
espacios vacíos	= 0,30;
ovocitos vitelogénicos I	= 0,16;
ovocitos vitelogénicos II	= 0,07;
ovocitos hidratados	= 0,45;
atresias	= 0,00;
folículos postovulatorios	= 0,00.

El IG de esta hembra fue de 0,68.

La proporción promedio de ovocitos previtelogénicos fue de 40%, desde junio de 1994 hasta la primera semana de septiembre (Fig. 15; Tabla 4). En la tercera semana de noviembre los ovocitos previtelogénicos alcanzaron a 2,7%, alcanzando a 40% en la primera semana de marzo de 1995. La disminución de los ovocitos previtelogénicos coincide con una activación de la vitelogénesis en la cuarta semana de julio, con el progresivo aumento de los vitelogénicos I, que alcanza máximos en la primera semana de octubre (37,4%) y la tercera semana de noviembre (32,8%).

Los ovocitos vitelogénicos II sólo comenzaron a observarse en la tercera semana de noviembre, cuando su proporción máxima (36,7%) fue simultánea con el IGS máximo y la aparición en las muestras de la única hembra con ovocitos hidratados. Otro valor máximo de vitelogénicos II se observó en la segunda semana de enero (35,8%), para luego desaparecer totalmente en la tercera semana de marzo. En junio de 1995 se observó nuevamente un proceso de vitelogénesis incipiente (0,2% de vitelogénicos I).

Los ovocitos atrésicos fueron escasos, oscilando entre 0% y

0,38% en casi todo el período de reposo (Fig. 16; Tabla 4). Sólo aumentaron notoriamente entre la tercera semana de noviembre (1,35%), con el máximo en la segunda semana de diciembre (16,9%), disminuyendo en la segunda semana de enero (11,8%). Los ovocitos atrésicos detectados en este período correspondieron, tanto por su tamaño como por sus características generales, a ovocitos vitelogénicos II. Ambos tipos de estructuras constituían una misma moda, pero los atrésicos presentaban la zona pelúcida fragmentada y retraída, el citoplasma y el núcleo granuloso, fragmentado y proliferación de células foliculares en su periferia, todos signos evidentes de desintegración.

Sólo se colectó una hembra con ovocitos hidratados en la tercera semana de noviembre (Fig. 16; Tabla 4) y no se encontró hembras con folículos postovulatorios, en todo el período de estudio.

Tabla 4. Proporción promedio mensual y semanal de las diferentes estructuras gonádicas analizadas, con sus respectivas varianzas entre paréntesis. Junio a diciembre de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos; TEJ.: tejido conectivo y germinativo; ESP.: espacios vacíos; VIT. I: ovocitos vitelogénicos I; VIT. II: ovocitos vitelogénicos II; ATR.: atresias e HIDR.: ovocitos hidratados.

MUESTRA	P.VIT	TEJ.	ESP.	VIT. I	VIT. II	ATR.	HIDR.
JUNIO	0,3980 ( $9 \times 10^{-5}$ )	0,1957 ( $9 \times 10^{-5}$ )	0,4090 ( $1 \times 10^{-4}$ )	0,0015 ( $5 \times 10^{-7}$ )	0,0000 -	0,0003 ( $6 \times 10^{-8}$ )	0,0000 -
JULIO	0,3972 ( $1 \times 10^{-4}$ )	0,1504 ( $5 \times 10^{-5}$ )	0,3694 ( $1 \times 10^{-4}$ )	0,0792 ( $2 \times 10^{-4}$ )	0,0000 -	0,0038 ( $2 \times 10^{-6}$ )	0,0000 -
SEPTIEMBRE							
(A)	0,4033 ( $6 \times 10^{-4}$ )	0,2120 ( $3 \times 10^{-4}$ )	0,2220 ( $3 \times 10^{-4}$ )	0,1627 ( $7 \times 10^{-4}$ )	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -
(B)	0,3235 ( $2 \times 10^{-4}$ )	0,1165 ( $4 \times 10^{-5}$ )	0,4450 ( $5 \times 10^{-5}$ )	0,1147 ( $3 \times 10^{-4}$ )	0,0000 -	0,0003 ( $5 \times 10^{-8}$ )	0,0000 -
(C)	0,2757 ( $4 \times 10^{-4}$ )	0,1177 ( $6 \times 10^{-5}$ )	0,3625 ( $1 \times 10^{-4}$ )	0,2442 ( $8 \times 10^{-4}$ )	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -

Tabla 4 (continuación)

MUESTRA	P.VIT.	TEJ.	ESP.	VIT. I	VIT. II	ATR.	HIDR.
<b>OCTUBRE</b>							
(A)	0,1807 (3x10 <sup>-4</sup> )	0,1023 (7x10 <sup>-5</sup> )	0,3412 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,3740 (1x10 <sup>-3</sup> )	0,0000 -	0,0018 (2x10 <sup>-6</sup> )	0,0000 -
(C)	0,3640 (4x10 <sup>-4</sup> )	0,1095 (3x10 <sup>-5</sup> )	0,3220 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,2038 (8x10 <sup>-4</sup> )	0,0000 -	0,0007 (1x10 <sup>-7</sup> )	0,0000 -
<b>NOVIEMBRE</b>							
(A)	0,2043 (5x10 <sup>-4</sup> )	0,0983 (5x10 <sup>-5</sup> )	0,3748 (2x10 <sup>-4</sup> )	0,3219 (2x10 <sup>-3</sup> )	0,0000 -	0,0007 (2x10 <sup>-7</sup> )	0,0000 -
(C)	0,0270 (2x10 <sup>-5</sup> )	0,0473 (3x10 <sup>-5</sup> )	0,2027 (6x10 <sup>-5</sup> )	0,3280 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,3665 (2x10 <sup>-3</sup> )	0,0135 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,0150 (2x10 <sup>-4</sup> )
(D)	0,1270 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,0723 (5x10 <sup>-5</sup> )	0,2340 (6x10 <sup>-5</sup> )	0,2735 (7x10 <sup>-4</sup> )	0,2300 (8x10 <sup>-4</sup> )	0,0632 (4x10 <sup>-4</sup> )	0,0000 -
<b>DICIEMBRE</b>							
(B)	0,1912 (4x10 <sup>-4</sup> )	0,1525 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,2540 (9x10 <sup>-5</sup> )	0,1773 (3x10 <sup>-4</sup> )	0,1160 (6x10 <sup>-4</sup> )	0,1690 (5x10 <sup>-4</sup> )	0,0000 -
<b>ENERO</b>							
(A)	0,1148 (3x10 <sup>-4</sup> )	0,1064 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,2200 (5x10 <sup>-5</sup> )	0,0557 (8x10 <sup>-5</sup> )	0,3584 (2x10 <sup>-3</sup> )	0,1447 (7x10 <sup>-4</sup> )	0,0000 -
(B)	0,2276 (7x10 <sup>-4</sup> )	0,1840 (3x10 <sup>-4</sup> )	0,2836 (1x10 <sup>-4</sup> )	0,0438 (9x10 <sup>-5</sup> )	0,1432 (2x10 <sup>-3</sup> )	0,1178 (7x10 <sup>-4</sup> )	0,0000 -
<b>MARZO</b>							
(C)	0,4363 (4x10 <sup>-5</sup> )	0,2685 (9x10 <sup>-5</sup> )	0,2937 (3x10 <sup>-5</sup> )	0,0000 -	0,0000 -	0,0015 (2x10 <sup>-6</sup> )	0,0000 -
(D)	0,4403 (4x10 <sup>-5</sup> )	0,2345 (5x10 <sup>-5</sup> )	0,3252 (5x10 <sup>-5</sup> )	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -
<b>ABRIL</b>							
	0,3593 (2x10 <sup>-4</sup> )	0,1728 (5x10 <sup>-5</sup> )	0,4492 (6x10 <sup>-5</sup> )	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -
<b>MAYO</b>							
	0,3257 (3x10 <sup>-5</sup> )	0,1897 (3x10 <sup>-5</sup> )	0,4848 (3x10 <sup>-5</sup> )	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -
<b>JUNIO</b>							
	0,3384 (2x10 <sup>-5</sup> )	0,2050 (2x10 <sup>-5</sup> )	0,4541 (4x10 <sup>-5</sup> )	0,0024 (3x10 <sup>-6</sup> )	0,0000 -	0,0000 -	0,0000 -

En la cuarta semana de abril de 1995 se detectó la presencia de una hembra virginal de 31 cm de LH, cuyo ovario sólo presentó ovogonias.

Los diferentes estados de madurez macroscópicos aplicados en este estudio fueron caracterizados a nivel microscópico, utilizando las proporciones de las distintas estructuras gaméticas e IG promedio (Tabla 5). La escala macroscópica

Las curvas reflejan la evolución real de las células gaméticas, excepto en el estado 3, donde IG se presenta con su menor valor debido a la presencia de atresias.

Tabla 5. Proporción promedio e intervalo de confianza (99%), de estructuras gaméticas presentes en los diferentes estados de madurez macroscópicas para hembras de jurel de la Octava Región. n.: número de ejemplares; OVOG.: ovogonias; P.VIT.: ovocitos previtelogénicos; VIT I.: ovocitos vitelogénicos I; VIT II.: ovocitos vitelogénicos II; HIDR.: ovocitos hidratados; ATR.: atresias; IG.: índice gamético promedio. Junio 1994 a Junio 1995.

ESTRUCTURA	ESTADO				
	1 n=1	2 n=376	2-3 n=25	3 n=121	4 n=1
ESTRUCTURA					
OVOG.	0,5650 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
P.VIT.	0 (-)	0,4267 (0,2433-0,6101)	0,0942 (0,0626-0,1258)	0,1051 (0,0864-0,1237)	0 (-)
VIT. I	0 (-)	0,0866 (0,0694-0,1038)	0,5475 (0,4849-0,6101)	0,1789 (0,1410-0,2167)	0,1600 (-)
VIT. II	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0,2916 (0,2440-0,3391)	0,0700 (-)
HIDRA.	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0,4500 (-)
ATR.	0 (-)	0,0186 (-0,0159-0,0532)	0,008 (-0,0008-0,0024)	0,1051 (0,7234-0,1379)	0 (-)
IG	0 (-)	0,0866 (0,0694-0,1038)	0,5475 (0,4849-0,6101)	0,4716 (0,4165-0,5268)	0,6800 (-)

Las estimaciones de la fecundidad fueron realizadas considerando 23 hembras de jurel capturadas en octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995, cuyas tallas fueron entre 38 y 50 cm de LH (Tabla 6).

Como resultado del conteo de ovocitos se obtuvo la siguiente relación lineal, entre el número de ovocitos de la submuestra

$$P_{(SM)} = 0,2142 + 12,6367 * 10^{-5} * NO_{(SM)} \quad (7)$$

n = 22; r<sup>2</sup> = 0,88; p < 0,001

Tabla 6. Longitud de horquilla (LH), peso de la gónada (P<sub>g</sub>), diámetro máximo de los ovocitos de la última moda (DM<sub>o</sub>), fecundidad parcial (F<sub>p</sub>) y fecundidad relativa (F<sub>r</sub>), de hembras de jurel. Octava Región, octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

LH [cm]	P <sub>g</sub> [g]	DM <sub>o</sub> (μ)	F <sub>p</sub> [N <sup>o</sup> /♀]	F <sub>r</sub> [N <sup>o</sup> /g♀]
40	24,434	471	104.197	130
39	16,876	461	42.785	53
38	29,958	499	119.765	153
38	33,154	493	109.124	121
38	30,268	478	147.868	168
50	53,361	508	209.419	204
45,5	71,858	508	383.948	480
48	80,356	511	376.918	443
40	25,395	531	93.537	126
38,5	37,958	533	226.928	339
44	77,546	543	485.215	622
39	44,155	529	281.984	415
48	74,499	496	291.981	324
46	84,458	532	582.968	686
43	59,998	516	500.478	618
43	64,477	518	208.335	254
42	20,996	505	380.512	507
40	42,352	516	84.545	99
42,5	29,086	452	225.828	251
38,5	24,674	504	176.404	205
41	16,562	469	117.811	127
39	32,084	476	67.065	83
43 (*)	118,975	719	119.620	118
Promedio			232.054	284
Desviación estándar			153.228	193
Mínimo			42.785	53
Máximo			582.968	686

(\*): con ovocitos hidratados

La relación entre el peso de la gónada (PG) y el diámetro de los ovocitos de la moda más avanzada ( $DM_0$ ) se ajustó a la siguiente ecuación potencial (Fig. 18):

$$PG = 9,3735 * 10^{-16} DM_0^{6,1547} \quad (8)$$

$n = 22$ ;  $r^2 = 0,61$ ;  $p < 0,005$

La fecundidad parcial promedio fue de 232.054 ovocitos, con una desviación estándar de 153.228 (rango: 42.785-582.968). La fecundidad relativa fue de 284 huevos por gramo de hembra, con una desviación estándar de 193 (rango: 54-686) (Tabla 6).

La relación entre la fecundidad parcial y la longitud horquilla se ajustó a una ecuación lineal, de la siguiente forma (Fig. 19):

$$F_p = -796296 + 24535,3 LH \quad (9)$$

$n = 23$ ;  $r^2 = 0,58$ ;  $p < 0,05$

Esta misma relación, ajustada a una ecuación potencial, fue la siguiente (Fig. 19):

$$F_p = 12,8532 * 10^{-4} LH^{5,0350} \quad (10)$$

$n = 23$ ;  $r^2 = 0,60$ ;  $p < 0,005$

La relación entre el diámetro máximo de los ovocitos de la última moda ( $DM_0$ ) y el índice gonadosomático (IGS) se ajustó a la siguiente ecuación potencial (Fig. 20):

$$IGS = 8,8756 * 10^{-18} * DM_0^{6,5747} \quad (11)$$

$n = 22$ ;  $r^2 = 0,586$ ;  $p < 0,01$

#### 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

El análisis de los ovarios de jurel en relación al índice gonadosomático (IGS) y al índice gamético (IG), en el período cubierto por este estudio, indica que las gónadas de los ejemplares presentaron un proceso de maduración que evolucionó gradualmente desde junio de 1994, a partir de un estado de reposo gonádico, caracterizado por la presencia única de ovocitos previtelogénicos, hasta un estado de desarrollo máximo entre la tercera semana de noviembre y la primera semana de enero de 1995, cuando se observó un predominio de ovocitos vitelogénicos II. Estos corresponden al desarrollo de los ovocitos vitelogénicos I, observados en septiembre y noviembre de 1994 (Fig. 15). Posteriormente, las gónadas y gametos sufren una regresión, con abundancia de atresias, hasta alcanzar nuevamente el estado de reposo en marzo de 1995. En junio de 1995 se observó el comienzo de un nuevo ciclo de maduración gonádica.

La primera moda de ovocitos vitelogénicos II, que se detectó

en la tercera semana de noviembre, tendría una mayor importancia relativa, debido a que el IGS de este primer período es considerablemente mayor que el correspondiente al mes de enero (Fig. 14).

El descenso de los ovocitos vitelogénicos II, después de la primera semana de enero de 1995 (Fig. 15) podría asociarse a un desove, aunque no se encontró ninguna hembra con ovocitos hidratados ni tampoco con folículos postovulatorios, por lo tanto, este descenso correspondería a la finalización del período de desove.

El período de maduración gonádica detectado en este trabajo concuerda con lo descrito para el jurel del Océano Pacífico Suroriental por Andrianov (1994) y Grechina et al. (1994). Se ha detectado que esta especie migra con propósitos reproductivos hacia el noroeste o al oeste a partir de octubre, y su área principal de desove se encuentra entre  $78^{\circ}$  y  $105^{\circ}$ W, y entre  $38^{\circ}$  y  $42^{\circ}$ S, estando estos límites determinados por la posición de la isoterma de  $16^{\circ}$  C, tanto en invierno como en verano (Dejnik & Nevinskyi, 1994 y Grechina et al., 1994). En esa área habrían desovado los peces de 3 a 5 años de edad (Grechina et al., 1994).

La zona principal de desove del jurel señalada arriba (Dejnik & Nevinskyi, 1994 y Grechina et al., 1994) queda totalmente fuera del área de pesca de las embarcaciones cerqueras industriales de la Octava Región, de donde se obtuvo las muestras para este estudio. Esto explicaría el hecho que se encontró sólo una hembra con huevos hidratados en la tercera semana de noviembre y ninguna con folículos postovulatorios, ambos elementos gonádicos más representativos inmediatamente previo y con posterioridad a un desove, respectivamente.

Se descarta la posibilidad que la captura de hembras en desove haya estado limitada por el arte de pesca de cerco que se utilizó. En efecto, Galaktionov (1994) señala que la distribución vertical de los cardúmenes de jurel en la subdivisión chilena del Pacífico Suroriental (37-43° S) durante el período de desove, varía entre 30 y 180 metros de profundidad en el día, ascendiendo por la noche cerca de la superficie.

Otra estructura asociada comúnmente a un desove reciente son las atresias (Goldberg, 1980), siendo abundantes al finalizar el período de desove (Zunuy y Carrillo, 1973; Goldberg, 1981), correspondiendo a ovocitos remanentes o que, estando en un estado avanzado de vitelogénesis, no fueron extruídos y comienzan a ser reabsorbidos. Las atresias también pueden ser confundidas con folículos postovulatorios en estado de reabsorción avanzado (Amín et al., 1989). Sin embargo, en el presente estudio las atresias fueron nítidamente caracterizadas como ovocitos vitelogénicos II en desintegración, no sólo por su tamaño, sino también porque presentaban abundantes restos de vitelo en su citoplasma, por lo cual no podrían asociarse a un desove precedente ni confundirse con folículos postovulatorios en estados tardíos de desintegración.

En forma alternativa, este fenómeno de desintegración ovocitaria debe considerarse como un síntoma de anomalías en el proceso de maduración gamética, producto de procesos fisiológicos no determinados, los que pueden ser gatillados por diversas perturbaciones ambientales. Un posible factor desencadenante de la formación de atresias en estas hembras pudo ser el que se hayan encontrado en avanzado estado de madurez, pero lejos de su área natural de desove, producto de migraciones desde el océano abierto hacia zonas de surgencia costera, como aquellas descritas por George-Nascimento & Arancibia (1992) y Grechina et al. (1994), quienes señalaron

penetraciones de masas de aguas cálidas y de jureles desovantes que llegan muy cercanas a la costa en primavera-verano. Estas migraciones fueron registradas en el presente estudio, ya que el análisis de los datos de temperatura superficial asociados a las muestras de verano (diciembre de 1994 y enero de 1995) reveló que dichos valores se elevaban por sobre la isoterma de los 16,5°C, la cual establece el límite del área principal de desove del jurel (Tabla 7).

Tabla 7. Temperatura superficial asociada a las zonas de pesca de jurel donde se obtuvieron las muestras analizadas en el presente estudio, con su respectiva fecha y ubicación geográfica. Fuente de información: Instituto de Investigación Pesquera, Programa Sinóptico de Pesca.

FECHA	T° SUP	UBICACION GEOGRAFICA	
24/06/94	-	-	-
27/07/94	-	-	-
AGOSTO	S.M.		
09/09/94	12,3	37°03'S	73°44'W
15/09/94	11,8	39°23'S	73°54'W
21/09/94	12,2	39°03'S	73°52'W
05/10/94	-	-	-
20/10/94	-	-	-
09/11/94	12,8	39°59'S	73°59'W
10/11/94	13,7	39°17'S	73°45'W
19/11/94	13,8	39°03'S	73°42'W
29/11/94	15,6	35°56'S	73°41'W
13/12/94	16,7	36°18'S	73°43'W
05/01/95	16,6	36°44'S	73°34'W
11/01/95	17,4	36°40'S	73°34'W
16/01/95	13,9	36°34'S	73°29'W
FEBRERO	S.M.		
19/03/95	-	-	-
29/03/95	15,4	36°50'S	74°15'W
23/04/95	-	-	-
29/05/95	14,3	34°28'S	73°54'W
27/06/95	-	-	-

El descenso de IG en la tercera semana de octubre y de diciembre de 1994 podrían interpretarse como desoves parciales; sin embargo, esto coincide con la aparición de ejemplares más pequeños, los que presentarían un retraso en la dinámica reproductiva. Andrianov (1994) señala que en la zona sur del océano abierto del Pacífico suroriental, el 100% de las hembras de jurel maduras registradas en noviembre de 1981 tenían 29 cm de LH, en cambio, en enero del año siguiente, el 100% de las hembras maduras media 27 cm de LH, lo que indicó un atraso en la madurez de los ejemplares de menor tamaño. De esta manera, la disminución del IGS e IG detectadas en la fase inicial de este estudio podría deberse a la presencia de ejemplares más jóvenes, con maduración gonádica y gamética más tardía.

Esta misma relación se observa entre el IGS promedio semanal y las tallas promedio de hembras de jurel, según datos del Instituto de Investigación Pesquera en base a muestreos en puerto (Fig. 21), donde se aprecia que la disminución de IGS durante el período de maduración gonádica coincide con la disminución de la talla promedio de las mismas hembras. Además, se confirma que el proceso de reposo post maduración se extendió desde febrero hasta junio de 1995.

La fecundidad parcial promedio y la fecundidad relativa promedio estimadas para hembras de jurel capturadas por la flota cerquera de esta región resultaron ser más elevadas que las encontradas por Dioses et al. (1988) para ejemplares de jurel capturados frente a las costas de Perú y por Adrianov (1994) y para otros capturados en el Pacífico suroriental, por fuera de las 200 millas de la Zona Económica Exclusiva (Tabla 8).

La diferencia entre los resultados de la fecundidad de jurel comunicados por Dioses et al. (1989) y el presente trabajo se explican, en parte, por la metodología empleada. En el

presente caso se utilizó un método indirecto, consistente en la cuantificación de la última moda de ovocitos en ovarios en avanzado estado de madurez, mientras que Dioses et al. (1989) utilizaron un método de conteo directo de ovocitos hidratados en hembras, previo al desove (Hunter & Goldberg, 1980).

Tabla 8. Fecundidad parcial, fecundidad relativa y sus respectivos rangos, para hembras de jurel capturadas por la flota cerquera de la Octava Región (1) (Este trabajo), en las costas frente a Perú (2) (Dioses et al, 1988) y en el Pacífico Suroriental (3) (Adrianov, 1994).

	(1)	(2)	(3)
Fecundidad parcial promedio	232.054	78.798	60.000
Mínima	42.785	10.592	26.765
Máxima	582.968	162.590	187.613
Fecundidad relativa promedio	284	235	
Mínima	53	91	
Máxima	686	495	

Sin embargo, no puede descartarse la posibilidad que existan variaciones latitudinales reales y/o un efecto debido a las diferencias de tamaño de los ejemplares utilizados en ambos estudios, ya que los ejemplares utilizados por Dioses et al. (1989) midieron entre 22 y 39 cm de longitud total y los del presente estudio, entre 38 y 50 cm de LH. Esto podría reflejar las diferencias en las tallas medias poblacionales entre las zona del Perú y las sur del Pacífico suroriental (Nekrasov, 1994).

En relación a las diferencias con los resultados de Adrianov (1994) (Tabla 8), éstas se deberían a la composición de tallas de los ejemplares analizados (32 a 45 cm de longitud), ya que la metodología en ambos estudios fue similar, aunque también

podrían deberse a variaciones interanuales en la fecundidad.

En resumen, se confirma que las hembras de jurel capturadas por la flota industrial de cerco de la Octava Región, durante el período de este estudio, eran ejemplares migratorios, en tránsito hacia la zona de desove, tal como lo señalan Grechina y Arcos (1995), ya que, aunque presentaron maduración gonádica y gamética, (julio de 1994 a enero de 1995), éstas no desovaron en el área de pesca ni tampoco fueron desovantes recientes.

Para la determinación de la talla de madurez sexual en las hembras de jurel, se comprometió en este estudio la aplicación de tres métodos que se basan en observaciones macroscópicas de los ovarios de las hembras, a saber: (i) método del incremento relativo del índice gonadosomático, (ii) criterio del 50% de hembras maduras, utilizando el modelo logístico, y (iii) método de Udupa. Complementariamente, se comprometió la realización de observaciones microscópicas para determinar el período de desove y la fecundidad de las hembras.

La determinación de la talla de primera madurez sexual se basa en registros de la condición de madurez del ovario de las hembras (según una escala *ad hoc*), colectadas en el período de máxima actividad reproductiva poblacional. Durante la ejecución de este proyecto, el máximo reproductivo ocurrió en la segunda quincena de noviembre de 1994. Teóricamente, en este período se esperaba reconocer (macroscópicamente) hembras inmaduras y maduras; en este último caso, identificando varios estadios de madurez.

Las capturas de jurel en la zona centro-sur de Chile presentan una marcada estacionalidad, con máximos entre abril y julio, lo que se asocia al comportamiento trófico y reproductivo de

La especie. En efecto, durante su época reproductiva y debido a su carácter migratorio, que abarca gran parte del Océano Pacífico Sur (Grechina, 1992), disminuye fuertemente la disponibilidad y accesibilidad del jurel en el margen costero de la ZEE de Chile centro-sur.

Al respecto, el desembarque de jurel en noviembre de 1994, período donde ocurrió el máximo reproductivo poblacional, no superó las 20 mil toneladas en la Octava Región, como reflejo de la escasa disponibilidad del recurso en las zonas de pesca habituales, debido a la emigración reproductiva en el período estival, cuando el stock de jurel migra masivamente fuera de la Zona Económica Exclusiva, a aguas internacionales.

Previendo la baja disponibilidad del recurso, el esfuerzo de muestreo a bordo de embarcaciones cerqueras industriales fue incrementado, no obstante, pese a ello, se logró obtener sólo hembras de tamaño mayor a 30 cm de longitud horquilla en el máximo del período reproductivo (tercera semana de noviembre de 1994). La observación tanto macroscópica como microscópica de la condición reproductiva de las hembras colectadas durante el período antes señalado, permitió identificar exclusivamente hembras maduras.

Particularmente, los análisis microscópicos de las muestras revelaron que las hembras de jurel presentaron madurez gamética avanzada. Ninguna hembra se presentó en condición inmadura.

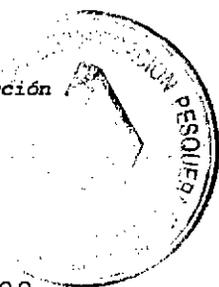
Dado que 2 de las 3 metodologías propuestas (50% de hembras maduras y Udupa) para determinar la talla de primera madurez sexual requieren como datos la identificación del estado de madurez de las hembras, debiendo contarse con una fracción de hembras inmaduras, las que no se presentaron en el máximo del período reproductivo, entonces no es posible determinar la

talla de primera madurez sexual, debido a que todas las hembras se presentaron maduras.

Para la determinación de la talla de primera madurez sexual según el método del incremento relativo del índice gonadosomático a la talla, se requiere cubrir el mayor rango de tamaños en la muestra, como reflejo de la distribución de tamaños del stock. Sin embargo, las tallas pequeñas estuvieron, en términos absolutos, bastante ausentes en el desembarque. En efecto, en noviembre de 1994 éste fue de alrededor de 20 mil ton. Como consecuencia, no es posible determinar la talla de madurez sexual según método del mayor incremento del índice gonadosomático.

Básicamente, el problema radica en que, en la distribución de tamaños en los desembarques de jurel en la zona centro-sur de Chile, los ejemplares pequeños aparecen esporádicamente y en escasa cantidad. Como consecuencia, un esquema de muestreo puede no ser logrado, única y exclusivamente, debido a la muy baja disponibilidad y accesibilidad del recurso en la zona de estudio en el período estival, justamente cuando ocurre el máximo reproductivo poblacional. Como consecuencia, la determinación puntual de la talla de primera madurez sexual con muestreos sólo durante una estación de desove en la zona centro-sur de Chile, probablemente estará sobreestimada.

Por otro lado, en los desembarques de jurel en la zona norte de Chile aparecen solamente ejemplares pequeños, estando prácticamente ausentes los ejemplares medianos y grandes. Como consecuencia, la determinación puntual de la talla de primera madurez sexual con muestreos sólo durante una estación de desove en la zona norte de Chile, probablemente estará subestimada.



## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amín, M.V., R.U. Román; O.S. Marín & M.A. Delpín. 1989. Histología de los ovarios de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848) respecto al desove. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile 60: 25-34.
- Andrianov, D.P. 1994. Sobre la Biología Reproductiva del jurel peruano. En: Biología y Pesca Comercial del Jurel en el Pacífico Sur. Ed.: D. Arcos & A. Grechina, Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile:25-35.
- Claramunt, G. & G. Herrera. 1993. Fluctuaciones de la fecundidad parcial en sardina española (*Sardinops sagax*) durante la época principal de desove de 1990, en la zona norte de Chile. Scientia Marina, España 57 (1):9-14.
- Claramunt, G. & G. Herrera. 1994. A new method to estimate the fraction of daily spawning females and numbers of spawnings in *Sardinops sagax* in northern Chile. Scientia Marina, 58(3): 169-177.
- Conn, H.J. 1960. Staining Procedures. Second Edition. The Williams & Wilkins Co. Baltimore U.S.A.: 67-68.
- Dejnik, T.V. & M.M. Nevinskiy. 1994. Distribución y abundancia de huevos y larvas. En: Biología y Pesca Comercial de jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos & A. Grechina Ed.: Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile: 37-42.
- Dioses, T., H. Alarcón, M.E. Nakama & A. Echeverría. 1988. Desarrollo ovocitario, fecundidad parcial y distribución vertical de los cardúmenes en desove del jurel *Trachurus murphyi*. Revista Pacífico Sur (Numero Especial), 1989. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS): 287-294.
- Galaktionov, G.Z. 1994. Formaciones de cardúmenes y migraciones verticales diarias del jurel peruano. En: Biología y Pesca del jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos & A. Grechina, Ed.: Instituto de investigación Pesquera, Talcahuano, Chile:179-184.
- Gayanilo, F.C. Jr, M. Soriano & D. Pauly. 1988. A draft guide to the complete ELEFAN. ICLARM Software 2, Manila, Philippines. ICLARM Contributions 435: 65 pp.
- George-Nascimento, M. & H. Arancibia. 1992. Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. Revista Chilena de Historia Natural 65: 453-470.

- D.F. Arcos, Grechina, A.S., S.P. Núñez & D.F. Arcos. 1994. Desove del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el Océano Pacífico Sur. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 3, Núm. 3, 44 p.
- Grechina, A.S. & D.F. Arcos. 1995. Distribución y migración del jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols), en el pacífico suroriental. Gayana Oceanología 3(1): 3-27.
- Goldberg, S. 1980. Seasonal spawning cycle of the longspine combfish *Zanilepis latipinnis*, with notes on spawning of the shortspine combfish *Zanolepis frenata* (Zaniolepididae). Copeia (4): 882-884.
- Goldberg, S. 1981. Seasonal spawning cycle of the black croaker, *Cheilotrema saturnum* (Sciaenidae). Fishery Bulletin 79(3): 561-562.
- Herrera, G. & G. Claramunt. 1990. Estimaciones de la fecundidad parcial y frecuencia de desove de *Sardinops sagax* durante 1987 y 1988, en el norte de Chile. Investigación, Ciencia y Tecnología, Serie Ciencias del Mar 1: 55-68.
- Hunter, J.R. & S.R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and Batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fisheries Bulletin. U.S. 77: 641-652.
- Nekrasov, V.V. Estructura de edad y tamaño de las concentraciones comerciales. En: Biología y Pesca Comercial del jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos & A. Grechina Ed.: Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile: 47-53.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the chilean jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*. Investigación Pesquera (Chile) 36: 67-83
- Zunuy, S. & M. Carrillo. 1973. Estudio histológico del ovario de cabrilla (*Paracentropristis cabrilla*) (L.) en relación con la ovogénesis. Investigación Pesquera 37(1): 147-165.

ANEXO FIGURAS

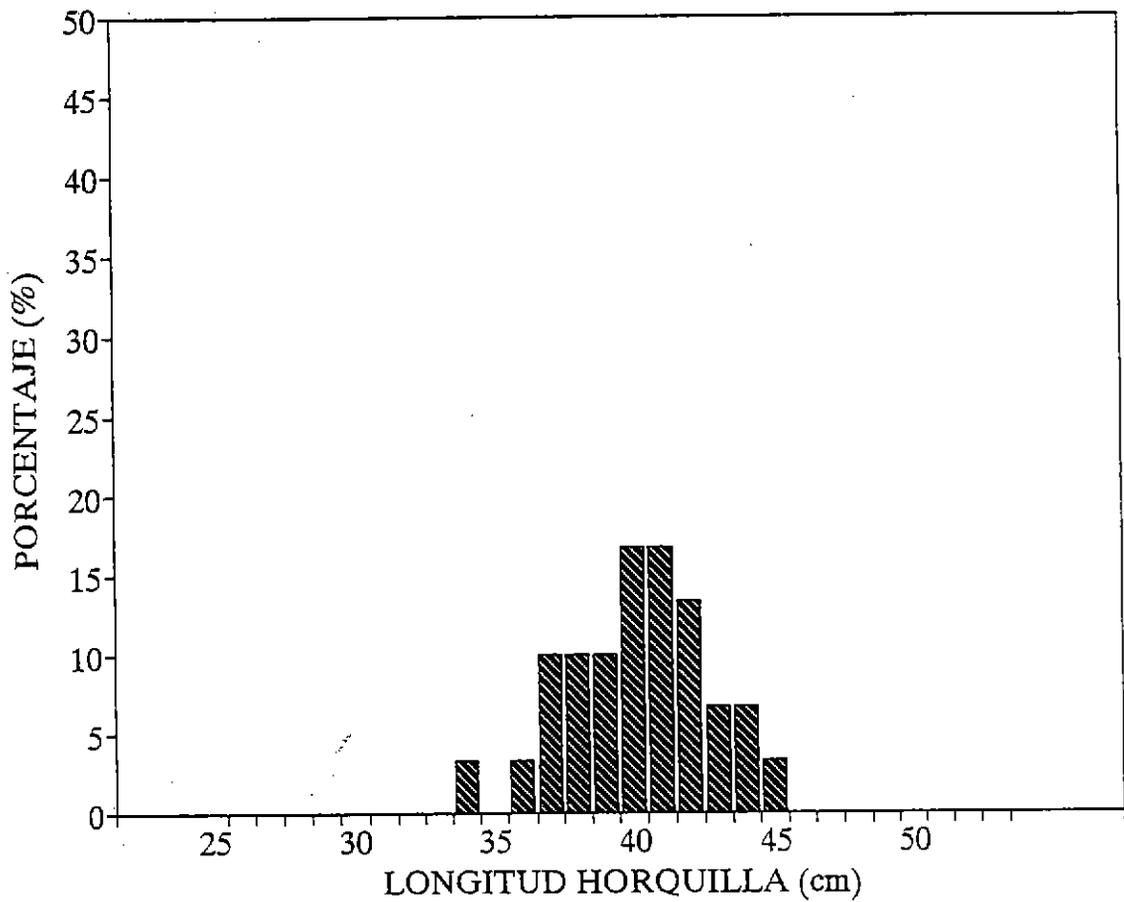


Figura 1. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Junio de 1994.

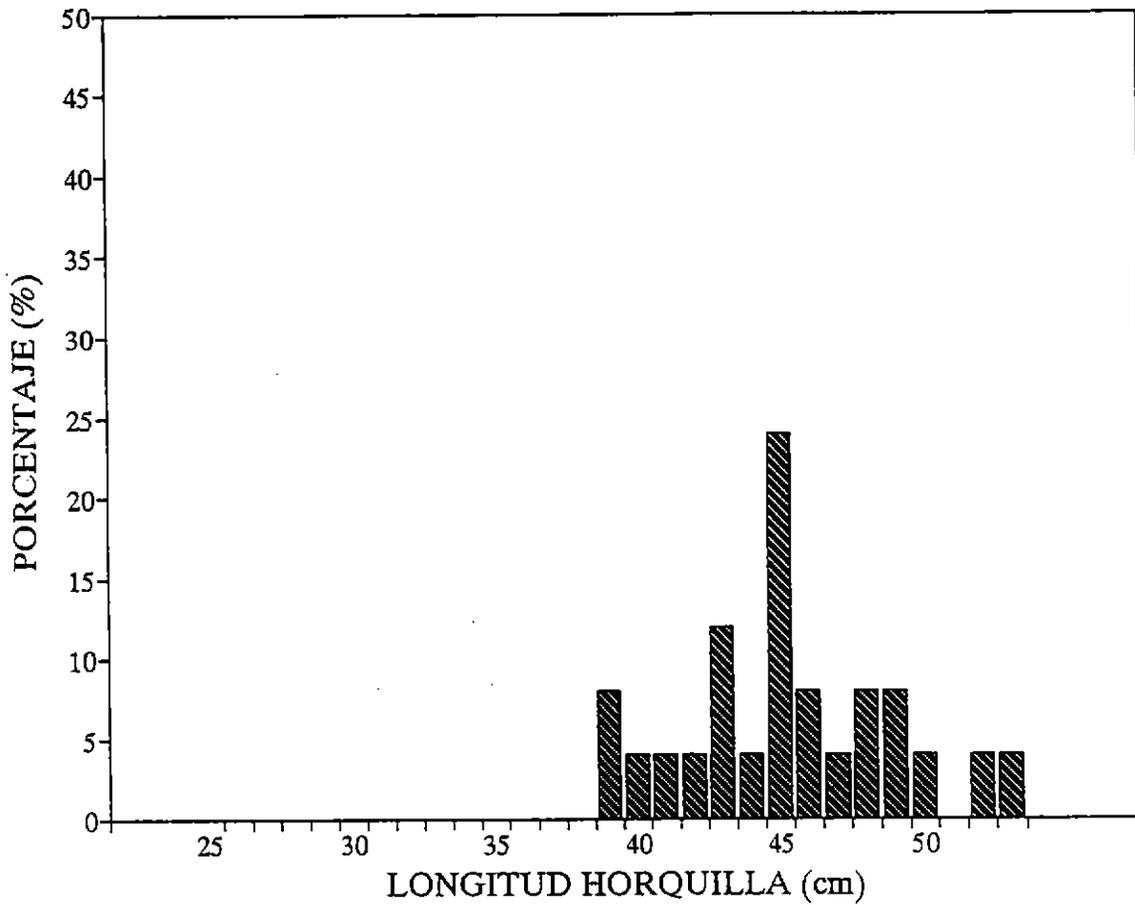


Figura 2. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Julio de 1994.

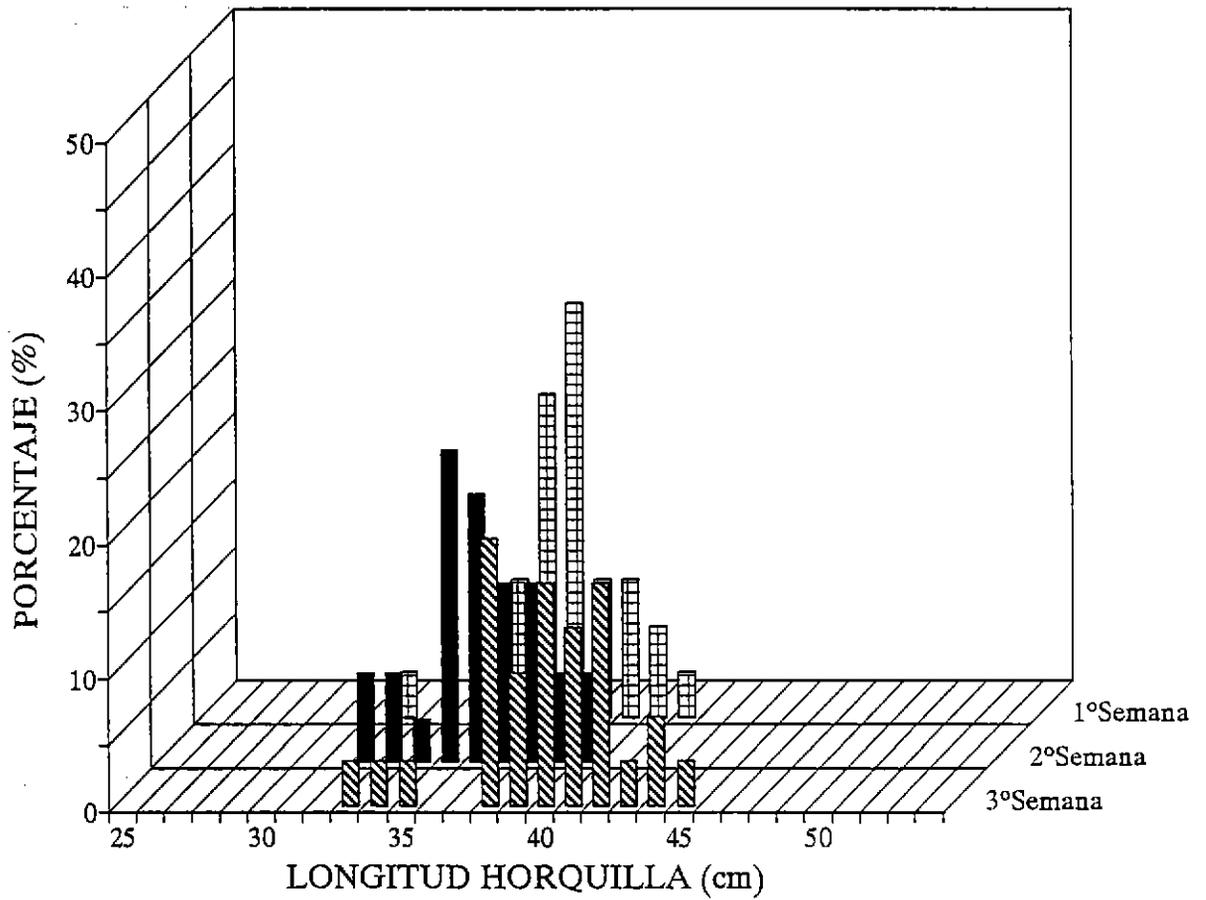


Figura 3. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Septiembre de 1994.

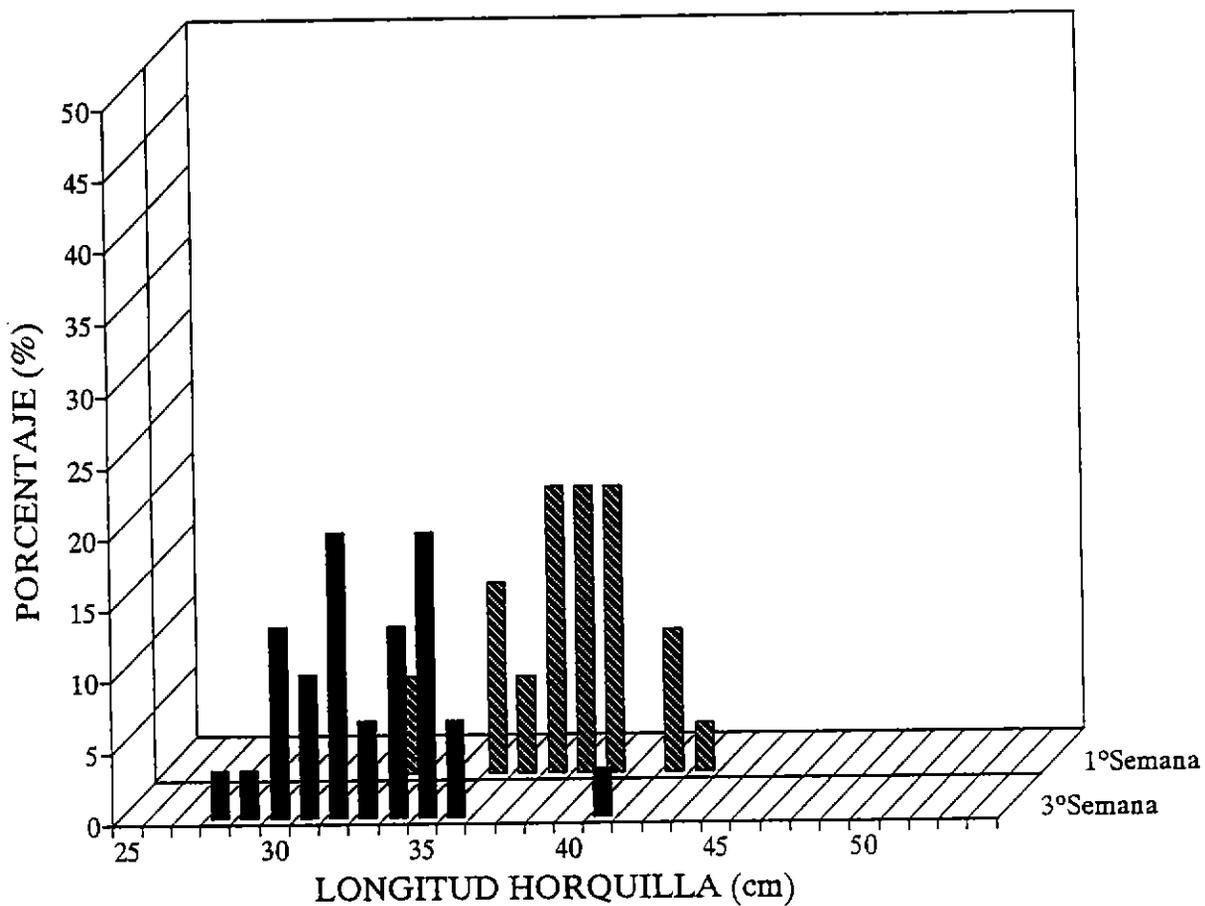


Figura 4. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Octubre de 1994.

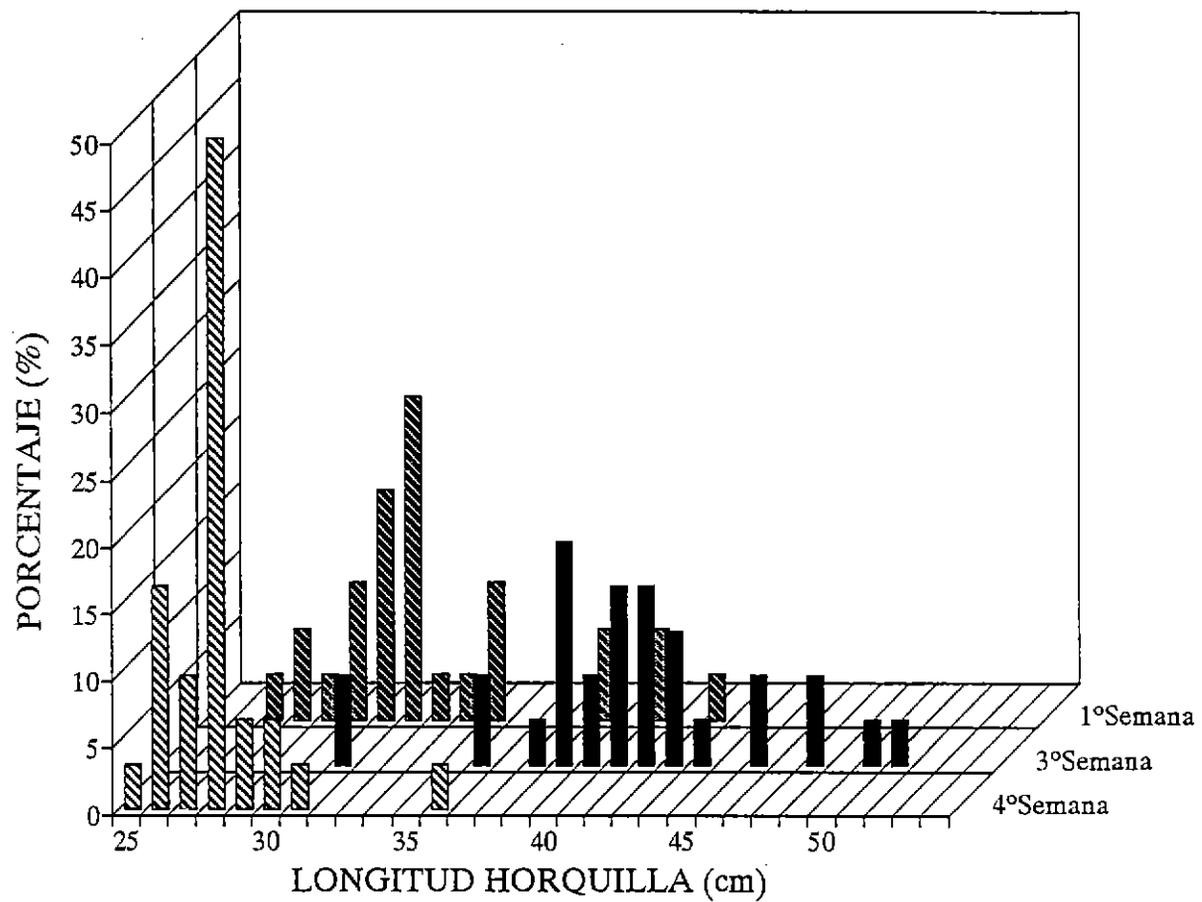


Figura 5. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Noviembre de 1994.

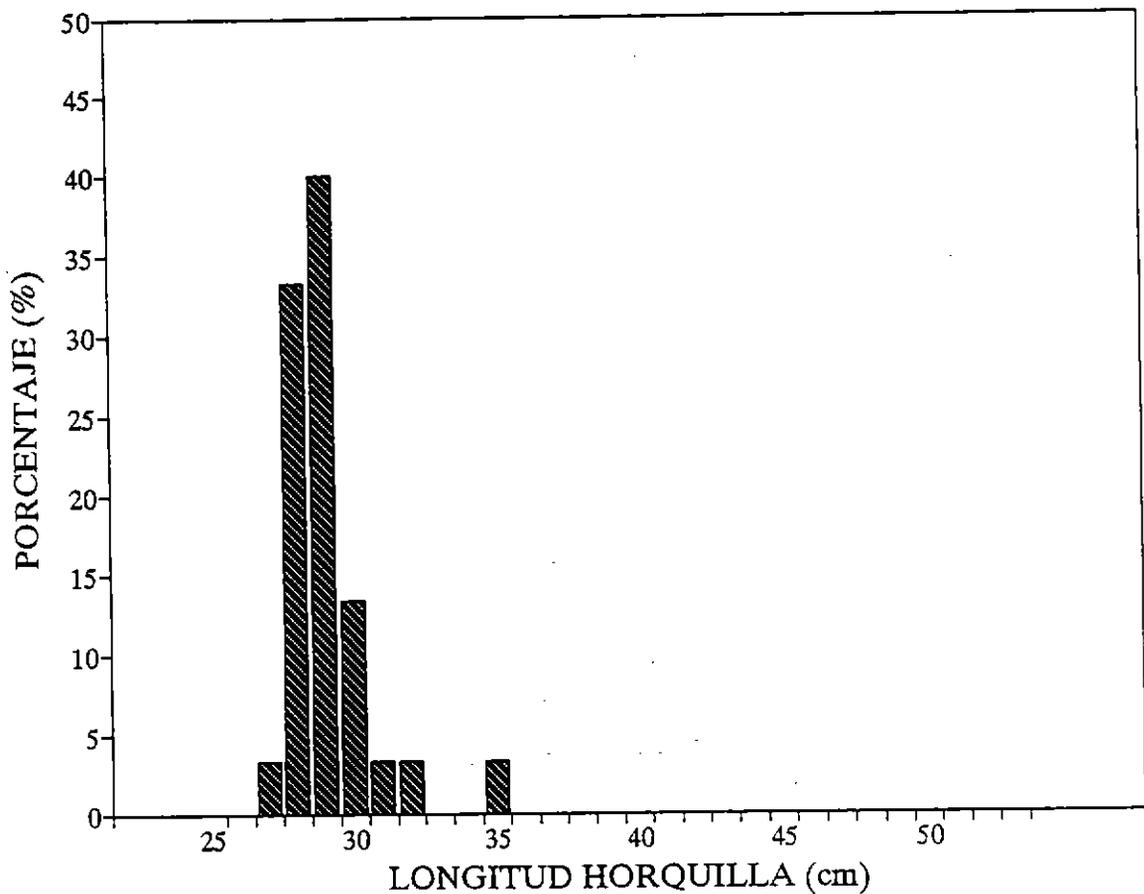


Figura 6. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Diciembre de 1994.

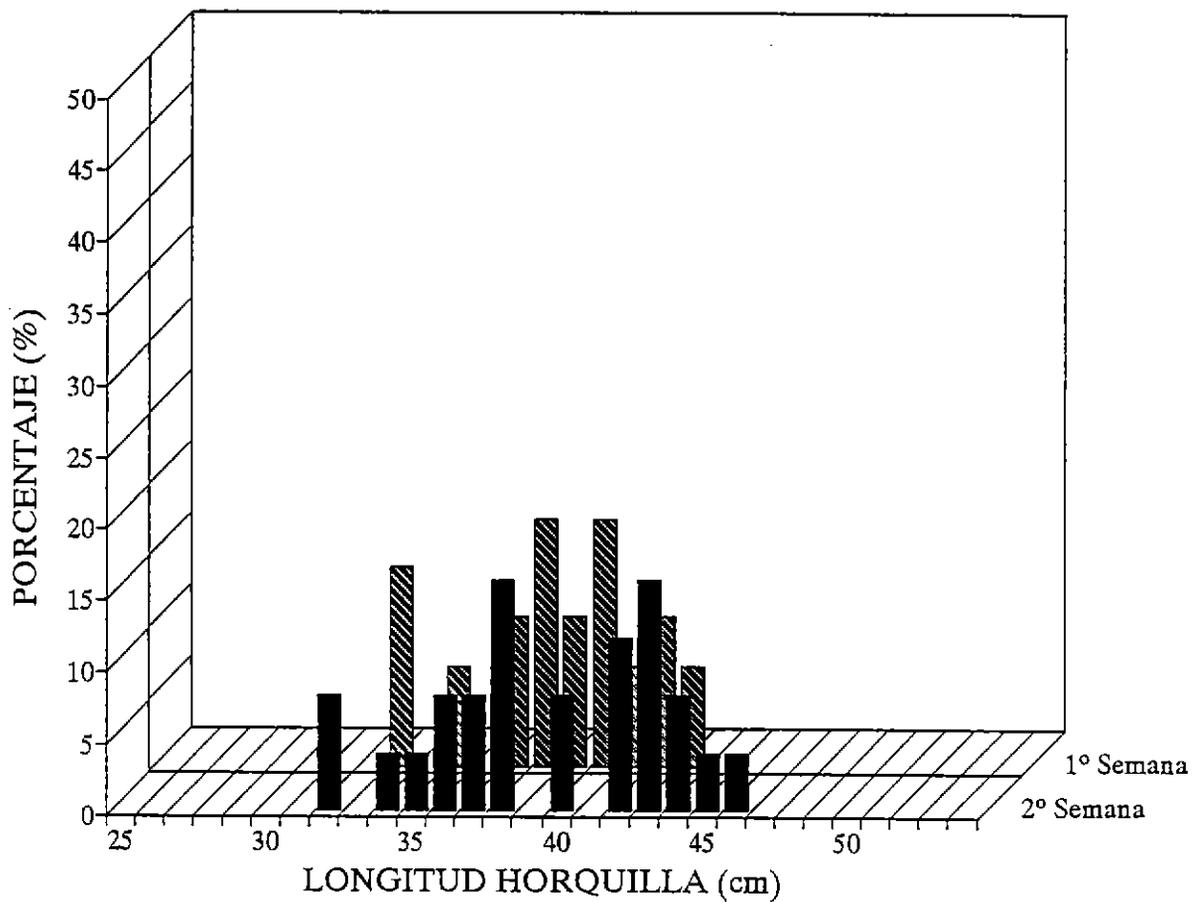


Figura 7. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Enero de 1995.

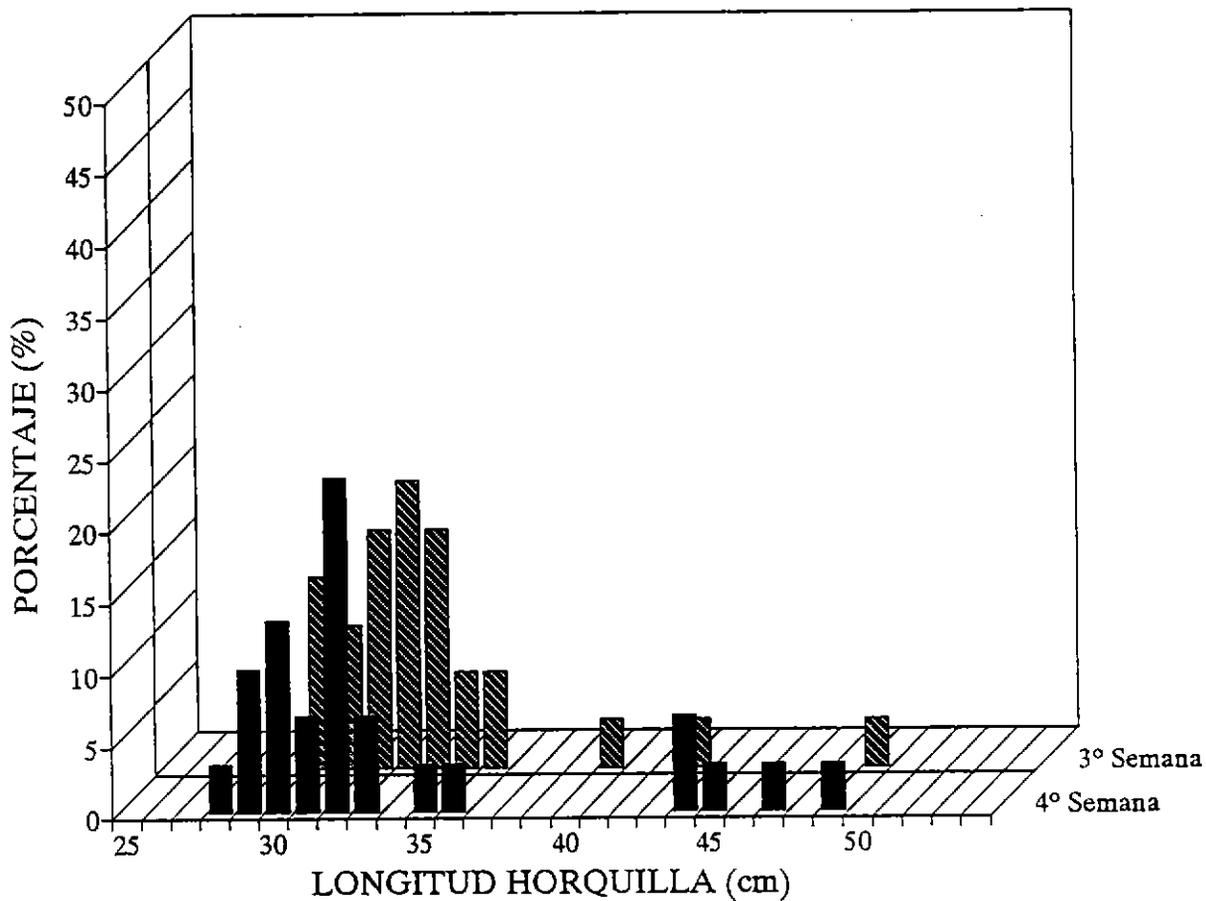


Figura 8. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Marzo de 1995.

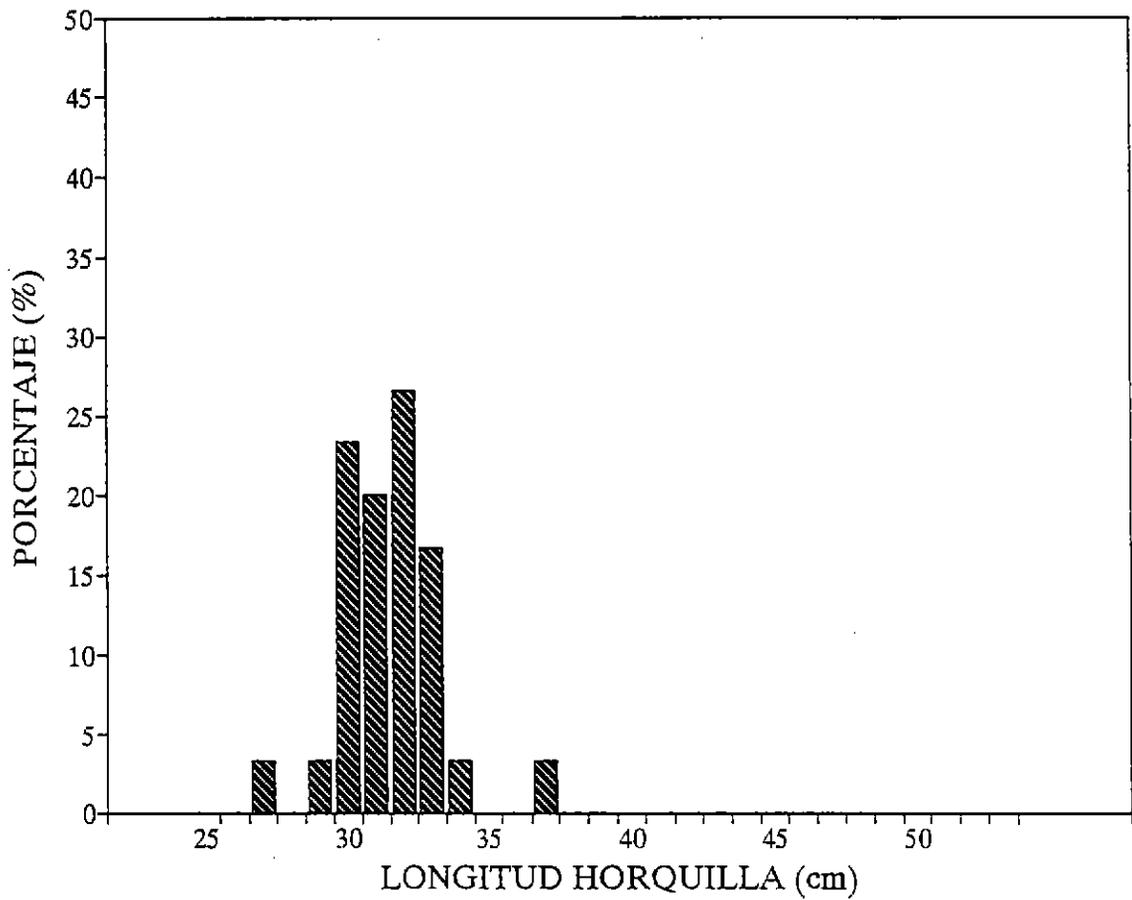


Figura 9. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Abril de 1995.

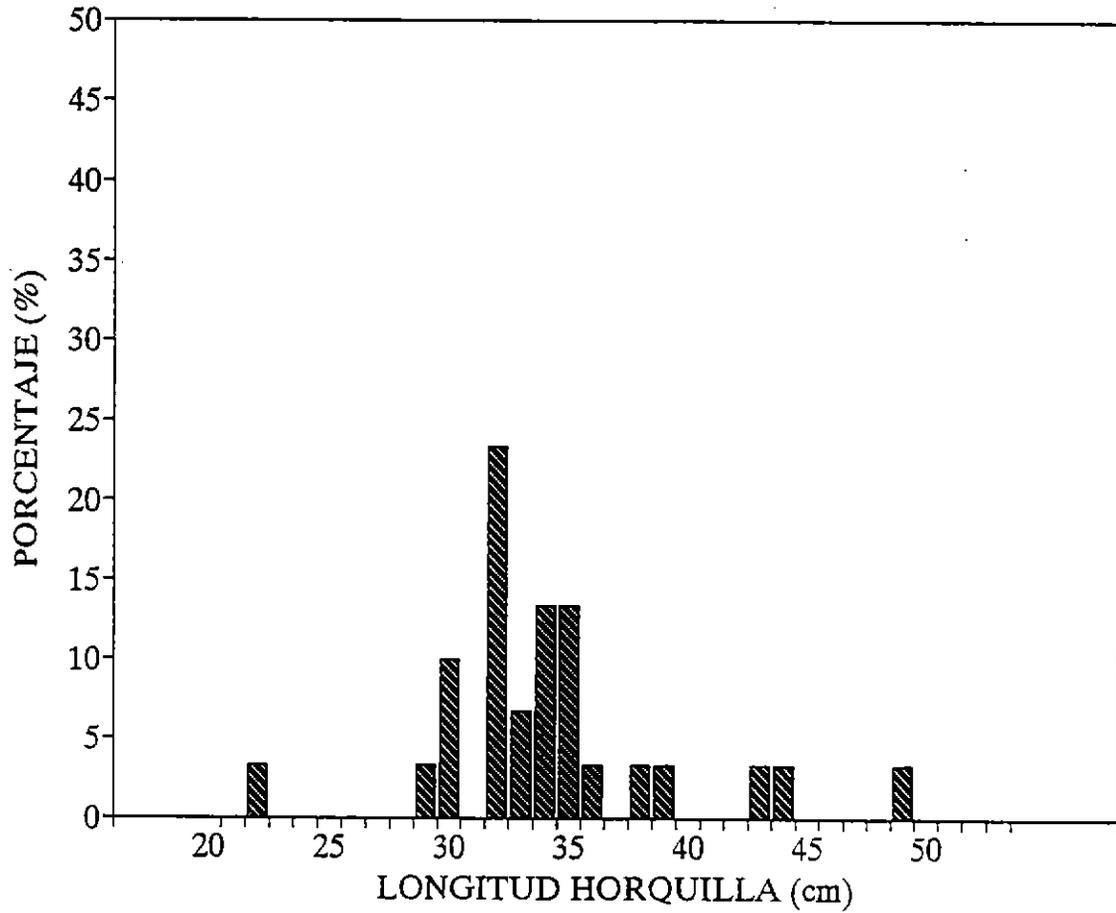


Figura 10. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Mayo de 1995.

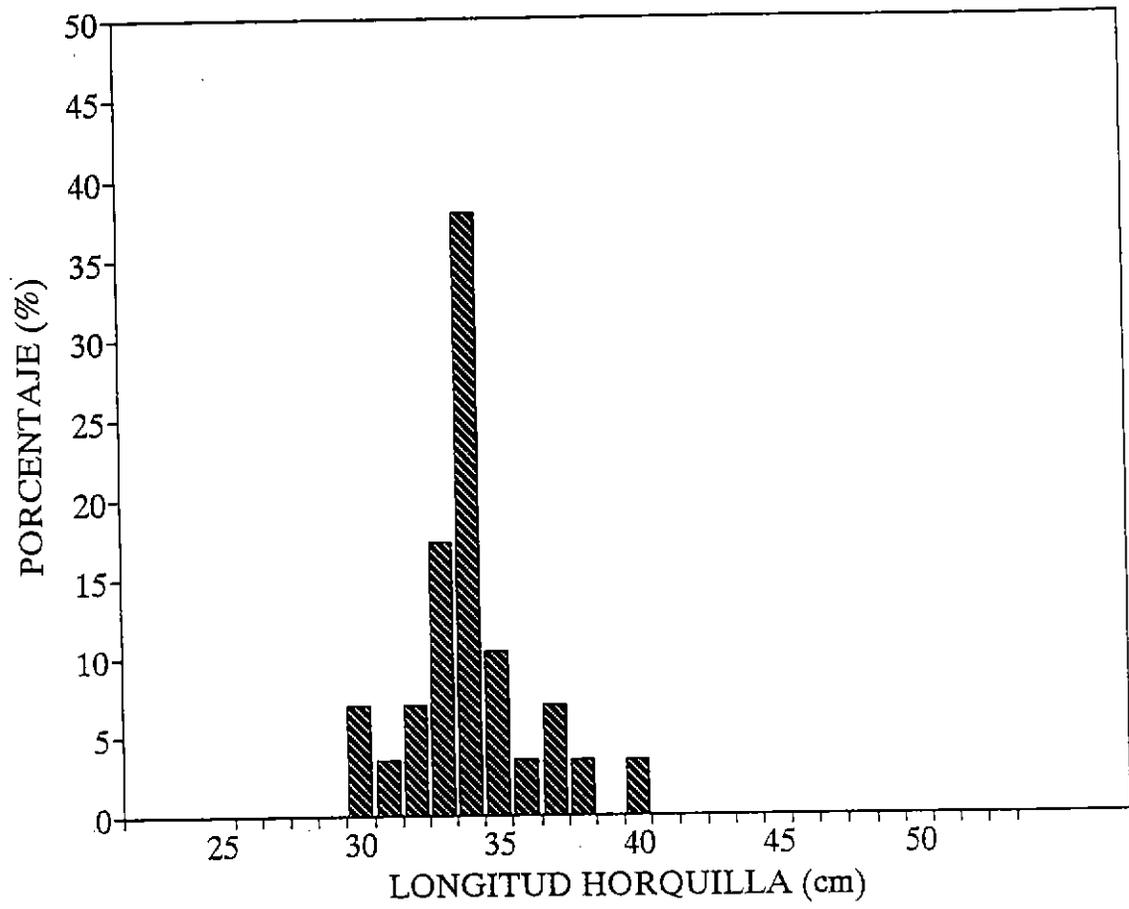


Figura 11. Distribución de frecuencias de tallas de hembras de jurel, utilizadas para obtener los índices gonadosomático y gamético. Junio de 1995.

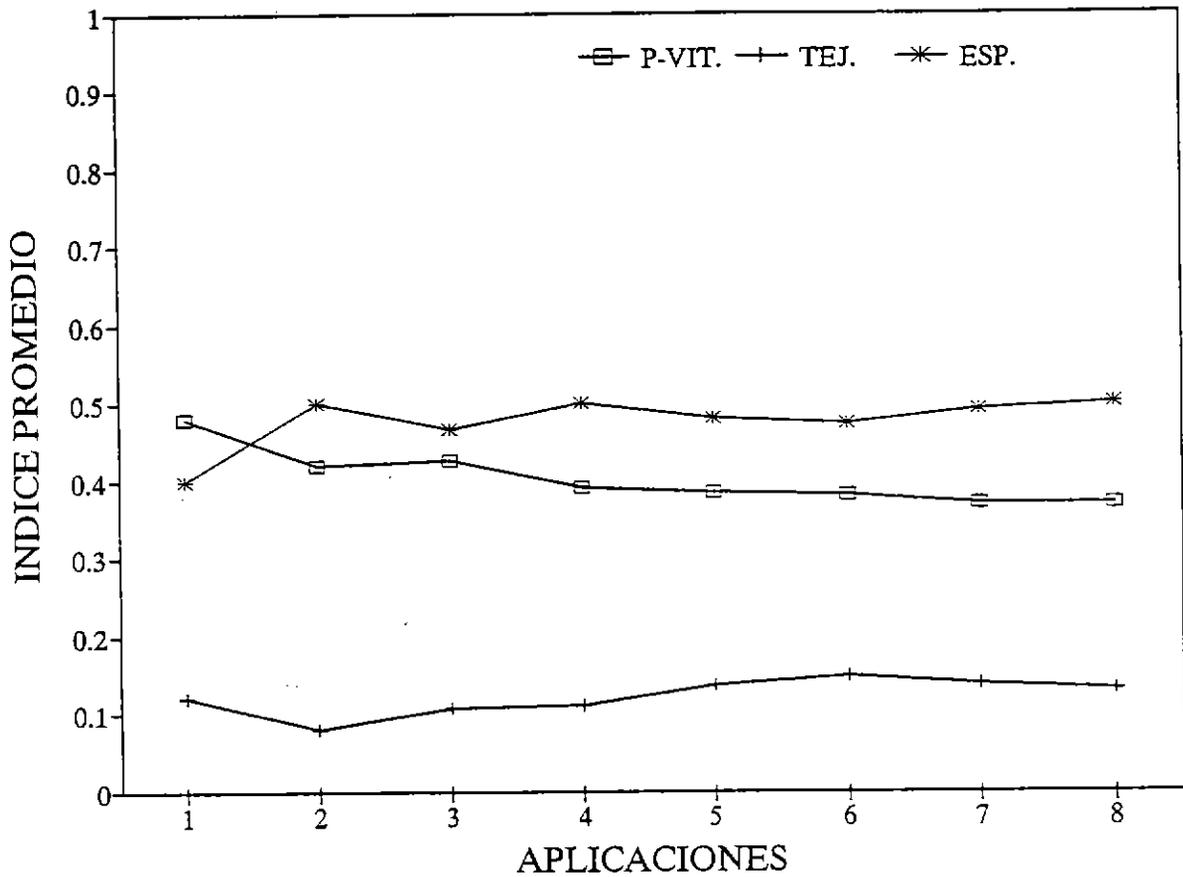


Figura 12.1. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 1, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido.

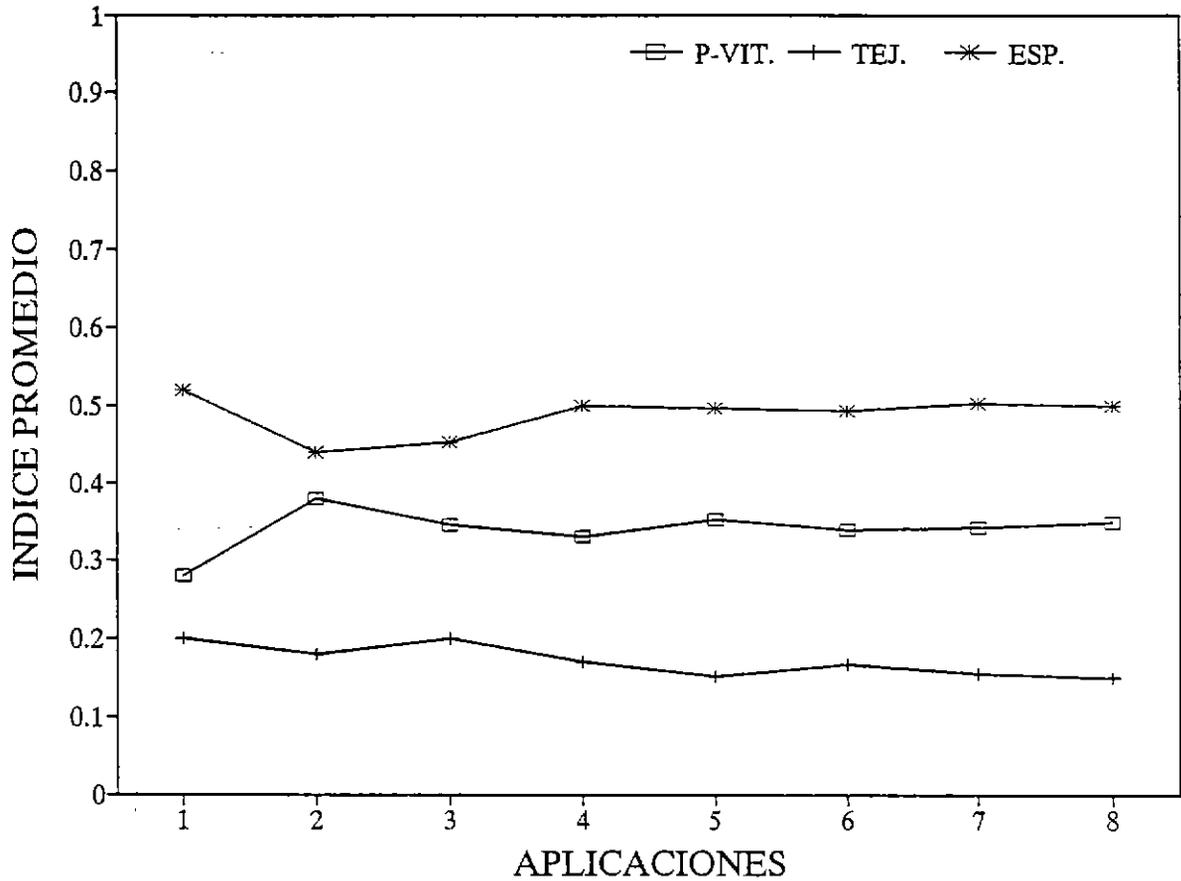


Figura 12.2. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 2, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido.

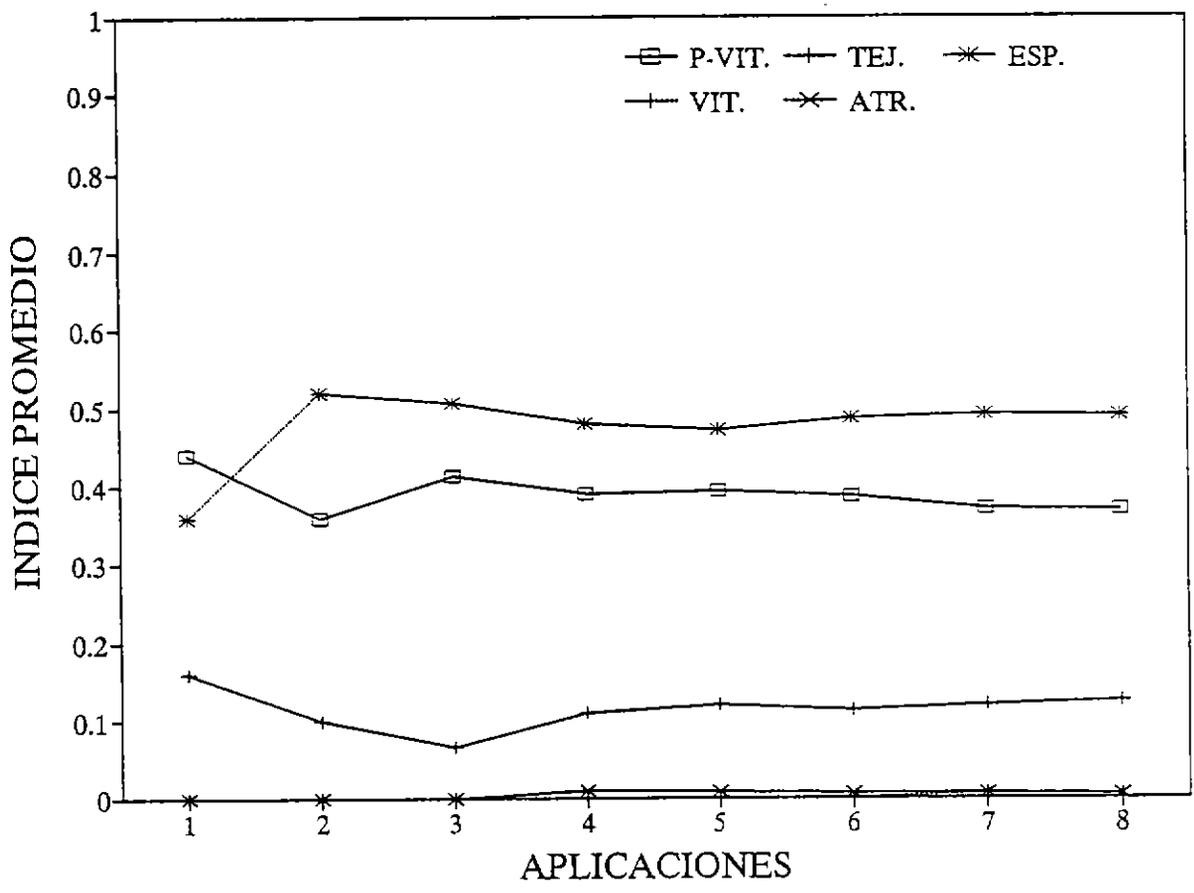


Figura 12.3. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 4, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos y ATR.: atresias.

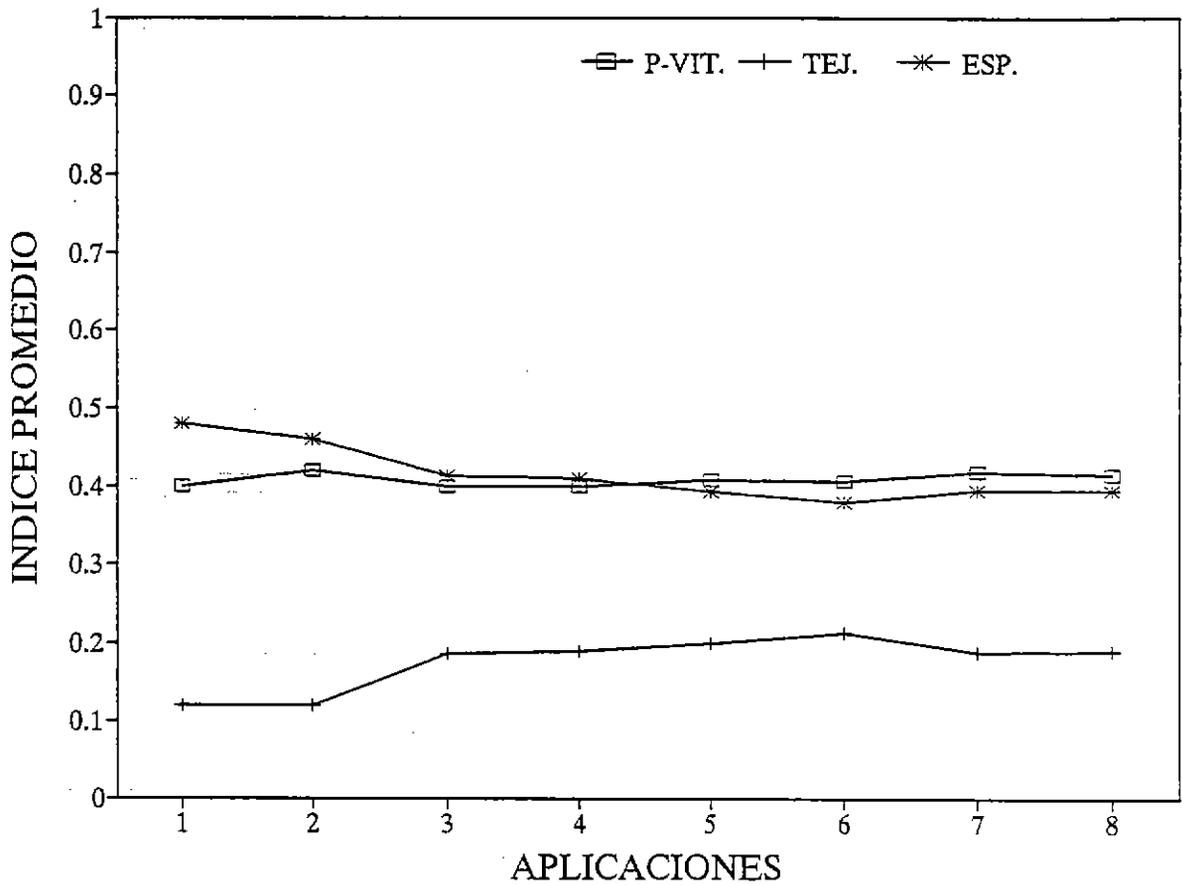


Figura 12.4. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 6, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido.

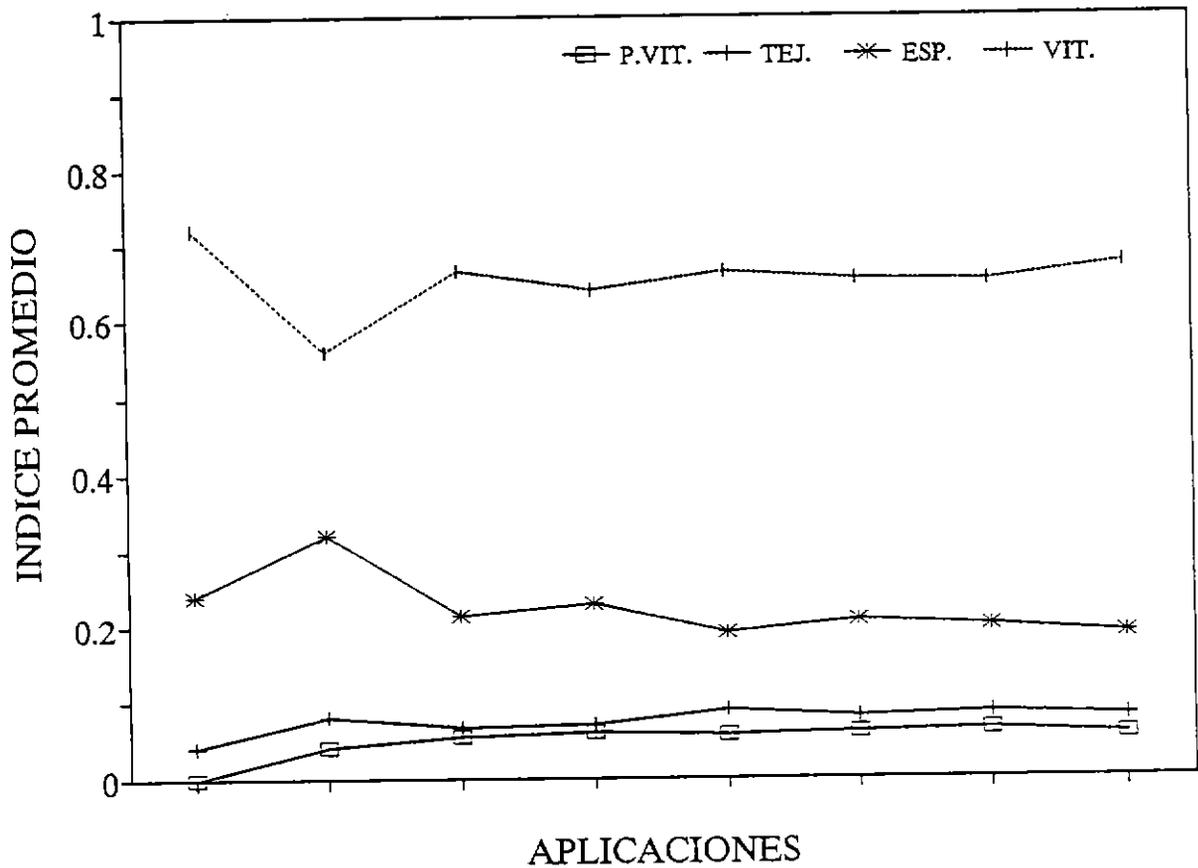


Figura 13.1. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 2, sector medio. Noviembre (C) de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos.

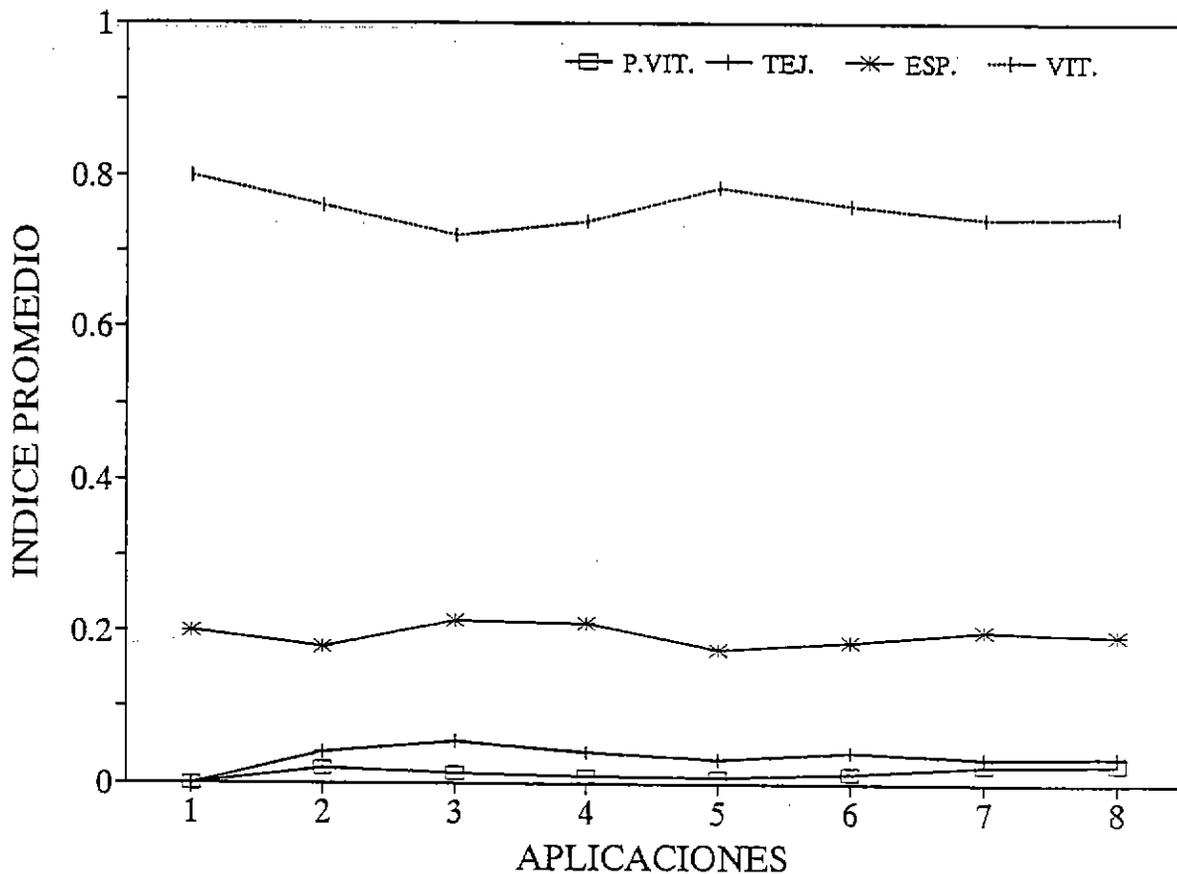


Figura 13.2. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 3, sector medio. Noviembre (C) de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos y ATR.: atresias.

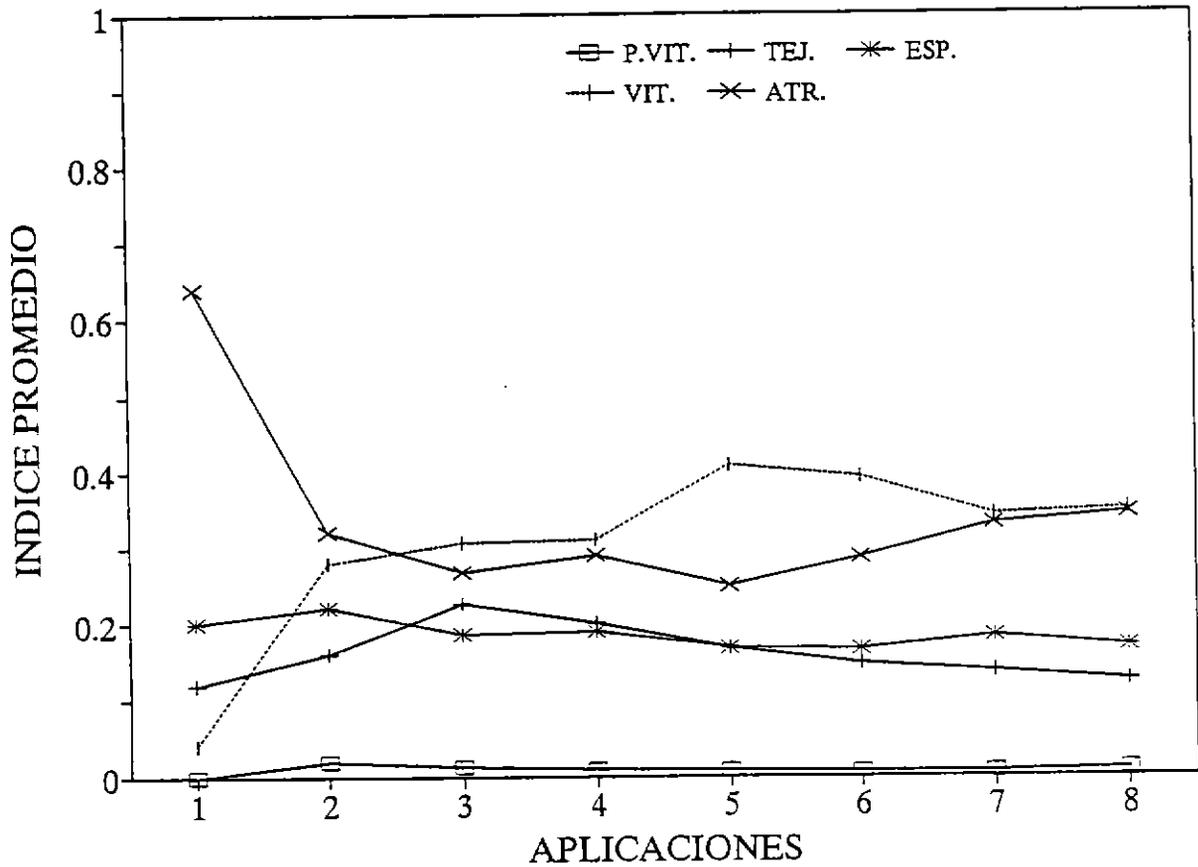


Figura 13.3. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración. Ejemplar 5, sector medio. Junio de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos. ATR.: atresias.

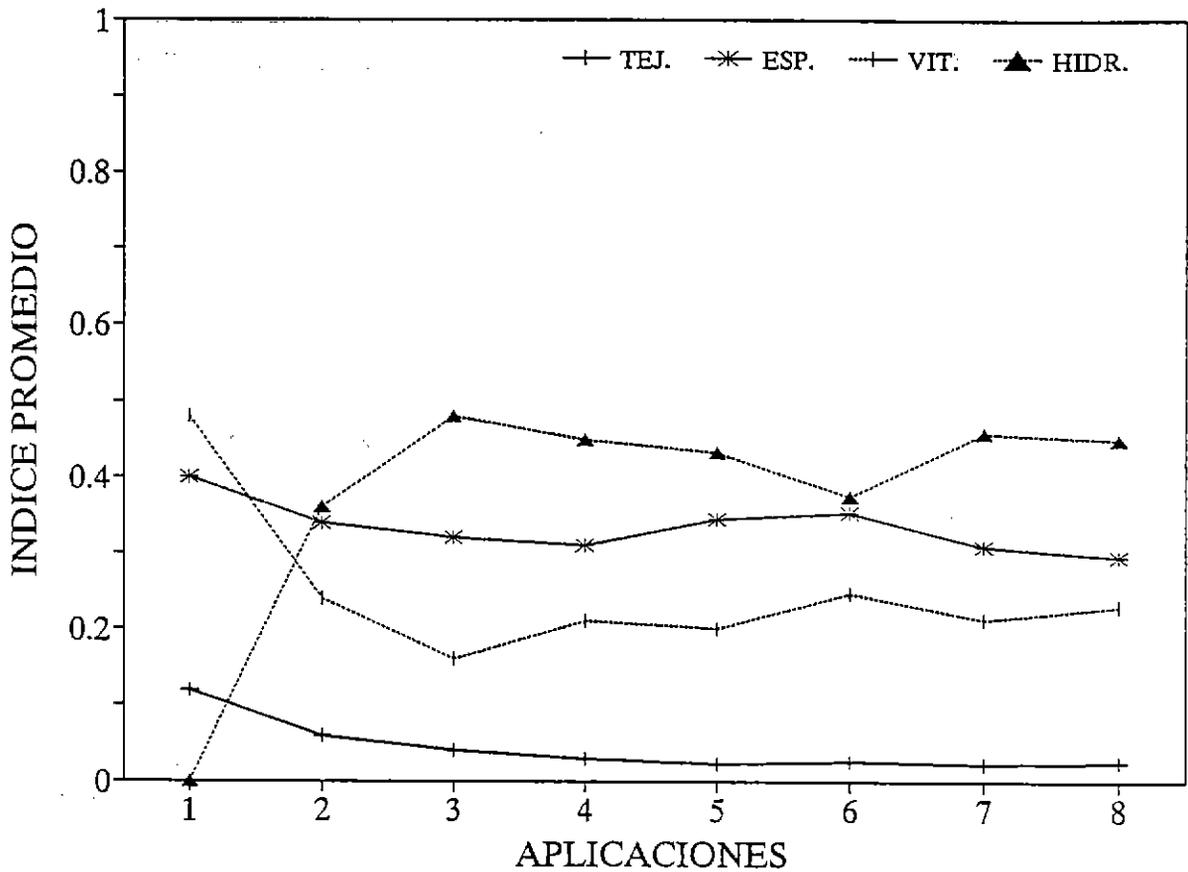


Figura 13.4. Proporción acumulativa para índices promedio de diferentes estructuras gonádicas obtenidas de sucesivas aplicaciones de la placa de integración: Ejemplar 25, sector medio. Noviembre (C) de 1994. P.VIT.: ovocitos previtelogénicos. TEJ.: células de tejido conectivo y germinativo. ESP.: espacios vacíos de tejido. VIT.: ovocitos vitelogénicos e HIDR.: ovocitos hidratados.

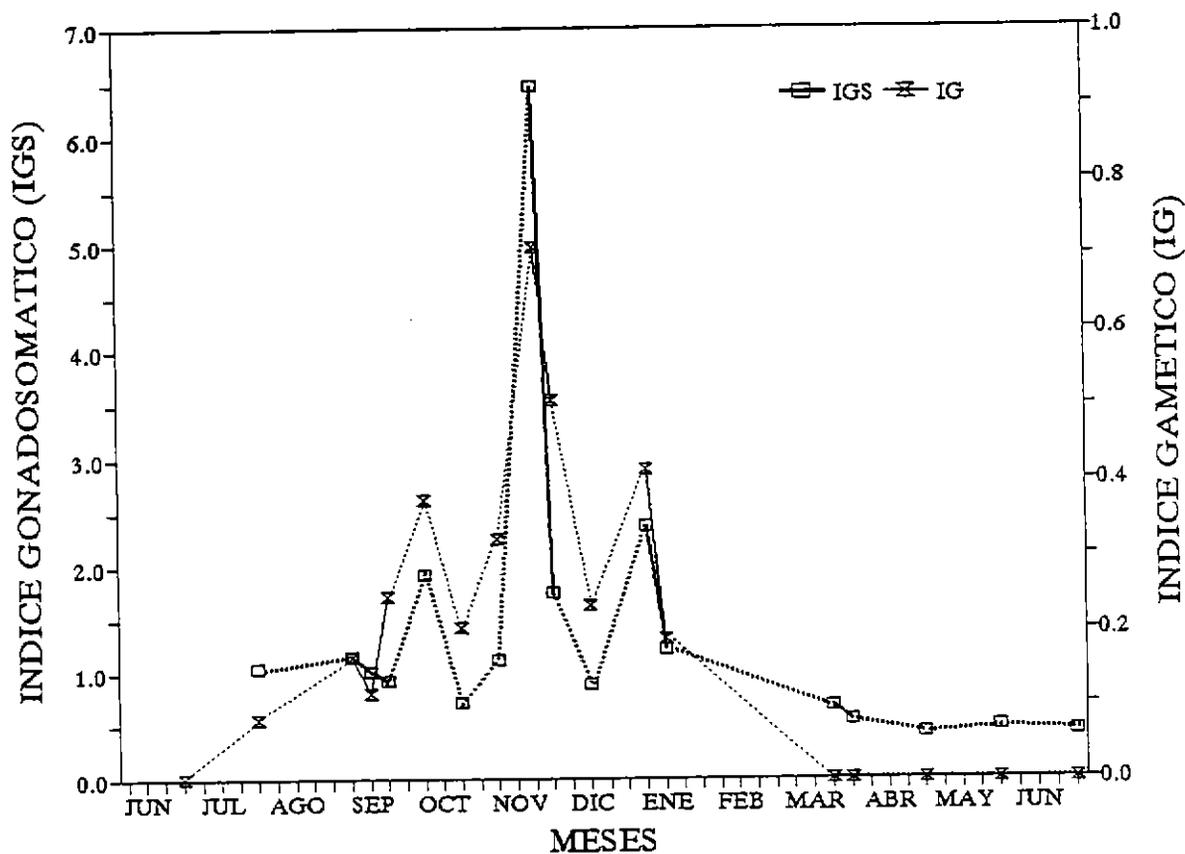


Figura 14. Índice gonadosomático (IGS) e índice gamético (IG) promedio (ovocitos vitelogénicos I, II e hidratados), de gónadas de hembras de jurel. Junio de 1994 a junio de 1995.

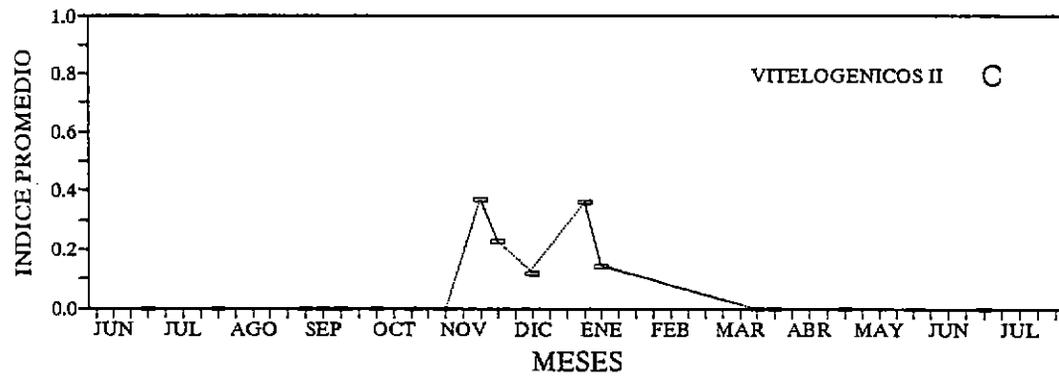
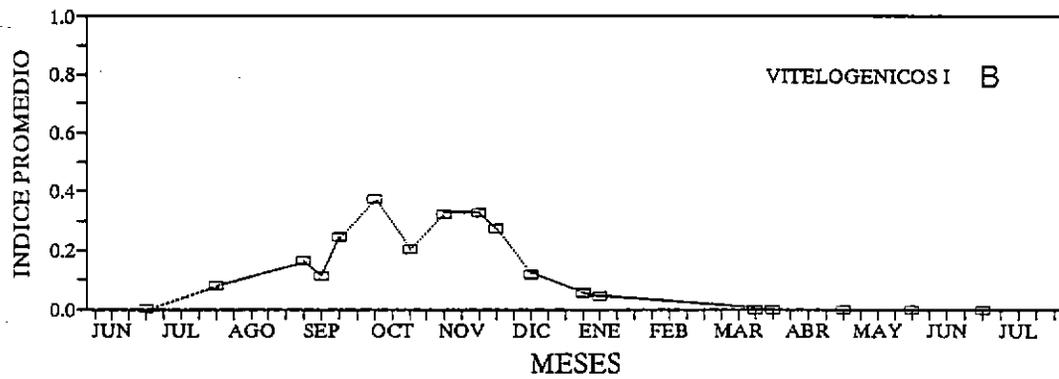
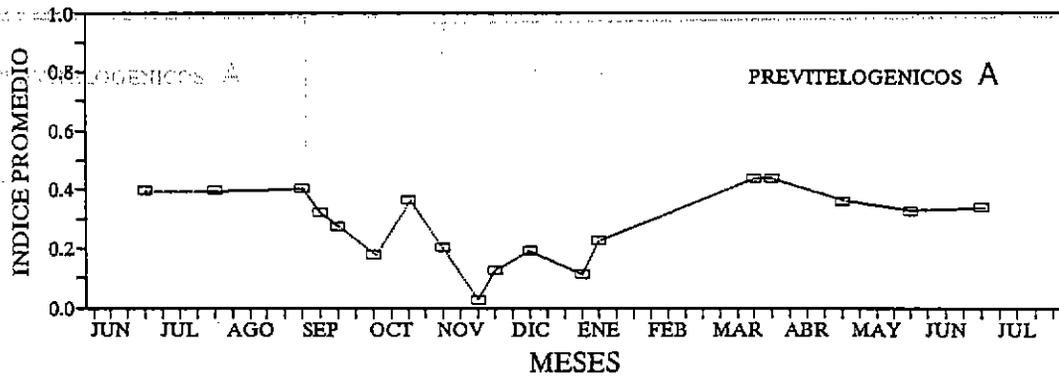


Figura 15. Variación temporal del promedio de los índices de células previtelogénicas (PREVIT.), células vitelogénicas I (VIT. I) y células vitelogénicas II (VIT. II), de gónadas de hembras de jurel. Junio de 1994 a junio de 1995.

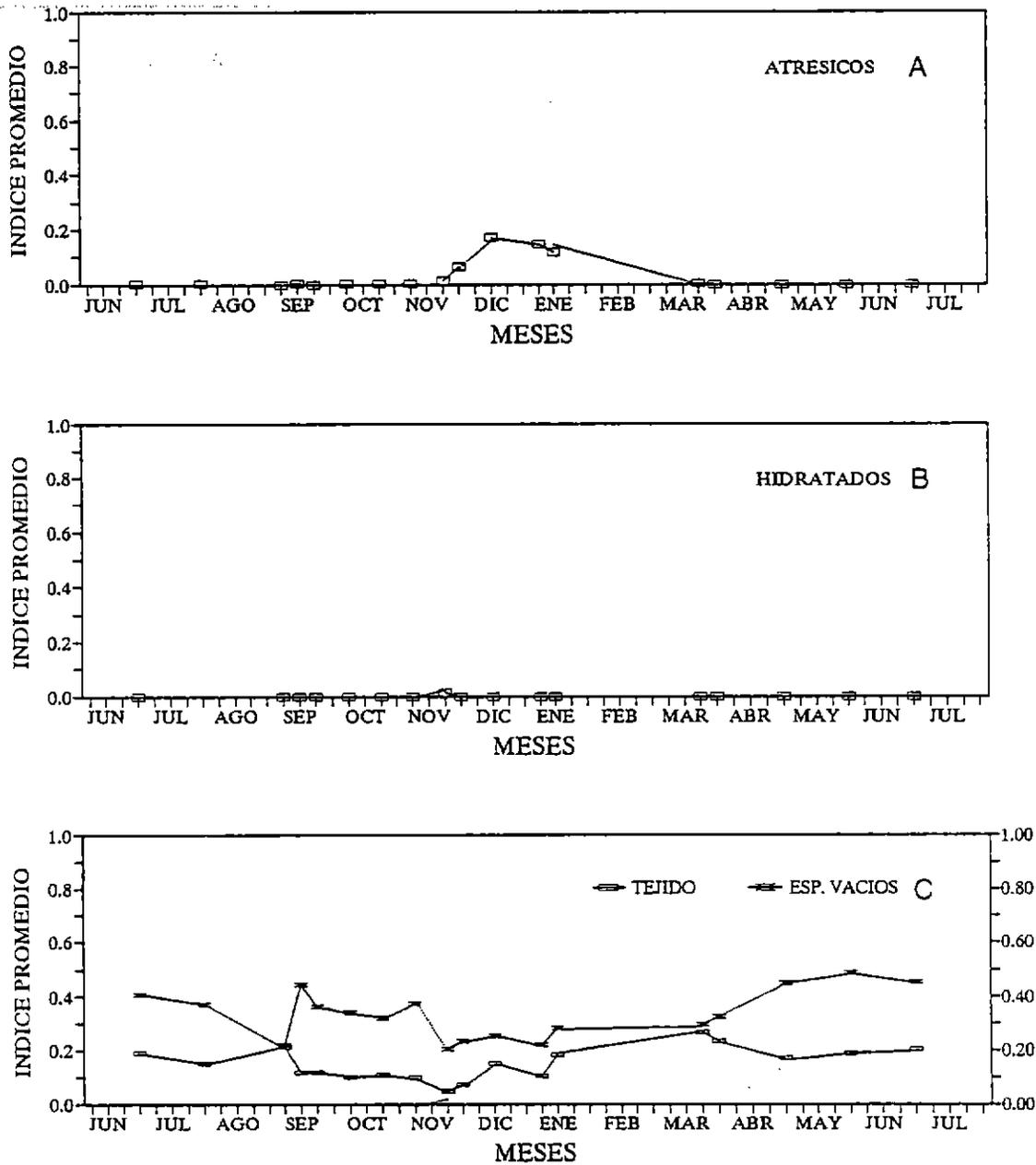


Figura 16. Variación temporal del promedio de los índices de ovocitos hidratados (HIDR.), atresias (ATR.), espacios vacíos (ESP.) y tejido conectivo y germinativo (TEJ.) de gónadas de hembras de jurel. Junio de 1994 a junio de 1995.

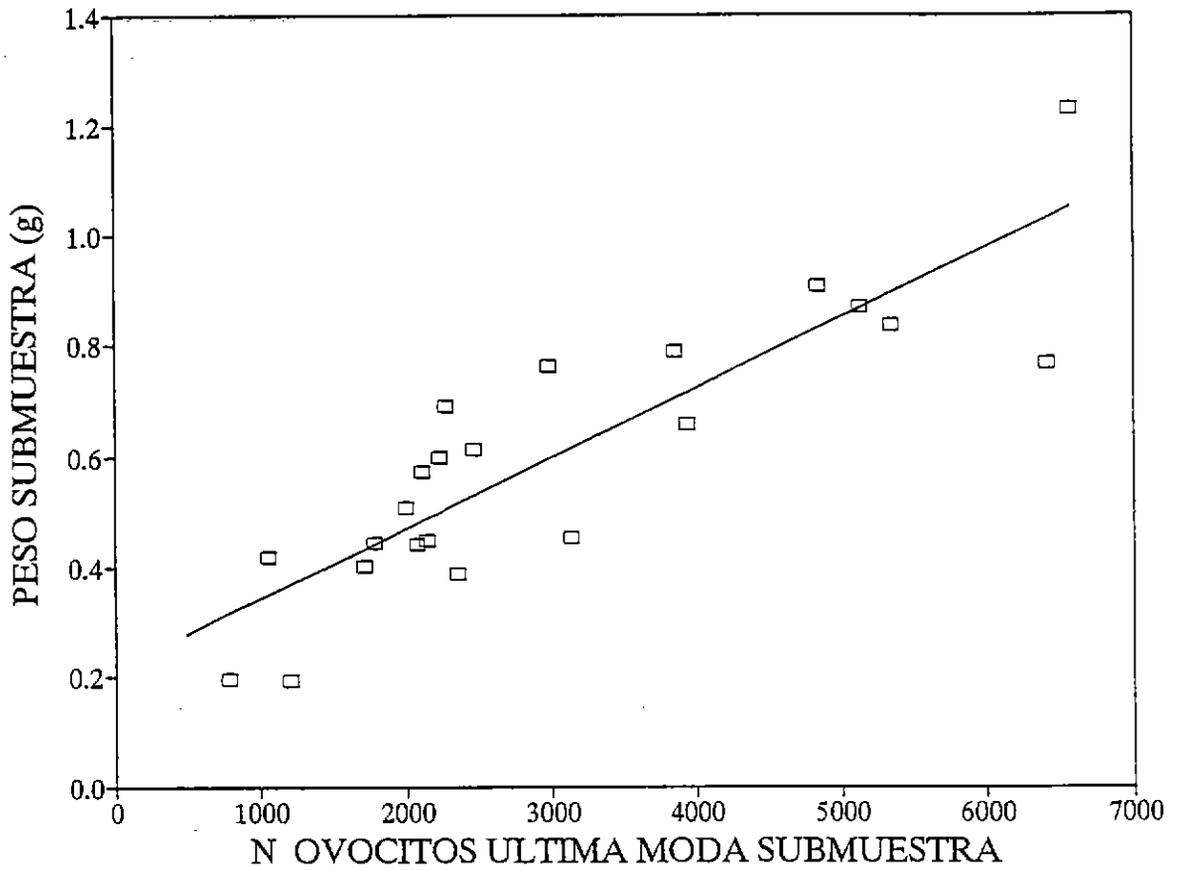


Figura 17.

Relación entre el peso de la submuestra y el número de ovocitos de la última moda en la submuestra de ovarios de hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

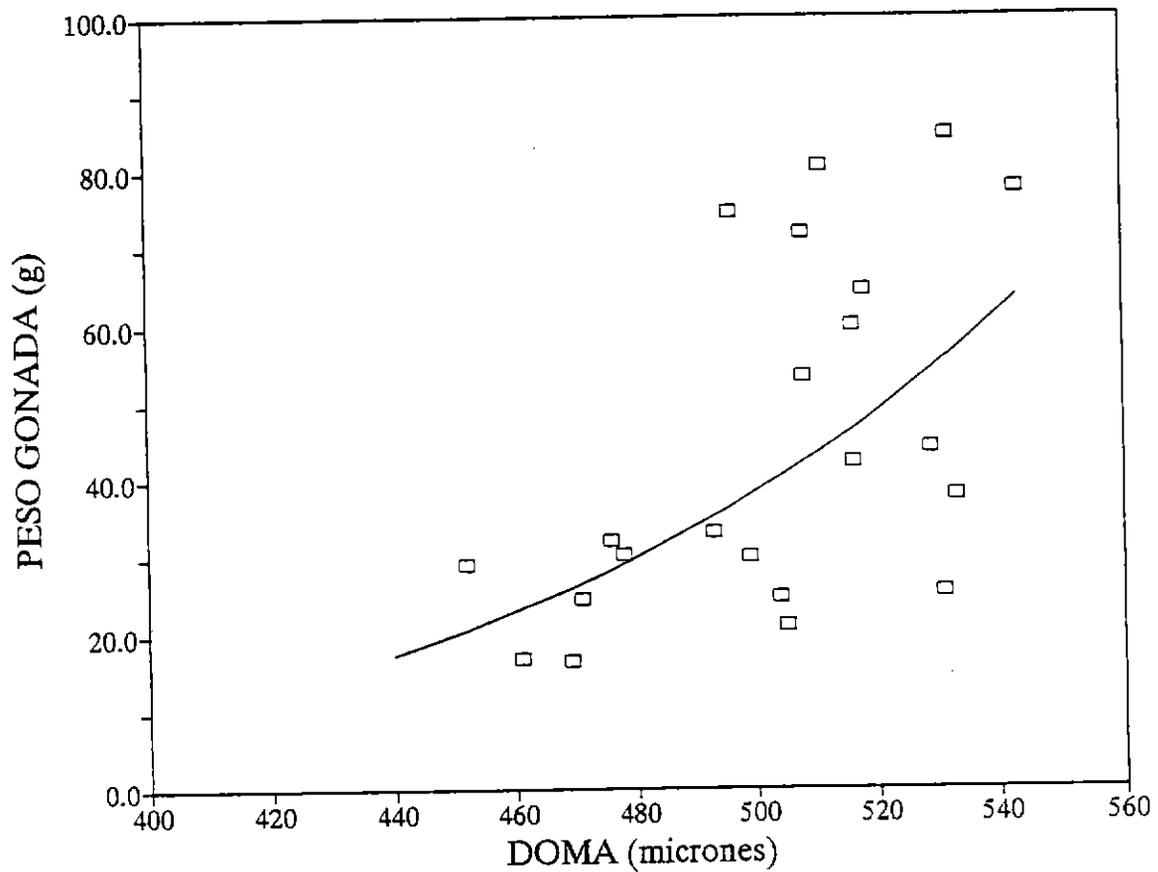


Figura 18. Relación entre el peso de gónada y el diámetro máximo de los ovocitos de la última moda en la submuestra de ovarios de hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

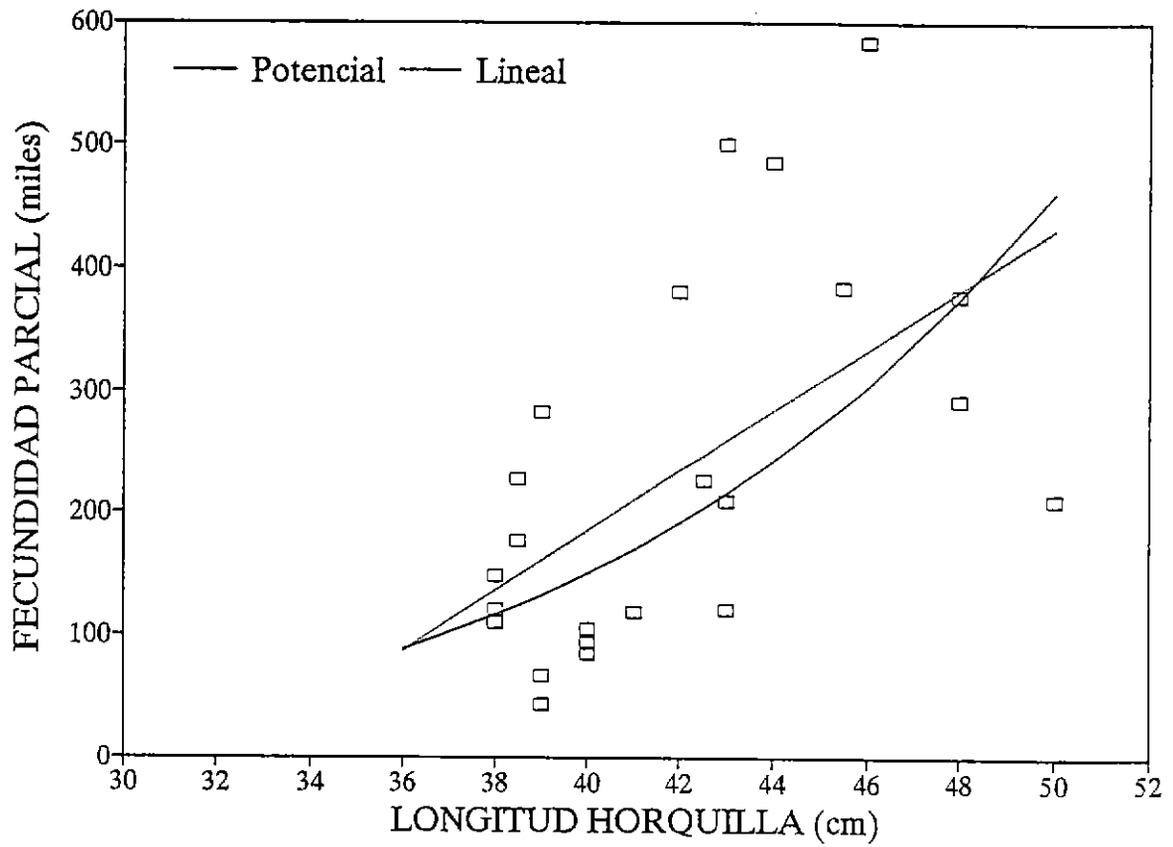


Figura 19. Relación entre la fecundidad parcial y la longitud de horquilla, en hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

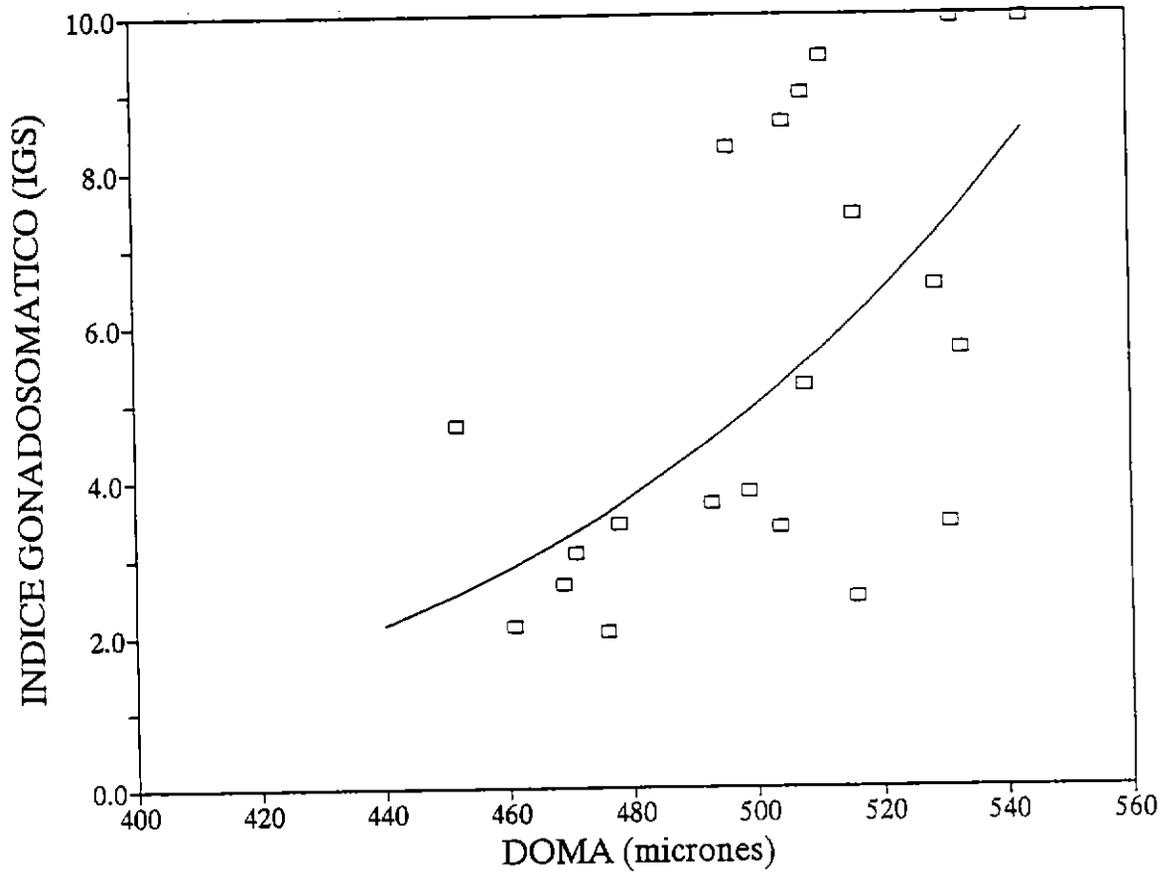


Figura 20. Relación entre el índice gonadosomático y el diámetro máximo de los ovocitos de la última moda, en hembras de jurel de la Octava Región. Octubre y noviembre de 1994 y enero de 1995.

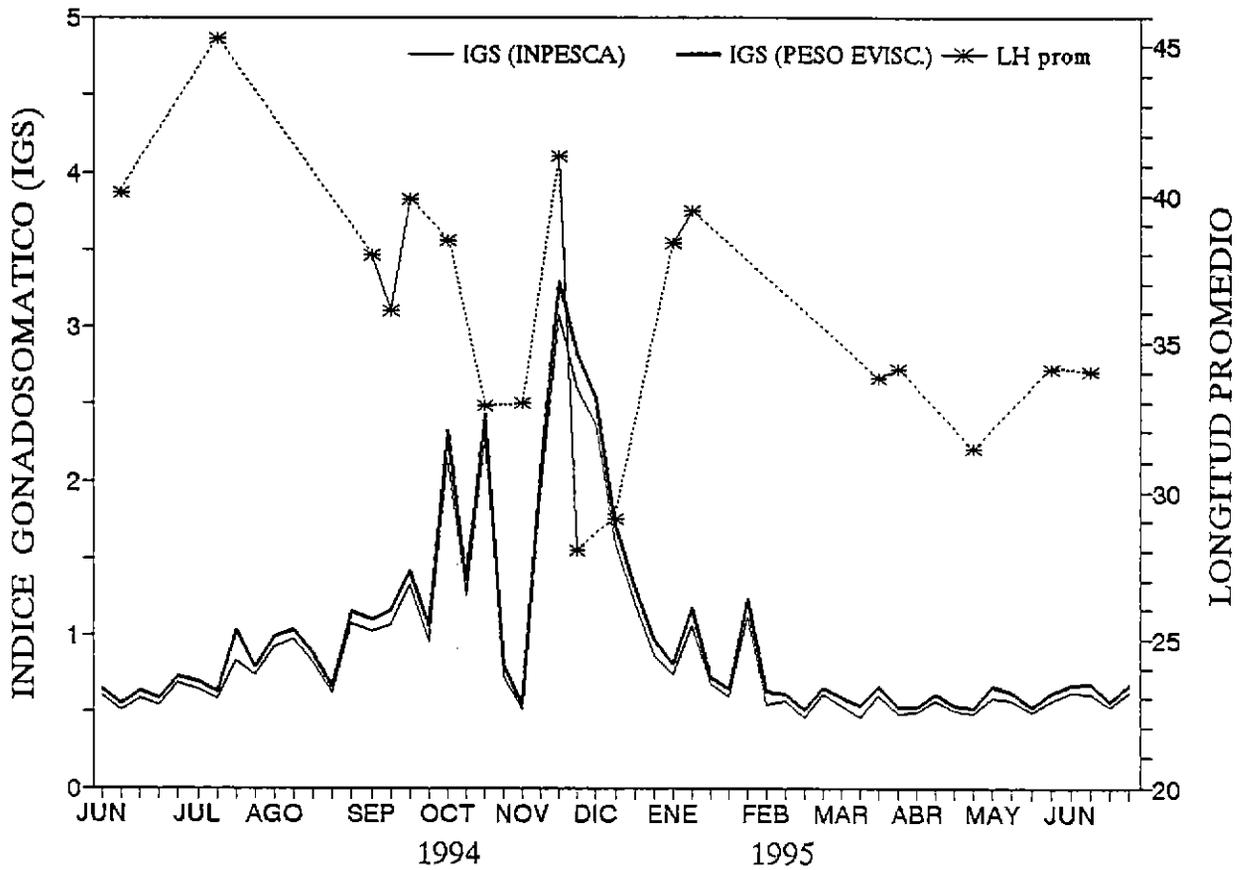
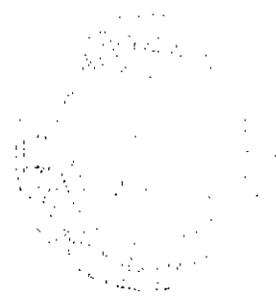


Figura 21. Promedio semanal del índice gonadosomático (IGS) en base al peso total menos el peso de la gónada y al peso eviscerado calculado por INPESCA. Se agrega el tamaño promedio de las hembras de las muestras. Junio de 1994 a junio de 1995.



## CAPITULO 5

Determinación de las relaciones tróficas  
del recurso jurel

SECRETARIA  
DE ECONOMIA

## RESUMEN EJECUTIVO

Se analiza las relaciones tróficas de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile, abarcando desde julio de 1994 hasta junio de 1995. Se indagó en la existencia de una o más unidades ontogenéticas tróficas en *T. s. murphyi*, y razón consumo/biomasa.

Se obtuvo 8.196 estómagos desde 84 muestreos de los desembarques ocurridos en las Regiones Quinta y Octava, de los cuales el 35% presentó algún tipo de contenido. El tamaño muestral comprometido en la oferta técnica fue de  $n \geq 1.350$  estómagos por trimestre.

En los cuatro trimestres estudiados, se confirma que los eufáusidos son la presa más frecuente en los estómagos de *T. s. murphyi*, siguiéndoles los peces linterna. No aparecen como presas de *T. s. murphyi* peces pelágicos costeros de pequeño tamaño, como sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*).

La similitud trófica de *T. s. murphyi* indica que, durante el año de estudio, esta especie en Chile centro-sur no se segregó por tamaños ni por estación en el eje alimentario, por lo que se constituye sólo un grupo ontogenético trófico. La razón consumo/biomasa (Q/B) de *T. s. murphyi*; fue determinada en  $27 \cdot 10^{-2}$ , aportando los eufáusidos con el 97,6% de este valor; los peces linterna contribuyeron sólo con 1,55% a Q/B. El valor de Q/B determinado para todo el año de estudio supone que mensualmente este alcanza a  $2,25 \cdot 10^{-2}$ .

## TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....	iii
LISTADO DE FIGURAS .....	iv
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
2.1. Obtención de las muestras .....	2
2.2. Análisis de la información .....	2
2.2.1. Importancia relativa de las presas .....	2
2.2.2. Selectividad de presas por tamaño .....	3
2.2.3. Similitud trófica .....	4
2.2.4. Tasa instantánea de evacuación gástrica.....	5
2.2.5. Ración diaria de alimento y tiempo de digestión .....	5
2.2.6. Consumo poblacional, medido como la razón consumo/biomasa .....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSION .....	7
3.1. Obtención de las muestras .....	7
3.2. Importancia de las presas .....	8
3.3. Selectividad de presas por tamaño .....	10
3.4. Similitud trófica .....	11
3.4.1. Proporción en peso de las presas, por tamaño de <i>T. s. murphyi</i> .....	11

3.4.2. Similitud trófica propiamente tal .....	14
3.5. Consumo poblacional de <i>T. s. murphyi</i> , expresado como la razón consumo biomasa (Q/B) .....	15
4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	17
ANEXO FIGURAS .....	19

## LEYENDA DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Grupos artificiales de tamaño en *T. s. murphyi*, para análisis de la similitud trófica, con muestras de Chile centro-sur, desde julio de 1994 hasta junio de 1995.
- Tabla 2. Fecha de muestreos, número de estómagos muestreados y con contenido estomacal en cada mes de estudio.
- Tabla 3. Número (N), peso (P) y frecuencia de aparición (F) de los taxa de presas en los estómagos de *T. s. murphyi*, considerando sólo los estómagos con contenido estomacal (todos los valores expresados en porcentaje), e Índice de Importancia Relativa de las presas (IIR, modificado). Invierno de 1994 (Tabla 3a), primavera de 1994 (Tabla 3b), verano de 1995 (Tabla 3c) y otoño de 1995 (Tabla 3d).
- Tabla 4. Promedio (Prom) y desviación estándar (d.s.) del Índice de Selectividad de Presas por Tamaño, U (Ursin, 1973) para las dos principales presas de *T. s. murphyi*; en los cuatro trimestres en estudio: n=número de observaciones; t=tamaño promedio del taxón de presa (porcentaje en peso respecto del predador). Primavera'92 (Serra et al. 1994) e INV-HIDRO'94 (Arancibia et al., 1994).
- Tabla 5. Porcentaje en peso de las presas de *T. s. murphyi*, por grupo de tamaño y estación del año: invierno de 1994 (Tabla 5a), primavera de 1994 (Tabla 5b), verano de 1995 (Tabla 5c) y otoño de 1995 (Tabla 5d).
- Tabla 6. Porcentaje en peso de las presas de *T. s. murphyi*, por grupo de tamaño en el período de estudio (julio de 1994 a junio de 1995)
- Tabla 7. Porcentaje total en peso de las presas de *T. s. murphyi*, por trimestre, en el período de estudio (julio de 1994 a junio de 1995)
- Tabla 8. Consumo poblacional de *T. s. murphyi* de Chile central, expresado como la razón entre el consumo (Q) y la biomasa (B), esto es  $Q/B$ , y su porcentaje para primavera e invierno de 1994 y verano y otoño de 1995 Nota: La diferencia con el total corresponde a otros taxa de presa.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Índice de Importancia Relativa en *T. s. murphyi* en invierno de 1994 (I-94), primavera de 1994 (P-94), verano de 1995 (V-95) y otoño de 1995 (O-95).
- Figura 2. Tamaño de presas (%), a proveniente del índice de selectividad de Ursin aplicada a *T. s. murphyi* en invierno de 1994 (I-94), primavera de 1994 (P-94), verano de 1995 (V-95) y otoño de 1995 (O-95).
- Figura 3. Dendrograma de similitud trófica en invierno de 1994 para los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, eliminando los taxa "restos de" (para detalles, ver el texto). SIM promedio: 0,93. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.
- Figura 4. Dendrograma de similitud trófica en primavera de 1994 para los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, eliminando los taxa "restos de" (para detalles, ver el texto). SIM promedio: 0,86. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.
- Figura 5. Dendrograma de similitud trófica de los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, en verano de 1995. SIM promedio: 0,93. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.
- Figura 6. Dendrograma de similitud trófica de los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, en otoño de 1995. SIM promedio: 0,74. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.jurel.
- Figura 7. Dendrograma de similitud trófica entre grupos de tamaños de *T. s. murphyi* durante todo el período de estudio (julio 1994-junio 1995) sin considerar las estaciones. SIM promedio: 0,91. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.jurel.
- Figura 8. Dendrograma de similitud trófica entre trimestres en *T. s. murphyi*, durante el período de estudio (julio 1994-junio 1995). SIM promedio: 0,90. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.jurel. La estación se señala con su letra inicial y el año con los dos dígitos.
- Figura 9. Dendrograma de similitud trófica entre grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, durante todo el período estudio (julio 1994-junio 1995) considerando las estaciones. SIM promedio: 0,84. Para nomenclatura, ver texto y figuras anteriores.

## 1. INTRODUCCION

*Trachurus symmetricus murphyi* es el principal recurso pesquero en Chile central. En 1994, el desembarque nacional de este recurso alcanzó a 4,04 millones de toneladas, aportando la Octava Región con el 80% de las capturas (SERNAP, 1995). correspondiendo éste último al mayor desembarque histórico, debido principalmente al aumento del esfuerzo de pesca (Aran-cibia et al., 1995). *T. s. murphyi* se distribuye por el Océano Pacífico Sur desde las Islas Galápagos hasta la región austral de Chile (Grechina, 1992), y desde el margen oriental hasta las costas de Nueva Zelanda (Evseenko, 1987; Jones, 1990).

*T. s. murphyi* es una especie pelágica que habita las zonas costeras y oceánicas. En las aguas internacionales, esta especie se distribuye en grandes cardúmenes, desde 78°W hasta 160°W. La principal área de distribución se localiza entre 33°S y 48°S (Grechina, 1992). Serra (1991) sugirió que *T. s. murphyi* se agrega en grandes cardúmenes en la zonas costeras de Chile central con propósitos de alimentación, principalmente en otoño e invierno, cuando ocurren las principales capturas. Esta inmigración es seguida por una emigración reproductiva hacia el mar abierto en primavera y verano (Grechina, 1992).

Cornejo (1991) analizó la alimentación de *T. s. murphyi* capturado frente al litoral de Chile central, en el invierno de 1990, y sugirió que la principal causa de agregación de esta especie se debía a la alimentación, rechazando la hipótesis de la reproducción, que ocurre entre noviembre y febrero, así como al escape a los depredadores, los que no se encuentran abundantemente en el área estudiada. Entonces,

debido a que la componente trófica en las agregaciones de *T. s. murphyi* parece ser importante, se ha planteado el siguiente objetivo específico:

- \* Determinar las relaciones tróficas de *T. s. murphyi* en la zona de estudio.

Este objetivo específico se ha desglosado en:

- \* Identificación de presas (peso y número).
- \* Determinación de coeficiente instantáneo de evacuación gástrica.
- \* Identificación de unidades ontogenéticas tróficas.
- \* Determinación del consumo poblacional por trimestre a través de la razón consumo/biomasa (Q/B).

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. OBTENCION DE LAS MUESTRAS

Se obtuvo muestras semanales al azar desde líneas de descarga de empresas pesqueras ubicadas en puertos de la Quinta y Octava Región (San Antonio, San Vicente, Talcahuano, Coronel y Tomé), desde de julio de 1994 hasta junio de 1995, abarcando un año de muestreo.

### 2.2. ANALISIS DE LA INFORMACION

#### 2.2.1. IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS PRESAS

En el laboratorio, las presas fueron identificadas al nivel

más específico posible y luego pesadas y contadas. Sin embargo, aunque en el grupo "eufáusidos" puede aparecer más de una especie, se las agrupó en una sola categoría, debido a que largamente la principal especie es *Euphausia mucronata*. De igual forma, aunque en el grupo "peces linterna" puede aparecer más de una especie, incluyendo a mictóficos y gonostomátidos, se los agrupó en una sola categoría, debido a la escasez de material y a la dificultad para identificar las presas en los estómagos, ya que rara vez se encuentran completas.

La importancia relativa de cada taxón de presa fue determinada mediante el Índice de Importancia Relativa, IIR (Pinkas et al., 1971; fide Hyslop, 1980), modificado en el presente estudio a la forma logarítmica (para disminuir las excesivas diferencias numéricas entre valores), según la siguiente expresión:

$$IIR = \log[(N + P) \times F + 1] \quad (1)$$

donde: N es el número de presas de cada taxón en los estómagos de *T. s. murphyi*; P es el peso, F es la frecuencia de aparición; tanto N como P y F son expresados porcentualmente.

#### 2.2.2. SELECTIVIDAD DE PRESAS POR TAMAÑO

La selectividad de presas por tamaño en *T. s. murphyi* fue determinada con el Índice de Selectividad de Ursin, U (Ursin, 1973), según la siguiente expresión:

$$U = \ln\left(\frac{w_i}{w_j}\right) \quad (2)$$

donde:  $w_i$  es el peso del predador  $i$ ;  $w_j$  es el peso del taxón de presa  $j$  en el contenido estomacal de  $i$ .

### 2.2.3. SIMILITUD TROFICA

La similitud trófica en *T. s. murphyi* fue determinada mediante el índice de similitud de Bray-Curtis (Bloom, 1981), según la siguiente expresión:

$$IST = \frac{\sum_{j=1}^m \min(x_{ij}, x_{kj})}{\sum_{j=1}^m (x_{ij} + x_{kj})} \quad (3)$$

donde:  $x_{ij}$  es el peso (en porcentaje) del  $j$ -ésimo taxón de presa en el  $i$ -ésimo grupo de tamaño;  $x_{kj}$  es el peso (en porcentaje) del mismo taxón de presa  $j$  en el  $k$ -ésimo grupo de tamaño.

Para los análisis de la similitud trófica intraespecífica en *T. s. murphyi*, se construyó siete grupos (Tabla 1).

Tabla 1. Grupos artificiales de tamaño en *T. s. murphyi*, para análisis de la similitud trófica, con muestras de Chile centro-sur, desde julio de 1994 hasta junio de 1995.

Grupo	Longitud horquilla (cm)	
	desde	hasta
0	21	25
1	26	30
2	31	35
3	36	40
4	41	45
5	46	50
6	51	55

#### 2.2.4. TASA INSTANTANEA DE EVACUACION GASTRICA

La tasa instantánea de evacuación gástrica para crustáceos,  $R_{cr}$  (Mehl y Westgard, 1983), ha sido determinada con la expresión:

$$R_{cr} = 0,005 \times e^{0,2 \times T} \quad (4)$$

donde T es la temperatura promedio del agua a la profundidad de captura, correspondiendo a 11,56 (invierno), 12,5 (primavera), 12,5 (verano) y 11,0 (otoño) °C. (Fuente de información: registros a bordo del B/I Abate Molina en Chile centro-sur, en cruceros realizados en invierno de 1994, primavera y verano de 1992, y otoño de 1992).

La tasa instantánea de evacuación gástrica para peces,  $R_{pc}$  (Macpherson, 1985), ha sido determinada con la expresión:

$$R_{pc} = 0,0149 \times e^{0,1209 \times T} \quad (5)$$

donde T corresponde igualmente a la temperatura del agua a la profundidad de captura.

#### 2.2.5. RACION DIARIA DE ALIMENTO Y TIEMPO DE DIGESTION

La ración diaria de alimento (RD) se ha determinado con la siguiente expresión propuesta por Diana (1979):

$$RD = \frac{W_p \times N_f}{TD \times N_c} \quad (6)$$

donde:  $W_p$  es el peso promedio de cada taxón de presa en el

contenido estomacal de *T. s. murphyi*, en porcentaje respecto del peso total del depredador; TD es el tiempo de digestión, en días;  $N_t$  es el número de estómagos conteniendo un determinado taxón de presa;  $N_t$  es el número total de estómagos.

El tiempo de digestión, TD (en días), se determinó de acuerdo a la siguiente expresión propuesta Worobec (1984):

$$S_t = S_0 \times e^{-R \times TD} \quad (7)$$

por lo que

$$TD = - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{S_0}\right)}{R} \quad (8)$$

donde:  $S_t$  es el peso del taxón de presa al final del período de digestión, considerado arbitrariamente igual al dos por ciento del peso inicial de la presa (Macpherson, 1985);  $S_0$  es el peso inicial de la presa; R es la tasa instantánea de evacuación gástrica, en horas.

#### 2.2.6. CONSUMO POBLACIONAL, MEDIDO COMO LA RAZON CONSUMO/BIOMASA

El consumo poblacional se ha calculado de acuerdo a la expresión utilizada por Livingston et al. (1986), reordenada en el presente estudio como:

$$\frac{Q_{ijk}}{B_j} = RD_{ij} \times D_i \times P_{ijk} \quad (9)$$

donde:  $Q_{ijk}$  es el consumo de la presa  $k$  por el depredador  $j$  durante el tiempo de estudio  $i$ ;  $B_j$  es la biomasa del depredador  $j$ ;  $RD_{ij}$  es la ración diaria de alimento, en fracción respecto del peso del depredador  $j$  en el tiempo de estudio  $i$ ;  $D_i$  es el tiempo de estudio (considerado arbitrariamente como 90 días);  $P_{ijk}$  es la proporción en peso de la presa  $k$  consumida por el depredador  $j$  en el período de estudio  $i$ .

La razón consumo/biomasa anual ( $Q_j/B_j$ ) se determinó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\frac{Q_j}{B_j} = \sum_i \frac{Q_{ijk}}{B_j} \quad (10)$$

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. OBTENCION DE LAS MUESTRAS

Los ejemplares de *T. s. murphyi* fueron obtenidos en 84 muestreos desde los desembarques industriales en puertos de la Quinta y Octava Región, desde julio de 1994 hasta junio de 1995, correspondiendo a las temporadas de invierno y primavera de 1994; y verano y otoño de 1995 (Tabla 2).

El número total de estómagos alcanzó a 8.196, de los cuales 2.897 (35%) presentaron algún tipo de contenido, siendo este valor mayor en las muestras obtenidas en Talcahuano.

Tabla 2. Fecha de muestreos, número de estómagos muestreados y con contenido estomacal en cada mes de estudio.

TRIMESTRE	MES	AÑO	NUMERO DE ESTOMAGOS TOTAL	C/CONTENIDO
INVIERNO	julio	1994	425	134
	agosto	1994	487	187
	septiembre	1994	398	262
			1.310	583
PRIMAVERA	octubre	1994	466	151
	noviembre	1994	611	223
	diciembre	1994	834	394
			1.911	768
VERANO	enero	1995	1.026	345
	febrero	1995	902	475
	marzo	1995	768	330
			2.696	1.130
OTOÑO	abril	1995	766	35
	mayo	1995	801	84
	junio	1995	712	117
			2.279	236
<b>TOTAL "ANUAL"</b>			<b>8.196</b>	<b>2.897</b>

### 3.2. IMPORTANCIA DE LAS PRESAS

En términos relativos, los eufáusidos dominaron en la alimentación de *T. s. murphyi* de manera consistente durante los cuatro trimestres (Fig. 1), tanto en número como en peso y frecuencia de aparición (Tablas 3a, 3b, 3c y 3d). Los peces linterna también estuvieron presentes en los cuatro trimestres, siendo la segunda presa en importancia relativa, debido mayormente a la variable peso. Los otros taxa de presas presentan una importancia relativa mucho menor menor. En el cuarto trimestre los eufáusidos disminuyeron levemente su

de importancia relativa, lo que se complementó con el aumento de los peces linterna.

En general, en Chile centro-sur *T. s. murphyi* no depreda sobre peces pelágicos pequeños, como anchoveta (*Engraulis ringens*), contrariamente a lo que ha sido informado para el ecosistema pelágico del norte de Chile (Medina y Arancibia, 1992) y Perú (Muck y Sánchez, 1987). Igualmente, *T. s. murphyi* tampoco depreda sardina común (*Strangomera bentincki*) en la zona de este estudio. En el otoño de 1995 destaca, la presencia de *E. ringens* en el contenido estomacal de *T. s. murphyi*, con muy bajo número, aunque con frecuencia y peso moderados (Tabla 3d).

Tabla 3. Número (N), peso (P) y frecuencia de aparición (F) de los taxa de presas en los estómagos de *T. s. murphyi*, considerando sólo los estómagos con contenido estomacal (todos los valores expresados en porcentaje), e Índice de Importancia Relativa de las presas (IIR, modificado). Invierno de 1994 (Tabla 3a), primavera de 1994 (Tabla 3b), verano de 1995 (Tabla 3c) y otoño de 1995 (Tabla 3d).

### 3a. Invierno de 1994.

PRESAS	N	P	F	(N+P)*F+1	IIR
Eufáusidos	99,418	87,7040	84,906	15888,669	4,2010
Peces linterna	0,404	8,8940	12,350	115,287	2,0638
Salpas	0,144	1,8480	3,430	7,833	0,8940
Restos de Teleósteos	0,024	0,1040	1,201	1,153	0,0620
Camarón nailon	0,007	0,0420	0,343	1,017	0,0072
Isópodos	0,003	0,0003	0,171	1,001	0,0003

### 3b. Primavera de 1994.

PRESAS	N	P	F	(N+P)*F+1	IIR
Eufáusidos	97,490	84,919	84,900	15487,19	4,190
Peces linterna	0,425	10,638	3,255	37,01	1,568
Salpas	0,744	2,983	8,203	31,57	1,499
Restos de teleósteos	0,014	0,373	0,781	1,30	0,115
Restos de crustáceos	0,916	0,807	0,599	10,64	1,027
Megalopas	0,407	0,280	0,391	1,27	0,103

### 3c. Verano de 1995.

PRESAS	N	P	F	(N+P)*F+1	IIR
Eufáusidos	97,835	96,148	91,504	17751,25	4,249
Peces linterna	0,077	2,022	7,345	16,42	1,215
Anfípodos	1,307	0,476	5,310	10,46	1,020
Salpas	0,091	0,779	3,009	3,62	0,558
Restos de teleósteos	0,004	0,277	0,088	1,03	0,011
Restos de crustáceos	0,022	0,227	0,177	1,04	0,019
Megalopas	0,123	0,033	3,097	1,48	0,171

### 3d. Otoño de 1995.

PRESAS	N	P	F	(N+P)*F+1	IIR
Eufáusidos	98,229	71,326	64,681	10967,93	4,040
Peces linterna	0,907	14,442	24,255	373,28	2,572
Anchoveta	0,439	3,905	5,106	23,18	1,365
Camarón nailon	0,198	8,264	2,553	22,61	1,354
Teleósteos indet.	0,099	1,866	2,979	6,85	0,836
Isópodos	0,099	0,014	0,851	1,10	0,040
Cefalópodos	0,014	0,168	0,425	1,08	0,032
Estomatópodos	0,014	0,016	0,425	1,01	0,005

### 3.3. SELECTIVIDAD DE PRESAS POR TAMAÑO

Los valores del índice de selectividad de presas (U) se entregan en la Tabla 4. La selectividad es inversamente proporcional a la desviación estándar del índice (Ursin, 1973). Las presas más seleccionadas por *T. s. murphyi* parecen ser eufáusidos y peces linterna, aunque en estos últimos puede existir sesgo en los resultados por el diferente número de observaciones, ya que siempre se encontraron en una baja frecuencia en relación con los eufáusidos, excepto en el otoño de 1995, donde el porcentaje de estómagos con algún tipo de contenido fue claramente más bajo (11,2%) que en los otros trimestres (Tabla 2).

Tabla 4. Promedio (Prom) y desviación estándar (d.s.) del Índice de Selectividad de Presas por Tamaño, U (Ursin, 1973) para las dos principales presas de *T. s. murphyi*; en los cuatro trimestres en estudio: n=número de observaciones; t=tamaño promedio del taxón de presa (porcentaje en peso respecto del predador). Primavera'92 (Serra et al. 1994) e INV-HIDRO'94 (Arancibia, 1994).

Período	Eufáusidos				Peces linterna			
	Prom.	d.s.	n	t(%)	Prom.	d.s.	n	t(%)
INVIERNO '94	7,0	2,20	495	0,09	6,7	1,11	72	0,11
PRIMAVERA'94	5,8	1,62	652	0,30	4,1	0,93	25	1,74
VERANO '95	5,2	1,39	1034	0,57	6,2	0,96	83	0,21
OTOÑO '95	6,7	1,45	152	0,12	6,2	0,73	57	0,20
PRIMAVERA'92	8,0	1,35	327	0,03	7,0	1,22	64	0,09
INV-HIDRO'94	6,9	1,70	188	0,10	6,8	0,85	31	1,11

Respecto del tamaño del predador, los taxa de presa más voluminosos en el contenido estomacal de *T. s. murphyi*, fueron eufáusidos (verano de 1995) y peces linterna (invierno y primavera de 1994, y otoño de 1995) (Fig. 2). Los valores de tamaño de presa son mayores a los obtenidos en cruceros realizados en temporadas similares a bordo del B/I ABATE MOLINA (Serra et al., 1994; Arancibia et al., 1995), a excepción del invierno de 1994, los que son similares (Tabla 4).

### 3.4. SIMILITUD TROFICA

#### 3.4.1. PROPORCION EN PESO DE LAS PRESAS, POR TAMAÑO DE *T. s. murphyi*.

El análisis por estación del año y grupo de tamaño de *T. s. murphyi* señala que los eufáusidos predominan ampliamente (en peso) como presa en los estómagos de predador (Tabla 5a, 5b,

promedio de 87,6% (Tabla 5c, 5d), superando en promedio el 87,6% cuando se considera todos los grupos de tamaño y todas las estaciones y todos los grupos de tamaño. Una disminución del aporte de los eufáusidos ocurrió en el invierno de 1995, cuando se incrementó el de peces linterna (Tabla 5d). El aporte de otras presas es escaso e incidental.

Tabla 5. Porcentaje en peso de las presas de *T. s. murphyi*, por grupo de tamaño y estación del año: invierno de 1994 (Tabla 5a), primavera de 1994 (Tabla 5b), verano de 1995 (Tabla 5c) y otoño de 1995 (Tabla 5d).

Tabla 5a. Invierno de 1994.

PRESAS	GRUPOS DE TAMAÑOS DEL DEPREDADOR						Promedio
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Eufáusidos	96,6	99,0	89,0	87,3	87,6	100	93,2
Peces linterna	3,4	1,0	11,0	12,5	12,4	-	6,7
N° estómagos con contenido	23	164	223	139	31	3	

Tabla 5b. Primavera de 1994.

PRESAS	GRUPOS DE TAMAÑOS DEL DEPREDADOR							Promedio
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Eufáusidos	100,0	92,7	75,5	85,6	85,2	83,0	100,0	88,9
Salpas	-	0,6	1,5	3,4	9,4	16,7	-	4,5
Peces linterna	-	6,7	23,0	11,5	5,4	0,3	-	6,7
N° estómagos con contenido	31	357	163	117	89	10	1	

Tabla 5c. Verano de 1995.

PRESAS	GRUPOS DE TAMAÑOS DEL DEPREDADOR							Promedio
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Eufáusidos	93,5	96,9	96,3	92,5	99,1	97,3	89,8	95,1
Peces linterna	2,0	1,3	2,6	5,9	0,1	0,1	-	1,7
Restos salpas	0,2	0,1	0,7	1,4	0,5	1,6	10,7	1,7
N° estómagos con contenido	48	420	412	75	98	66	12	

Tabla 5d. Otoño de 1995.

PRESAS	GRUPOS DE TAMAÑOS DEL DEPREDADOR							Promedio
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Eufáusidos	94,4	62,1	62,2	75,4	76,5	63,3	85,1	74,1
Peces linterna	-	37,9	32,3	6,1	16,1	2,8	12,3	15,4
Isópodos	5,6	-	0,1	-	-	-	-	0,8
Otros teleósteos	-	-	0,4	3,2	-	4,9	-	1,2
Camaron nailon	-	-	-	-	7,1	28,3	2,6	5,4
Anchoveta	-	-	5,0	15,2	0,3	-	-	2,9
N° estómagos con contenido	3	18	79	65	40	21	10	

El análisis del aporte de las presas en el contenido estomacal de *T. s. murphyi*, por grupos de tamaño del predador, sin diferenciar por estación del año, confirma que los eufáusidos son largamente la presa principal (Tabla 6), y lo mismo ocurre cuando el análisis se presenta por estación del año, sin diferenciar por tamaño (Tabla 7), presentándose con un aporte que corresponde a más de 12 veces el aporte de peces linterna.

Tabla 6. Porcentaje en peso de las presas de *T. s. murphyi*, por grupo de tamaño en el período de estudio (julio de 1994 a junio de 1995)

PRESAS	GRUPOS DE TAMAÑOS DEL DEPREDADOR							Promedio
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Eufáusidos	96,0	87,5	83,7	86,6	89,3	87,1	96,2	89,5
Peces linterna	0,7	12,4	14,8	8,7	8,7	4,1	3,2	7,3
Anfípodos	1,5	-	-	-	-	-	-	0,2
Isópodos	1,9	-	-	-	-	-	-	0,3
Otros teleósteos	-	-	-	-	-	1,3	-	0,2
Camrón nailon	-	-	-	-	1,8	7,4	-	1,3
Anchoveta	-	-	1,3	3,8	-	-	-	0,7

Se reconoce en este estudio una fuente de sesgo importante la constituyen las salpas en el contenido estomacal, debido a que siempre aparecen restos de aquéllas. En todo caso, esta situación no tiene solución, pues no es posible retrocalcular el peso original.

Tabla 7. Porcentaje total en peso de las presas de *T. s. murphyi*, por trimestre, en el período de estudio (julio de 1994 a junio de 1995)

PRESAS	TRIMESTRE				Promedio
	INVIERNO 1994	PRIMAVERA 1994	VERANO 1995	OTOÑO 1995	
Eufáusidos	87,8	88,8	96,1	74,8	86,9
Peces linterna	5,2	6,7	1,7	15,5	7,3
Resto crustáceos	-	-	-	1,2	0,3
Camarón nailon	-	-	-	5,5	0,8
Anchoveta	-	-	-	2,9	0,8

### 3.4.2. SIMILITUD TROFICA PROPIAMENTE TAL

La similitud trófica intraespecífica promedio de *T. s. murphyi*, por estación del año en la mayoría de los casos fue superior a 0,85 (Figs. 3, 4, 5, 6), siendo inferior sólo en el otoño de 1995 (Fig. 6), debido principalmente al bajo porcentaje de estómagos con contenido (11,3%) (Tabla 2).

La representación de la similitud trófica a través de dendrogramas, utilizando la estrategia aglomerativa del promedio por pares no ponderado (Sneath y Sokal, 1973), muestra la estrecha unión de todos los grupos de tamaño de *T. s. murphyi* en cada trimestre (Figs. 3, 4, 5, 6), lo que se reflejó en altos valores de similitud trófica promedio. El análisis por grupos sin diferenciar por estación resume lo

señalado anteriormente (Fig. 7), y lo mismo ocurre con el análisis por estación, sin diferenciar por grupos de tamaño de *T. s. murphyi* (Fig. 8). Ello se interpreta como que *T. s. murphyi* no se segrega tróficamente ni por tamaño ni por estación, como lo revala un análisis conjunto considerando todos los grupos y en todas las estaciones (Fig. 9). En efecto, un grupo de tamaño se encuentra tróficamente tan cerca de otros como de sí mismo, independientemente de la estación del año. Por lo tanto *T. s. murphyi* conforma sólo un gran grupo trófico frente a las costas de Chile central, confirmándose los resultados presentados por Arancibia (1989) y Arancibia et al. (1994) para la misma zona, y por Medina y Arancibia (1992), para ejemplares de *T. s. murphyi* del norte de Chile.

### 3.5. CONSUMO POBLACIONAL DE *T. s. murphyi*, EXPRESADO COMO LA RAZÓN CONSUMO/BIOMASA (Q/B)

Durante el período de estudio, *T. s. murphyi* habría consumido casi exclusivamente eufáusidos ( $Q/B=26 \cdot 10^{-2}$ ) (Tabla 8), correspondiendo estos a 97,6% del Q/B total, siendo despreciables los aportes de otros taxa de presas, como peces linterna, los que aportaron marginalmente al Q/B anual (1,5%). El mayor aporte al Q/B anual se presenta en el verano de 1995 ( $Q/B=13,8 \cdot 10^{-2}$ ), cuando se encontró mayor cantidad de estómagos con contenido y el mayor peso promedio de presas por estómago y, por lo tanto una mayor ración diaria, la que afecta directamente al estimado de Q/B. El valor de Q/B en el verano de 1995 corresponde al 51% del Q/B anual.

El Q/B trimestral aumenta de otoño a verano (Tabla 8), dominando siempre los eufáusidos. El aporte del resto de las

presas es despreciable, incluso los peces linterna, a excepción del otoño de 1995.

Tabla 8. Consumo poblacional de *T. s. murphyi* de Chile central, expresado como la razón entre el consumo (Q) y la biomasa (B), esto es Q/B, y su porcentaje para primavera e invierno de 1994 y verano y otoño de 1995. Nota: La diferencia con el total corresponde a otros taxa de presa.

Período	Eufáusidos		Peces linterna		Total	
	Q/B (*10 <sup>-2</sup> )	%	Q/B (*10 <sup>-2</sup> )	%	(Q/B) (*10 <sup>-2</sup> )	%
Invierno 1994	3,864	98,92	0,040	1,03	3,906	14,41
Primavera 1994	7,523	98,20	0,128	1,67	7,659	28,26
Verano 1995	13,840	99,93	0,010	0,05	13,855	51,13
Otoño 1995	1,195	71,32	0,242	14,44	1,676	6,18
<b>Total anual</b>	<b>26,422</b>		<b>0,420</b>		<b>27,099</b>	
<b>Porcentaje</b>	<b>97,50</b>		<b>1,55</b>			

## 4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arancibia, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off central Chile. Doctoral Thesis, University of Bremen, FRG, 221 p.
- Arancibia, H., A. Hernández y L. Cubillos. 1995. Caracterización de la flota industrial de cerco de Chile centro-sur, y análisis del esfuerzo de pesca y de la captura por unidad de esfuerzo. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP). Vol. 4, Núm 3. 17p + 18 figs.
- Arancibia, H., L. Miranda y R. Alarcón. 1995. Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones Sección trofodinámica. Pre-Informe Final. R. Quiñones, H. Muñoz, R. Serra, S. Núñez, J. Córdova y D. Figueroa. 221 p. +285 figuras.
- Bloom, S.A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.
- Cornejo, M.H. 1991. Causas posibles de las agregaciones de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*, Nichols): Disponibilidad de alimento. Tesis de Magister en Ciencias (mención Oceanografía). Universidad de Concepción, 108 p.
- Diana, J.S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). Can. J. Zool. 57:2121-2127.
- Evseenko, S.A. 1987 Reproducción del jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Grechina, A.S. 1992. Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en alta mar del Pacífico Sur. H. Arancibia y L. Cubillos (eds.). Doc. Téc. inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol.1, Núm.2: 47 p + 21 figs.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish. Biol., 17:411-429.
- Jones, J.B. 1990. Jack mackerel (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep., 23-28.

- D.M. WaackLivingston and P.A.G.D. AlcaDwyer, D.L. Wencker, M.S. Yang & G.M. Lang  
 Tuna of the Bay 1986. Trophic interactions of the key fish species in the  
 North Pacific Eastern Bering Sea. Inst. North. Pacific. Fish. Comm. Bull.,  
 47:49-65.
- Macpherson, E. 1985. Daily ration and feeding periodicity of some  
 fishes off the coast of Namibia. Mar. Ecol. Progr. Ser.,  
 26:253-260.
- Medina, M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el  
 jurel y la caballa en el ecosistema pelágico del norte de  
 Chile. Invest. Cient. y Tec., Serie Ciencias del Mar 2: 67-  
 78.
- Mehl, S. & T. Westgard . 1983. Gastric evacuation rates in meckerel  
 (*Scomber japonicus* L.). ICES C.M./H:33. Pelagic Fish. Comm.,  
 11 p.
- Muck, P. & G. Sanchez. 1987. The importance of mackerel and horse  
 mackerel predation for the Peruvian anchoveta stock (a  
 population and feeding model). In D. Pauly and I. Tsukayama  
 (Eds.) The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem:  
 three decades of changes, ICLARM Studies and Reviews 15:276-  
 293.
- SERNAP, 1995. Anuario estadístico de pesca 1994. Servicio Nacional  
 de Pesca, Ministerio de Economía y Reconstrucción, Chile, 236  
 p.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the chilean jack  
 mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq.  
 (Chile) 36:67-83.
- Sneath, P. & R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman and  
 Company, USA, 573 pp.
- Ursin, E. 1973. On the prey size preferences of cod and dab. Meddr.  
 Danm. Fisk.-og. Havunders 7:85-98.
- Worobec, M. N. 1984. Field estimation of the daily ration of winter  
 flounder, *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum) in a  
 southern New England pond. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 77:183-  
 196.

ANEXO FIGURAS

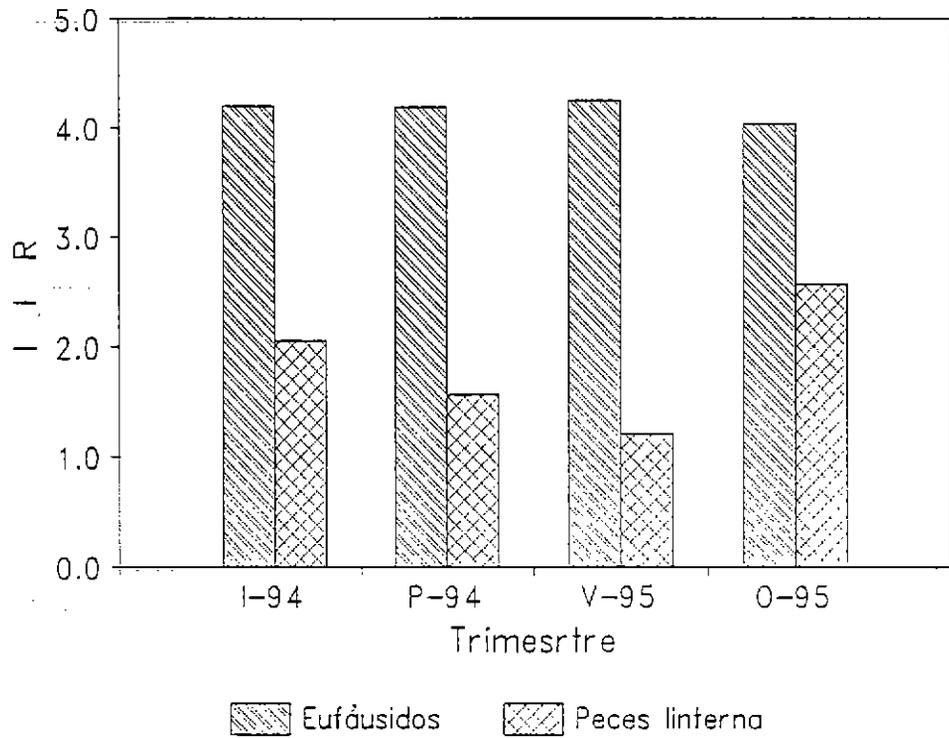


Figura 1. Índice de Importancia Relativa en *T. s. murphyi* en invierno de 1994 (I-94), primavera de 1994 (P-94), verano de 1995 (V-95) y otoño de 1995 (O-95).

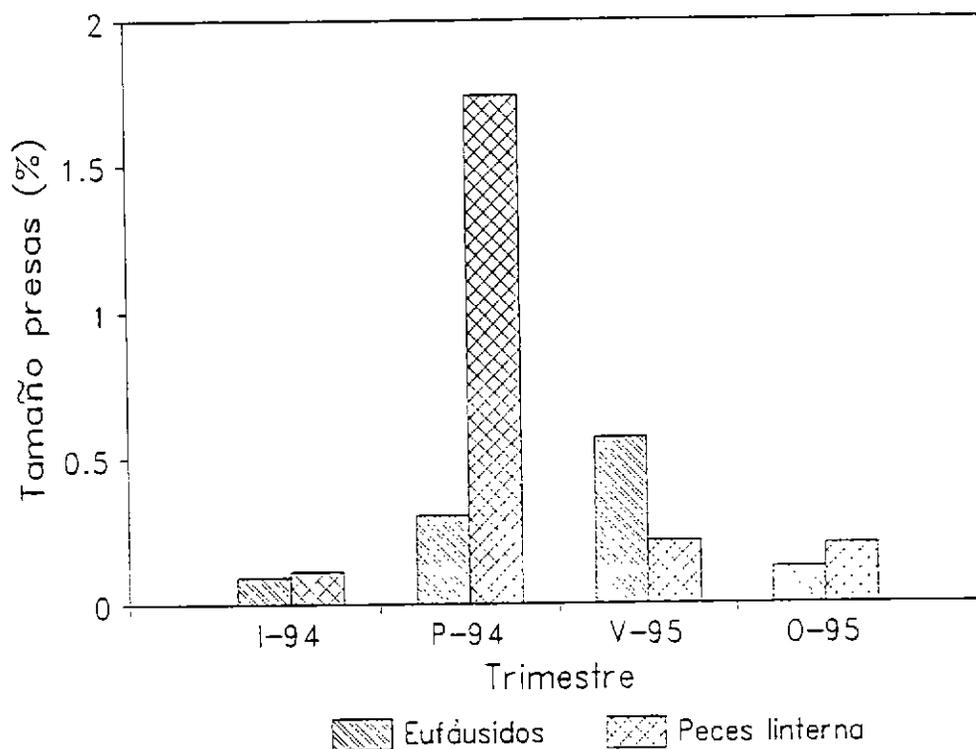


Figura 2. Tamaño de presas (%), a proveniente del índice de selectividad de Ursin aplicada a *T. s. murphyi* en invierno de 1994 (I-94), primavera de 1994 (P-94), verano de 1995 (V-95) y otoño de 1995 (O-95).

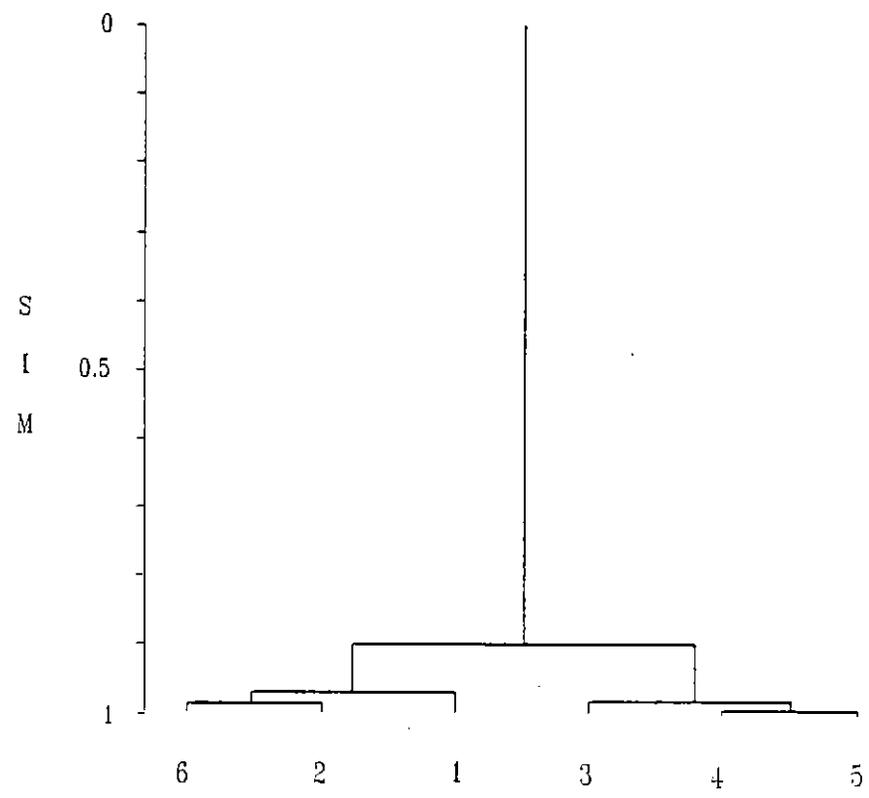


Figura 3. Dendrograma de similitud trófica en invierno de 1994 para los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, eliminando los taxa "restos de" (para detalles, ver el texto). SIM promedio: 0,93. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.

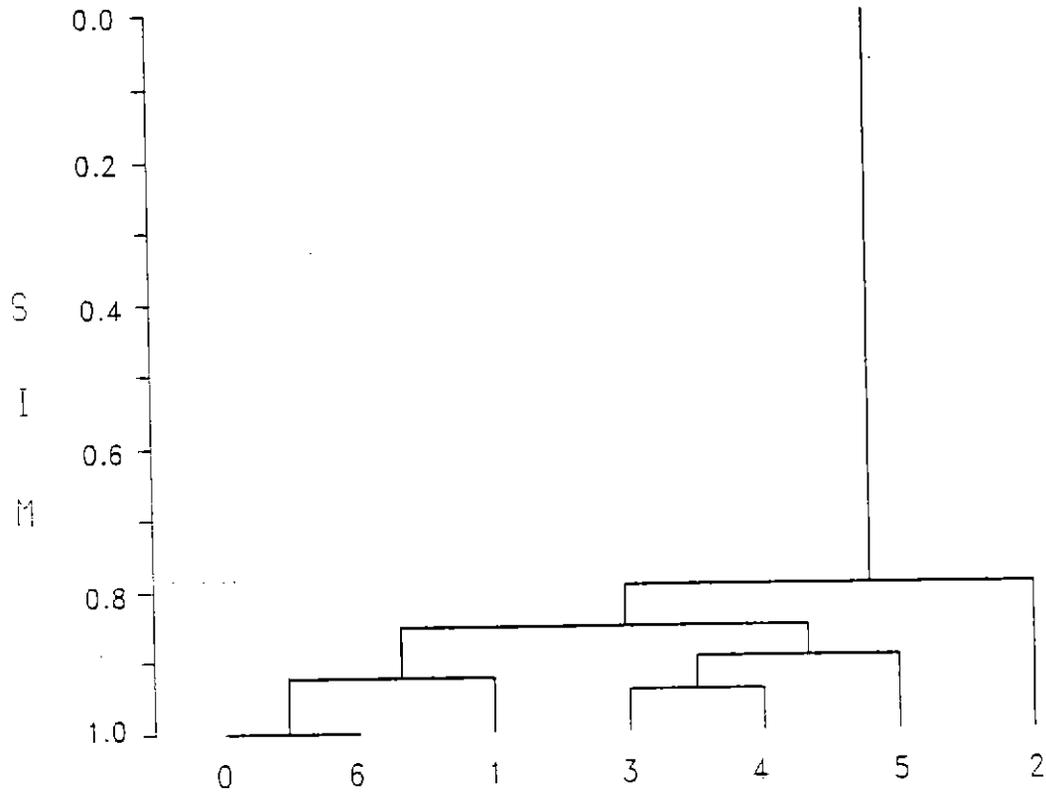


Figura 4. Dendrograma de similitud trófica en primavera de 1994 para los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, eliminando los taxa "restos de" (para detalles, ver el texto). SIM promedio: 0,86. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.

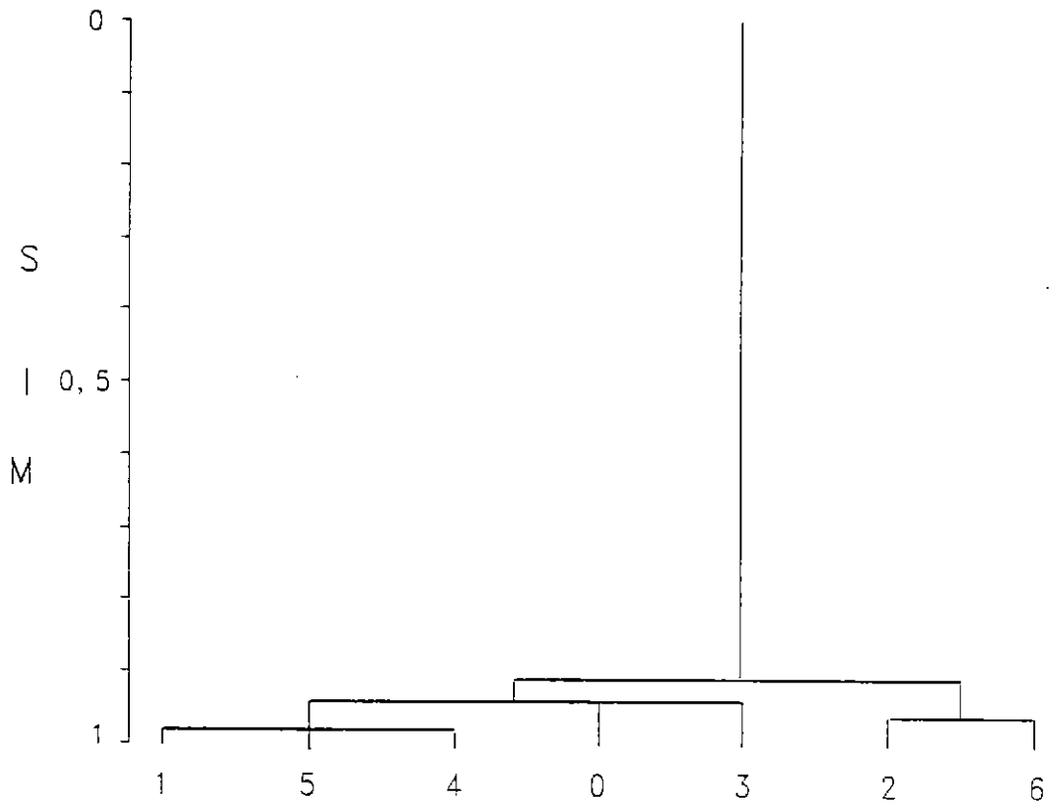


Figura 5. Dendrograma de similitud trófica de los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, en verano de 1995. SIM promedio: 0,93. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.

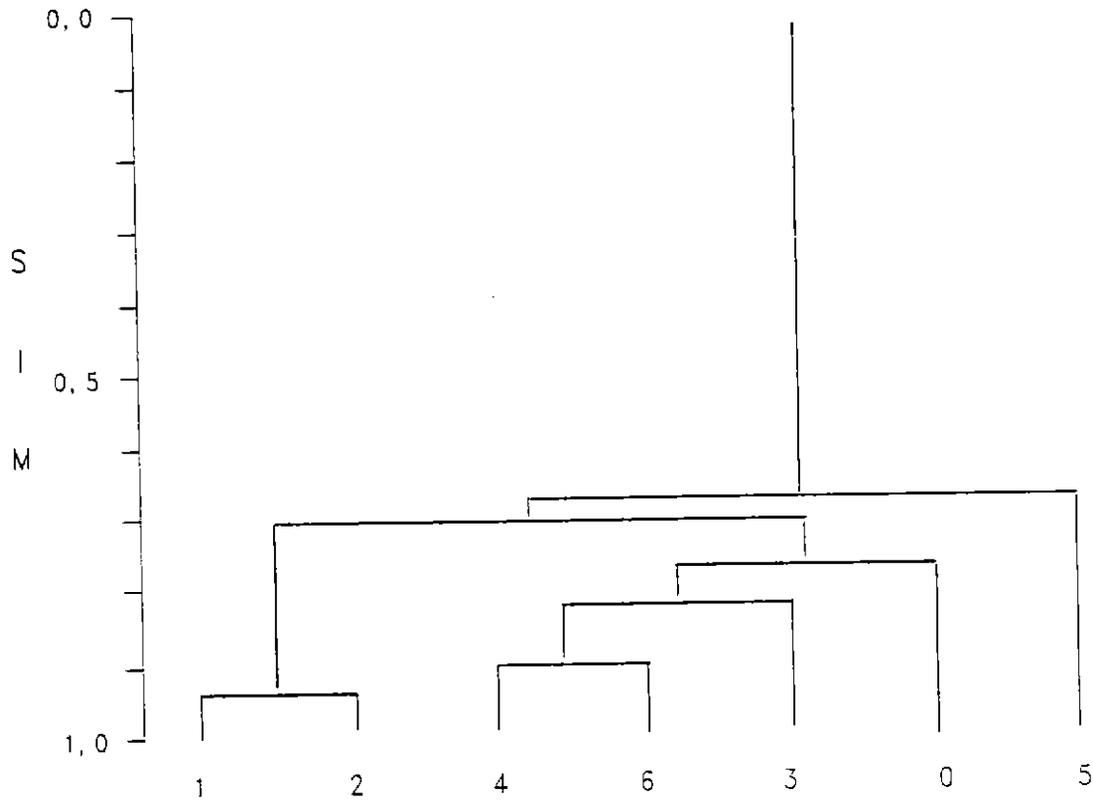


Figura 6. Dendrograma de similitud trófica de los grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, en otoño de 1995. SIM promedio: 0,74. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.jurel.

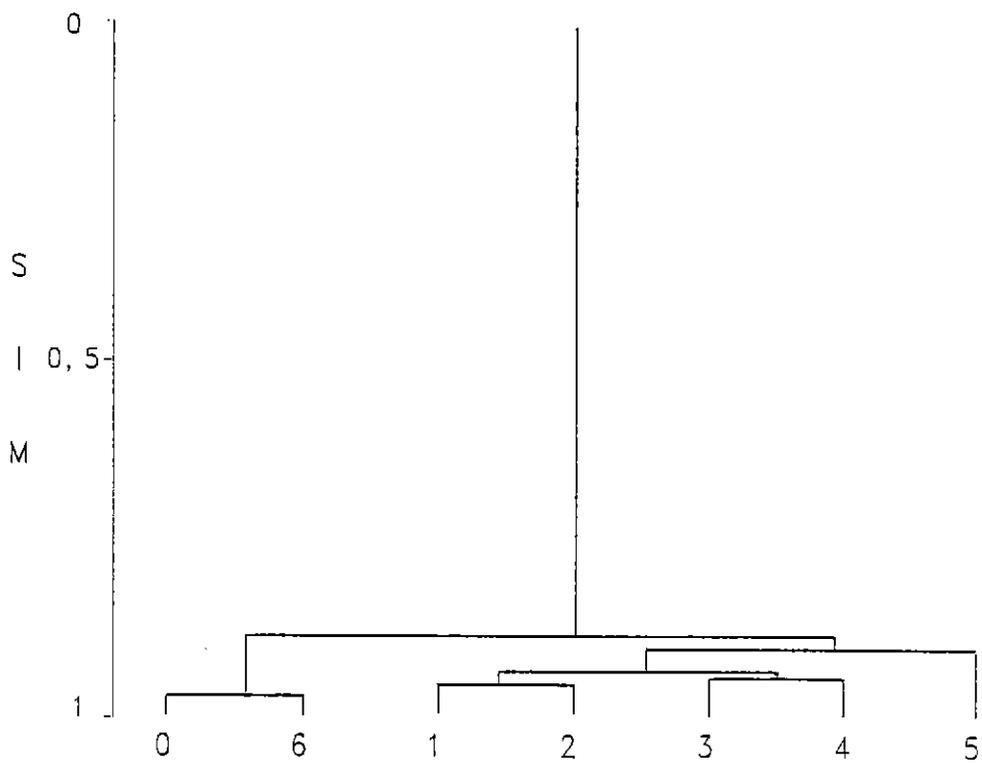


Figura 7. Dendrograma de similitud trófica entre grupos de tamaños de *T. s. murphyi* durante todo el período de estudio (julio 1994-junio 1995) sin considerar las estaciones. SIM promedio: 0,91. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.jurel.

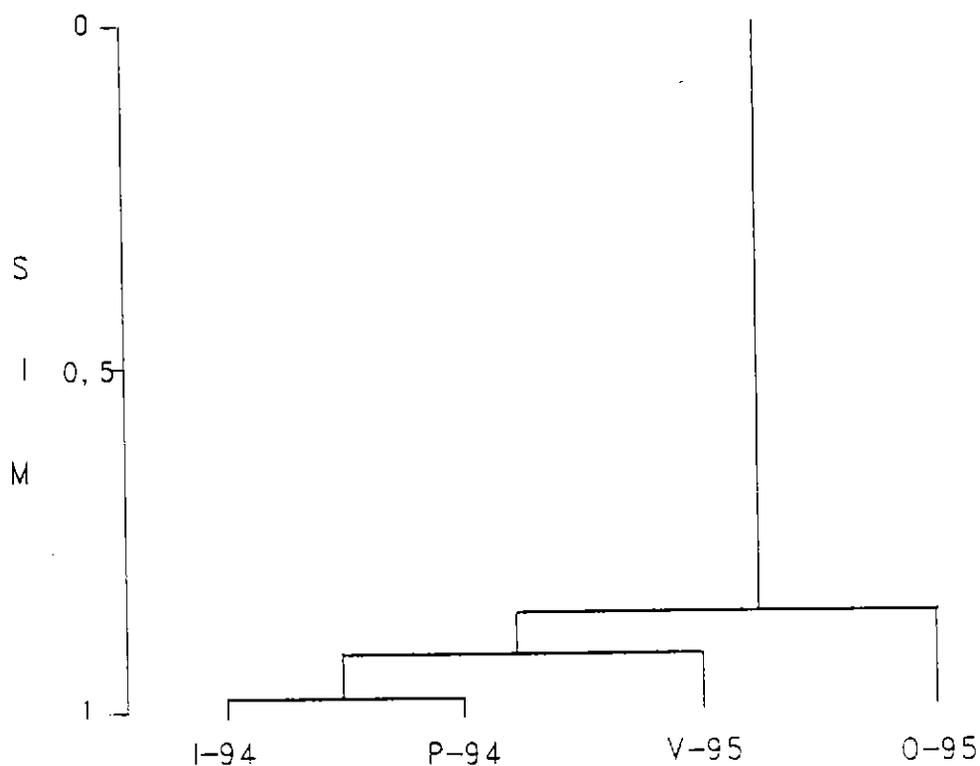


Figura 8. Dendrograma de similitud trófica entre trimestres en *T. s. murphyi*, durante el período de estudio (julio 1994-junio 1995). SIM promedio: 0,90. Para definición de los grupos, ver Tabla 1.jurel. La estación se señala con su letra inicial y el año con los dos dígitos.

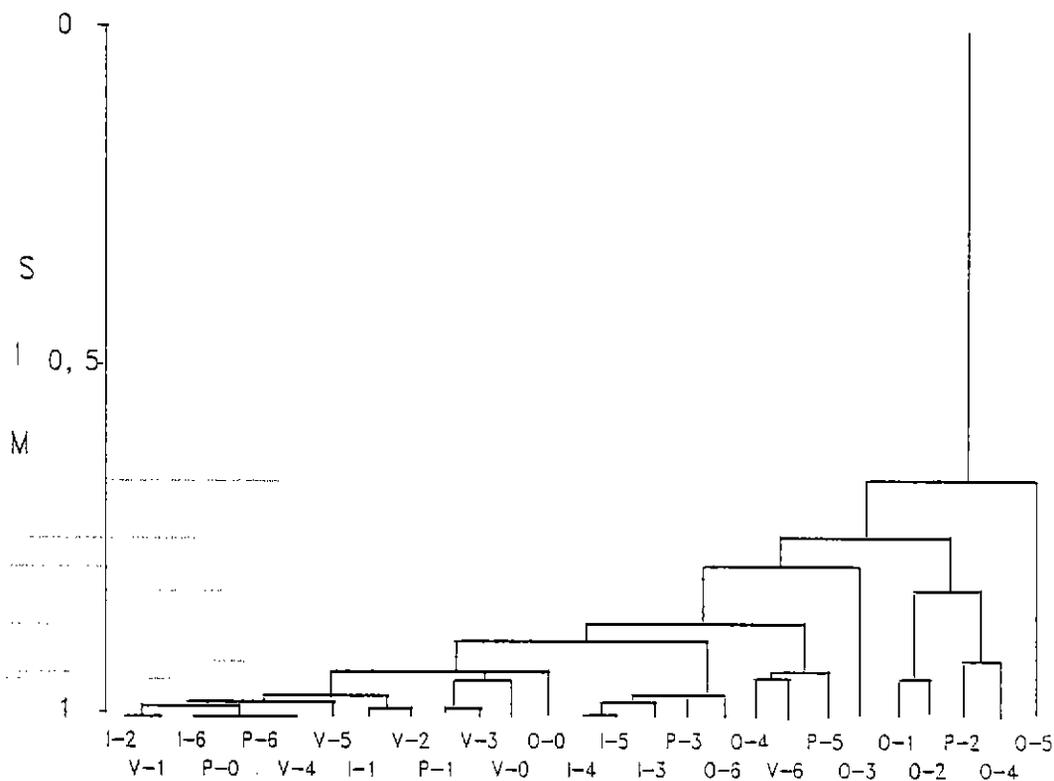
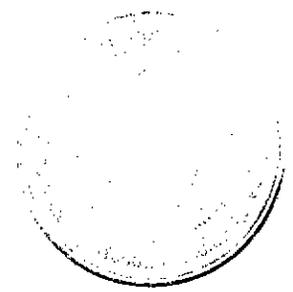


Figura 9. Dendrograma de similitud trófica entre grupos de tamaños de *T. s. murphyi*, durante todo el período estudio (julio 1994-junio 1995) considerando las estaciones . SIM promedio: 0,84. Para nomenclatura, ver texto y figuras anteriores.



## CAPITULO 6

Determinación de la estructura de edad  
del recurso jurel.

YOUTH OF THE WORLD

NUMBER 17



## NOTA DE LOS EDITORES

En el marco del presente proyecto, se sometió a consideración del Consejo de Investigación Pesquera una propuesta técnica que consideraba la participación del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en calidad de institución subcontratada, con el objeto de determinar la estructura de edad del recurso jurel, sus parámetros de crecimiento y efectuar la comparación de los resultados con estudios realizados sobre esta materia hasta la fecha.

Sin embargo, durante el desarrollo del proyecto y considerando antecedentes de investigaciones previas realizadas por la institución ejecutora, el Instituto de Investigación Pesquera (INPESCA), existía la incertidumbre acerca de la metodología y precisión de ella para la asignación de la edad en otolitos de jurel mediante la técnica de lectura de anillos hialinos. Esta metodología ha sido aplicada con anterioridad por la institución subcontratada en diferentes recursos pesqueros. Sin embargo, ante la razonable duda de su efectividad en el caso particular del jurel, se estimó prudente por parte del ejecutor abordar el tema de las asignaciones de edad en este recurso y poner estos antecedentes a disposición del proyecto.

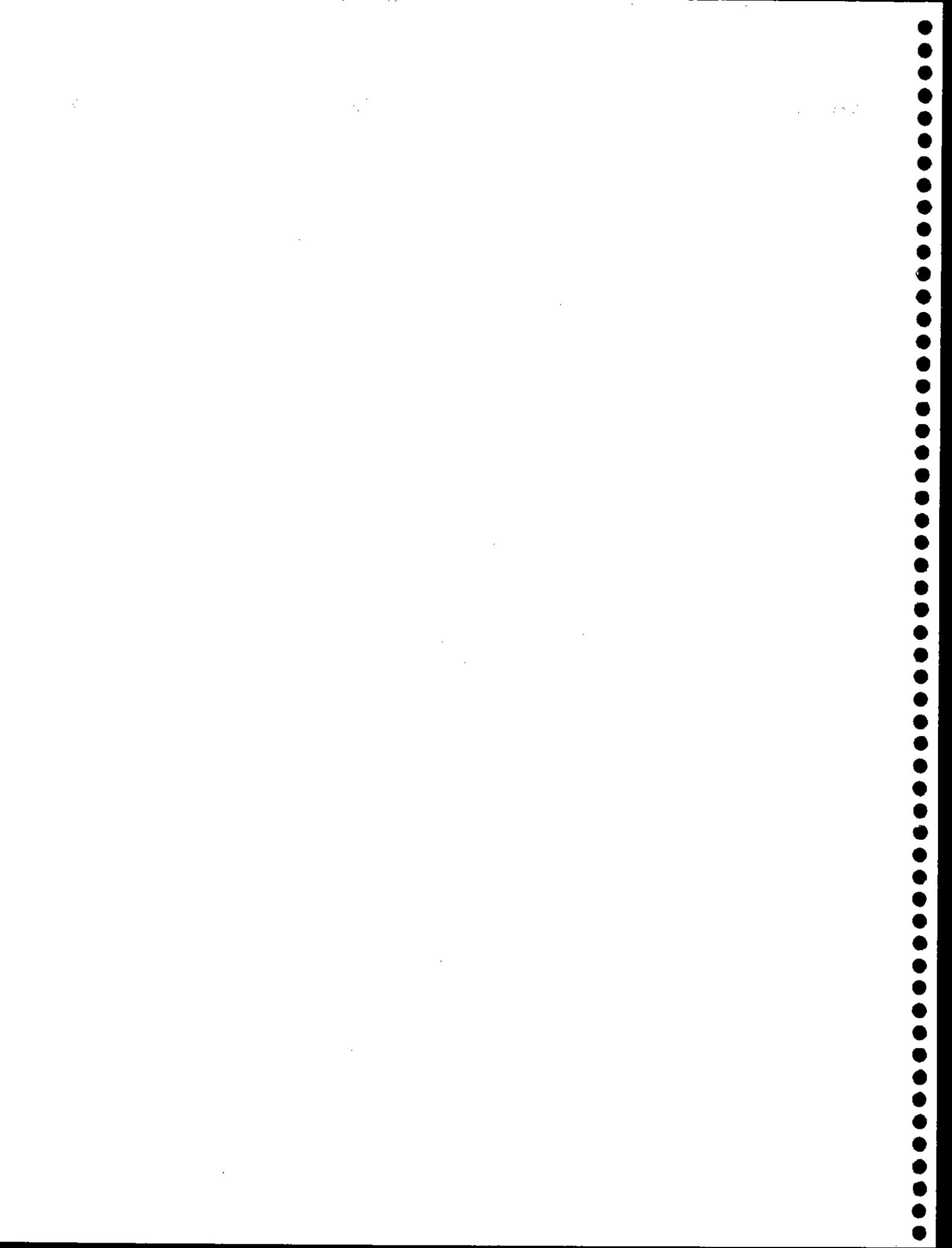
Por tal razón, el Capítulo 6 del Pre-Informe Final, denominado "Determinación de la estructura de edad del recurso jurel", consta de dos secciones, siendo la primera de ellas (Sección A) la realizada por la institución subcontratada (IFOP) y la segunda (Sección B) corresponde a la realizada por co-investigador del proyecto, don Miguel Araya Ch. (Univerddidad Arturo Prat), quien desarrolló análisis y comparó los procedimientos estándares aplicados por la institución subcontratada.

Al conocer la institución ejecutora los resultados de ambas

... ..  
... ..  
... ..

experiencias, así como haber constatado la existencia de razonables diferencias e interpretaciones, y considerando la importancia de ello, se decidió incorporar en forma completa cada uno los documentos de manera independiente, ya que ellos no pueden ser refundidos en uno solo.

En consecuencia, los antecedentes aquí aportados, más los que serán generados con motivo del Proyecto FIP 95-10 "Validación de los métodos aplicados en la determinación de edad y crecimiento, y determinación de la mortalidad en jurel en la zona centro-sur", deberían dilucidar la incertidumbre que aún prevalece.



## **CAPITULO 6**

Determinación de la estructura de edad  
del recurso jurel.

### **Sección A**

ADDITIO

RESEARCH FUNDING

RESEARCH FUNDING



## RESUMEN EJECUTIVO

Como parte del "Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel de la zona centro-sur regiones V a IX", se desarrolló el objetivo: "Determinar la estructura de edad del recurso jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* N.) , sus parámetros de crecimiento y efectuar la comparación de los resultados con estudios realizados sobre esta materia hasta la fecha", entre junio de 1994 y mayo de 1995.

Para determinar la edad del jurel se aplicaron dos técnicas de preparación e interpretación de los anillos de crecimiento existentes en los otolitos *sagittae*. Una empleó la lectura tradicional en otolitos enteros y la otra permitió la lectura en cortes transversales de otolitos.

Se analizó 2.896 otolitos enteros, en los que se identificó hasta 12 anillos de crecimiento anual. Mediante un análisis de la periodicidad de formación del borde se constató el depósito de un anillo por año.

Se elaboró claves talla-edad trimestrales para el período de estudio y se determinó la estructura de edad de las capturas para la zona centro-sur del país y separadas por subzonas. Se estableció que en la zona centro-sur los grupos de edad que sustentan mayoritariamente la pesquería del jurel ocurren entre el IV y el VII, los que en conjunto aportan el 72 % a las capturas en número de ejemplares, en tanto que los grupos de edad mayores (VIII+) representan el 21 %, observándose por lo tanto un escaso ingreso de ejemplares juveniles (grupos I y II) a las capturas.

Se realizó ajustes al modelo de crecimiento en longitud de von Bertalanffy utilizando la información recopilada de lecturas

... ..  
... ..  
... ..  
... ..



PLATE 10 - 1917-1918

PLATE 10 - 1917-1918

1917

1918

1919



# TABLA DE CONTENIDOS



CONTENIDO	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDA DE LAS TABLAS .....	iii
LISTADOS DE FIGURAS .....	vii
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	3
2.1. Determinación de la estructura de edades del jurel. Elaboración de claves y composiciones en número de individuos .....	3
2.2. Lectura de otolitos .....	9
2.3. Periodicidad de formación del anillo hialino ....	10
2.4. Elaboración de claves y composición en número ...	10
2.5. Lecturas en cortes transversales de otolitos ....	14
2.6. Estimación de los parámetros de crecimiento .....	16
2.7. Longitudes promedio retrocalculadas .....	17
2.8. Comparación de las curvas de crecimiento .....	18
3. RESULTADOS .....	20
3.1. Muestras.....	20
3.2. Lecturas de otolitos .....	20
3.3. Periodicidad de formación del anillo hialino en el borde de los otolitos.....	21
3.4. Estructura de edad de las capturas .....	22
3.5. Análisis a la edad actual .....	28

1954-1955 Annual Report of the Board of Directors of the American Telephone and Telegraph Company

3.6.	Ajuste de la función de crecimiento .....	30
4.	DISCUSION .....	33
4.1.	Determinación de la edad .....	33
4.2.	Composición en número por grupo de edad .....	36
4.3.	Ajustes de crecimiento .....	37
5.	CONCLUSIONES .....	42
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	44
7.	ANEXO TABLAS .....	49
8.	ANEXO FIGURAS .....	94



## LEYENDAS DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Capturas (ton) de jurel por zona de pesca registradas entre junio de 1994 y mayo de 1995 en la zona centro-sur.
- Tabla 2. Distribución de frecuencias de longitudes (L. horquilla) mensuales de las capturas de jurel de la zona de San Antonio. Junio de 1994-Mayo de 1995.
- Tabla 3. Distribución de frecuencias de longitudes (L. horquilla) mensuales de las capturas de jurel de la zona de Talcahuano. Junio de 1994-Mayo de 1995.
- Tabla 4. Distribución de frecuencias de longitudes (L. horquilla) mensuales de las capturas de jurel de la zona de Valdivia. Junio de 1994-Mayo de 1995.
- Tabla 5. Coeficientes de la relación longitud-peso de jurel por zona y mes. Años 1994 y 1995.
- Tabla 6. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el tercer trimestre de 1994 (Otolitos enteros).
- Tabla 7. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el cuarto trimestre de 1994 (Otolitos enteros).
- Tabla 8. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el primer trimestre de 1995 (Otolitos enteros).
- Tabla 9. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el segundo trimestre de 1995 (Otolitos enteros).
- Tabla 10. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona de San Antonio.
- Tabla 11. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona de San Antonio.
- Tabla 12. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona de San Antonio.
- Tabla 13. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona de San Antonio.



- Tabla 14. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona de San Antonio.
- Tabla 15. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona de San Antonio.
- Tabla 16. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del período junio de 1994-mayo de 1995 en la zona de San Antonio.
- Tabla 17. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona de Talcahuano.
- Tabla 18. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona de Talcahuano.
- Tabla 19. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona de Talcahuano.
- Tabla 20. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona de Talcahuano.
- Tabla 21. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona de Talcahuano.
- Tabla 22. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona de Talcahuano.
- Tabla 23. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del período junio de 1994-mayo de 1995 en la zona de Talcahuano.
- Tabla 24. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona de Valdivia.
- Tabla 25. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona de Valdivia.
- Tabla 26. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona de Valdivia.

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..

- Tabla 27. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona de Valdivia.
- Tabla 28. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona de Valdivia.
- Tabla 29. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona de Valdivia.
- Tabla 30. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del período junio de 1994-mayo de 1995 en la zona de Valdivia.
- Tabla 31. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona Centro-sur.
- Tabla 32. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona Centro-sur.
- Tabla 33. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona Centro-sur.
- Tabla 34. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona Centro-sur.
- Tabla 35. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona Centro-sur.
- Tabla 36. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona Centro-sur.
- Tabla 37. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del período junio de 1994-mayo de 1995 en la zona Centro-sur.
- Tabla 38. Matriz edad-talla actual de jurel de la zona Centro-sur para el período junio de 1994-mayo de 1995 (Otolitos enteros).
- Tabla 39. Matriz edad-talla actual de jurel de la zona Centro-sur para el período junio de 1994-mayo de 1995 (Cortes de otolitos).

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..

Tabla 40. Valores de los parámetros de crecimiento para jurel de la zona Centro-sur ajustados mediante la técnica de tallas a la edad actual.

Tabla 41. Valores de los parámetros de crecimiento para jurel de la zona centro-sur ajustados mediante la técnica de retrocálculo.

Tabla 42. Longitudes calculadas mediante la ecuación de crecimiento para los cuatro análisis realizados.

Tabla 43. Comparación de los parámetros de crecimiento de jurel de la zona centro-sur mediante el test de Hotelling.

Tabla 44. Parámetros de crecimiento en longitud según el modelo de von Bertalanffy estimados por diferentes autores para el jurel del Océano Pacífico Sur oriental.

1. The following information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

2. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

3. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

4. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

5. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

6. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

7. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

8. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

9. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

10. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

11. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

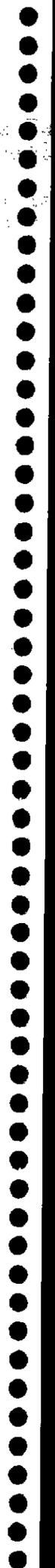
12. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

13. The information is provided for your information and is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Diagrama de procesamiento de claves y composiciones de jurel.
- Figura 2. Esquema de corte y montaje de la lámina de otolito derecho de jurel para el análisis de los anillos de crecimiento.
- Figura 3. Estructura de tallas de jurel de la zona centro-sur. (junio de 1994 - mayo de 1995). 1. Muestreo de longitud. 2. Muestreo de otolitos. 3. Otolitos enteros leídos. 4. Cortes de otolitos leídos.
- Figura 4. Distribución de frecuencias del borde hialino en los otolitos de jurel de la zona centro-sur (mayo de 1994 - junio de 1995).
- Figura 5. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona de San Antonio.
- Figura 6. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona de San Antonio.
- Figura 7. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona de San Antonio.
- Figura 8. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona de Talcahuano.
- Figura 9. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona de Talcahuano.
- Figura 10. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona de Talcahuano.
- Figura 11. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona de Valdivia.
- Figura 12. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona de Valdivia.
- Figura 13. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona de Valdivia.
- Figura 14. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona centro-sur.

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or title.

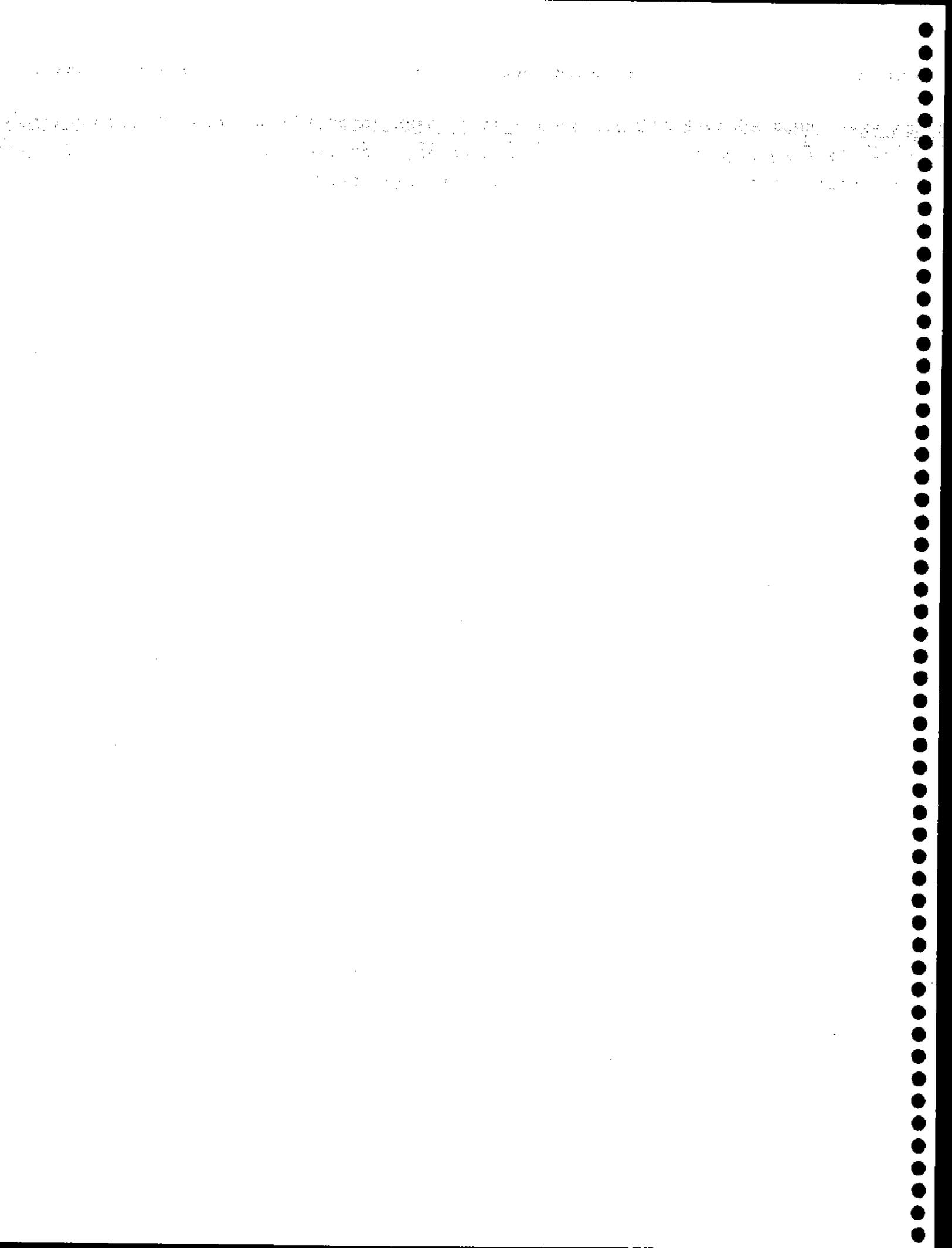


- Figura 15. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona centro-sur.
- Figura 16. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona centro-sur.
- Figura 17. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clase anual 1983. Años 1987-1994.
- Figura 18. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clase anual 1984. Años 1987-1994.
- Figura 19. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clase anual 1985. Años 1987-1994.
- Figura 20. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clases anuales 1983-1984. Años 1987-1994.
- Figura 21. Curvas de crecimiento ajustadas en el presente estudio mediante las técnicas de edad actual (act.) y retrocálculo (retr.) para otolitos enteros (ent.) y cortes (cort.).
- Figura 22. Tasas de crecimiento ( $dl/dt$ ) correspondientes a los valores de los parámetros ajustados para jurel en el presente estudio. Nomenclatura: actual (act.); retrocálculo (retr.); enteros (ent.); cortes (cort.).
- Figura 23. Relación  $K/L_{\infty}$  de los valores obtenidos en el presente estudio y su asociación con los valores informados por los diferentes autores para el jurel del Océano Pacífico Sur oriental. Para nomenclatura, ver Tabla 44 (1° y 2° columnas).
- Figura 24. Tasa de crecimiento ( $dl/dt$ ) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 3. Abramov y Kotlya, 1989; 5. Nekrasov, 1982; 9. Nosov et al., 1989); 15. Pres. estud. (Ot. ent. ed. act.); 16. Pres. est. (Cort. ed. act.); 17. Pres. est. (Ot. ent. LH retrocalc.).
- Figura 25. Tasa de crecimiento ( $dl/dt$ ) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 1. Kaiser, 1973; 11. Alegría et al., 1995 (Araya inc. diar.); 14. Cubillos et al., 1995.

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee. The names are listed in alphabetical order, and the addresses are given in full. The list includes names such as Mr. J. B. Smith, Mr. W. H. Jones, and Mrs. A. M. White, among others.

Figura 26. Tasa de crecimiento ( $dl/dt$ ) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 4. Aguayo et al., 1981; 12. Alegría et al., 1995 (ot. ent.), 13. Alegría et al., 1995 (cortes).

Figura 27. Tasa de crecimiento ( $dl/dt$ ) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 2. Pavez y Saa, 1978; 6. Shevchuk y Chur, 1984; 7. Castillo y Arrizaga, 1987; 8. Nekrasov, 1987; 10. Kochkin, 1994; 18. Pres.est. (Cort.LH retrocalc.).



## 1. INTRODUCCION

Los trabajos realizados por diferentes autores para establecer la edad y el crecimiento en el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) de las aguas chilenas son numerosos, desde Kaiser (1973), con la primera aproximación de estos parámetros biológicos, hasta Cubillos y Arancibia (1994), quienes hacen una comparación de la función de crecimiento del género *Trachurus*, con énfasis en *T. s. murphyi* en Chile, encontrando que los stocks que viven en áreas de surgencia tales como en los sistemas de las Corrientes de Humboldt y Benguela crecen más que los equivalentes en áreas templadas como el Mar del Norte.

En las estimaciones de edad y crecimiento publicadas hasta la fecha (Kaiser, 1973; Pavez y Saa, 1978; Abramov y Kotlyar, 1980; Aguayo et al., 1981; Shevchuk y Chur, 1984; Nekrasov, 1982, 1987; Castillo y Arrizaga, 1987; Nosov, 1989; Kochkin, 1994; Cubillos y Arancibia, 1994, Alegría et al., 1995, Cubillos et al., 1995), se notan grandes diferencias, las que, de acuerdo a Kochkin (op.cit.) se deberían a diferencias en la interpretación del primer anillo y a la dificultad de separar marcas anuales de crecimiento en las estructuras duras, especialmente en ejemplares de mayor tamaño.

Durante el período 1993-1994 se desarrolló el estudio denominado "Estudio biológico pesquero del recurso jurel de la zona norte, I y II Regiones", financiado por el Fondo de Investigación Pesquera (Alegría et al., 1995), uno de cuyos objetivos específicos fue establecer los parámetros de crecimiento del jurel de la zona norte de Chile, obtenidos de las marcas de crecimiento en otolitos, recolectados de las capturas de la flota cerquera industrial y semi-industrial de

contribuyó a desarrollar la metodología para el estudio de edad mediante la lectura de anillos en cortes transversales de otolitos (Gili y Cid, 1993).

Otro aspecto relevante del estudio señalado es la confirmación, mediante la técnica de anillos diarios, del reconocimiento adecuado de la posición del primer y segundo anillo de crecimiento, que es coincidente con lo determinado mediante lecturas de anillos en otolitos enteros y en cortes. Esta validación es de gran importancia en todo análisis de edad y crecimiento de los peces.

La determinación de la estructura de edad se realiza fundamentalmente sobre la base de los datos obtenidos de lecturas de otolitos enteros, los que deben ser comparables con las series de tiempo obtenidas con anterioridad para el jurel. Los ajustes de la función de crecimiento se realizan con los datos de lecturas de otolitos enteros y cortes transversales, empleando la técnica de tallas a la edad actual y la de retrocálculo de tallas a las edades pretéritas.

El objetivo de esta sección es determinar la estructura de edad del recurso jurel, sus parámetros de crecimiento y efectuar la comparación de los resultados con estudios realizados sobre esta materia hasta la fecha.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA DE EDAD DEL JUREL. ELABORACION DE CLAVES Y COMPOSICIONES EN NUMERO DE INDIVIDUOS

#### 2.1.1 DISEÑO DE MUESTREO

El diseño de muestreo seguido fue el propuesto por Robotham (1994) para estimar la distribución de edad en las capturas de jurel. El método de estimación es la clave edad-talla. La estructura del estimador  $p_i$  (proporción por edad) requiere la estimación de la clave  $q_{ij}$  y la distribución de talla  $l_j$ .

El diseño correspondió a un muestreo aleatorio estratificado doble realizado en dos etapas. Los estratos de la primera etapa son los intervalos de talla fija y los de la segunda etapa, las clases de edad. En una primera fase se realizó un muestreo aleatorio simple de ejemplares, de tamaño  $n$ , verificándola en las diferentes clases de talla para estimar la distribución de longitud de las capturas. Posteriormente de cada grupo  $N_1$  de ejemplares clasificado en la clase de talla "j" se procedió a seleccionar una submuestra aleatoria simple de otolitos de tamaño  $n_j$ , muestra que es clasificada por cada clase de edad y que corresponde a la segunda etapa de estratificación.

El tamaño de la muestra total de otolitos "n", fue distribuida en los diferentes estratos de manera proporcional a la importancia relativa de cada estrato o clase de talla y fue calculado de acuerdo a:

$$n_j = n * l_j$$

Los tamaños de muestra que optimizan la clave consideran necesariamente la técnica de muestreo doble. En consecuencia se requiere determinar el tamaño óptimo de la muestra de longitud (N) de la primera etapa y de la submuestra de edad (n) de la segunda etapa, minimizando la varianza total (VT) para una función de costo dada y una disponibilidad de recursos fijos C o bien minimizando el gasto según una función de costo dada para un nivel de VT fija.

Para un diseño de submuestreo proporcional de edad, VT está dado por:

$$VT = E \sum_{i=1}^A (\hat{P}_i - P_i)^2$$

Siendo VT para una afijación proporcional igual a

$$VT = \sum_i^A \sum_j^L \frac{l_j q_{ij} (1 - q_{ij})}{n} + \sum_i^A \sum_j^L l_j \frac{(q_{ij} - P_i)^2}{N}$$

los numeradores de VT se expresan como  $b_1$  y  $b_2$  respectivamente asumiendo una función de costo C igual a:

$$C = C_1 N + C_2 n$$

donde C es el costo total,  $C_1$  el costo unitario de observar la

## 2.1.2 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA DE EDAD

El procedimiento de estimación del tamaño de la muestra es el mismo que se ha utilizado para otros recursos (Robotham, 1994; Han-Lin Lai, 1987).

Con información del año 1994 se procedió a estimar los términos empleados para determinar el tamaño óptimo de muestra para el recurso jurel y sujeto a una disponibilidad de recursos económicos expresados en horas y minutos para establecer la estructura de edad. Estos términos fueron:

$$b_1 = 0,0374$$

$$b_2 = 0,2091$$

$$C = 60.000 \text{ minutos}$$

$$C_1 = 0,5 \text{ minutos}$$

$$C_2 = 15 \text{ minutos}$$

Para un promedio de 200 días efectivos de trabajo al año y 6 horas por día, la afijación que minimiza el error del estimador de la proporción (D) estuvo por:

$$N = 36.166; \quad n = 2.794; \quad D = 0,0116$$

Buscando un criterio razonable de compromiso entre costo y precisión se estableció las siguientes alternativas:

$$50.000 < C < 72.000 ; \quad 32.549 < N < 39.782 ; \quad 2.515 < n < 3.074$$

cuyos resultados aseguran niveles de precisión que fluctúan en el rango de  $0,015 < D < 0,02$ .

longitud y  $c_2$  el costo unitario de determinar la edad. Los tamaños de muestra  $N$  y  $n$  dada la función de costo indicada y una disponibilidad de recursos fijo  $C$ :

Minimizando  $VT$  para la función de costo  $C$  dada:

$$r^* = \sqrt{\frac{b_1 c_1}{b_2 c_2}}$$

$$N = \frac{C}{(c_1 + c_2 r^*)}$$

$$n = r^* N$$

$$\text{Min}VT = \frac{b_1}{n} + \frac{b_2}{N}$$

Los tamaños de muestra  $N$  y  $n$ , minimizando el costo  $C$ , según la función de costo dada para un nivel de varianza total  $VT$  dado

$$N = \frac{(\frac{b_1}{r^*} + b_2)}{VT}$$

$$n = r^* N$$

$$\text{Min}C = c_1 N + c_2 n$$



### 2.1.3 ESTIMACION DEL DESEMBARQUE A LA EDAD

#### 2.1.3.1. Proporción de peces a la edad en el desembarque

La proporción de peces a la edad (k) se estimó mediante la aplicación de la clave edad-talla  $q_{kjz}$  de la subzona (z) a la composición de longitudes  $l_{jz}$ .

$$\hat{p}_{kz} = \sum_j \hat{l}_{jz} \hat{q}_{kjz}$$

El método de estimación (Fridrikson, 1934), se basa en una submuestra relativamente pequeña, extraída de la muestra para longitudes, que se clasifica por talla y edad para obtener proporciones a la edad en cada intervalo de talla, las que posteriormente se multiplican por las frecuencias de la composiciones de tallas respectivas, generadas a partir de la medición de un número elevado de peces, generalmente provenientes de la combinación de varias muestras obtenidas durante un cierto período y en una determinada zona.

La varianza de  $P_{kz}$  fue estimada por

$$\hat{V}(\hat{p}_{kz}) = \sum_{j=1}^L \left( \frac{l_{jz}^2 (1 - q_{kjz})}{n_{jz}} + \frac{l_{jz} (q_{kjz} - p_{kz})^2}{n_z} \right)$$

#### 2.1.3.2. Estimación del número de peces a la edad (k) por zona (z)

Estimador

$$\hat{N}_{kz} = \hat{p}_{kz} \hat{N}_z$$

## Varianza del estimador de $N_{kz}$

$$\hat{V}(\hat{N}_{kz}) = p_{kz}^2 \hat{V}(\hat{N}_z) + \hat{N}_z^2 \hat{V}(p_{kz}) - \hat{V}(\hat{N}_z) \hat{V}(p_{kz})$$

### Intervalo de Confianza

$$P(N_{hk} \in [\hat{N}_{hk} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\hat{V}(\hat{N}_{hk})}]) = 1 - \alpha$$

### 2.1.3.3. Estimación del número de peces a la edad (k) en el área total

Considerando el peso relativo de los desembarques en las zonas, el número de peces a la edad (k) en el área total fue estimado por

Estimador

$$\hat{N}_k = \sum_{z=1}^L \frac{\hat{N}_z}{\sum_{z=1}^L \hat{N}_z} \hat{N}_{kz}$$

### Varianza

$$V(\hat{N}_k) = \frac{\sum_{z=1}^L [\hat{N}_z^2 \hat{V}(\hat{N}_{kz}) + (\hat{N}_{kz} - \hat{N}_k)^2 \hat{V}(\hat{N}_z)]}{(\sum_{z=1}^L \hat{N}_z)^2}$$

### Intervalo de confianza

$$P(N_k \in [\hat{N}_k + t_{(\alpha)} \sqrt{\hat{V}(\hat{N}_k)}]) = 1 - \alpha$$

#### 2.1.4. MUESTREO BIOLÓGICO Y ESTRUCTURA DE TALLAS

Para el análisis de la estructura de tallas de las capturas desembarcadas en San Antonio, Talcahuano y Valdivia, se realizaron muestreos aleatorios simples bietápicos. De cada jurel muestreado se registró: longitud horquilla, peso total, sexo y estado de madurez sexual. Además, se extrajeron y coleccionaron los otolitos. La data biológica y pesquera se agrupó en forma mensual para obtener las capturas por zona y área total y la estructura de tallas de las capturas.

Al momento del muestreo biológico y especial para la obtención de otolitos, éstos se almacenan en sobres de papel de 6 x 9 cm. identificados únicamente por un número de orden. En formularios anexos se señalan otros datos tales como: longitud horquilla, sexo y madurez, peso, fecha y zona de captura, etc.

#### 2.2. LECTURA DE OTOLITOS

Para el examen e interpretación de la estructura externa de los otolitos se empleó un microscopio estereoscópico marca Nikon modelo SMZ-10 e iluminación incidente contra fondo negro. Los anillos se contaron a lo largo del eje axial, a partir del núcleo del otolito inmerso en un medio clarificante. Luego se midieron utilizando una reglilla micrométrica de 100 divisiones, en que cada división equivale a 100 micrones. Se calificó y registró el tipo de borde que presentan los otolitos (hialino u opaco).

### 2.3. PERIODICIDAD DE FORMACION DEL ANILLO HIALINO

Los anillos que se forman son de dos tipos: hialinos y opacos; los primeros dejan pasar la luz por su menor densidad óptica y se ven oscuros y los segundos reflejan la luz por su mayor densidad óptica, son los más claros. El conjunto de un anillo opaco más uno hialino constituye un anillo de crecimiento.

Para establecer la formación anual de los anillos de crecimiento se llevó un registro mensual por estrato de edad (número de zonas hialinas) de los bordes de los otolitos enteros. Posteriormente, se plotearon mensualmente para discernir si los bordes siguen un patrón de distribución anual consistente que permita considerar a cada anillo hialino como anual.

### 2.4. ELABORACION DE CLAVES Y COMPOSICIONES EN NUMERO

#### 2.4.1. ASIGNACION DE GRUPOS DE EDAD

Con el fin de identificar las clases anuales presentes en las capturas, a cada lectura se le asignó el grupo de edad al que pertenecen, basado en el número de anillos, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Cada grupo de edad comprendió a todos los peces nacidos en un mismo año de acuerdo a una fecha arbitraria de nacimiento. En el caso de las pesquerías chilenas se ha optado por el primero de enero, debido a la ventaja de poder identificar la clase anual a la que pertenece el ejemplar, restando al año de captura el grupo

de edad asignado (Holden y Raitt, 1975; Aguayo et al., 1981).

A diferencia con el grupo de edad, la edad (edad actual o absoluta) se refiere al número de anillos de crecimiento presentes en el otolito. Cada anillo de crecimiento está constituido por una banda opaca, de crecimiento rápido, más una hialina de crecimiento lento.

#### 2.4.2. ELABORACION DE CLAVES EDAD-TALLA

Las claves edad-talla se obtuvieron por medio del programa de computación "COMPORED" (IFOP), que clasifica las lecturas de cada otolito por grupo de edad y clase de talla, entregando la probabilidad de edad "X" para cada individuo de longitud "L".

La formulación es la siguiente:

$$P_{L(X)} = \sum n_{L(X)c} * n_{Lc}$$

donde:

X : grupo de edad

L : longitud horquilla del pez

$P_{L(X)}$  : probabilidad de edad X de los individuos de longitud L.

$n_{L(X)}$  : número de individuos de edad X con longitud L en la clave edad-talla.

$n_{Lc}$  : número total de individuos de longitud L en la clave edad-talla.

### COMPOSICION DE LAS CAPTURAS POR EDAD

Para generar la composición en número de individuos por grupo de edad (estructura de edad) se calculó la Composición de longitudes de la captura (COLOCAP) para cada zona de pesca y período (un mes), mediante un procedimiento de conversión de la captura en peso a captura en número de ejemplares, lo que se realizó utilizando los coeficientes de la relación longitud-peso y la distribución de frecuencias de longitudes del mismo período. Luego, esta captura total en número se distribuyó por clase de talla de acuerdo con la probabilidad de ésta en la muestra. Los COLOCAP para períodos mayores que el mes para cada zona de pesca, se obtuvieron mediante la sumatoria de las distribuciones mensuales respectivas.

El programa "COMPORED" se basa en las siguientes ecuaciones:

$$N_{L(X)} = P_{L(X)} * N_L$$

y

$$N_{(X)} = \sum P_{L(X)} * N_L$$

donde:

X : L y  $P_{L(X)}$  igual que en la ecuación de claves edad-talla.

$N_{L(X)}$  : número de individuos de una longitud L correspondiente a una determinada edad X

$N_{(X)}$  : número de individuos a la edad X.

$N_L$  : número de individuos a la longitud L.

La agrupación temporal de las composiciones en número de ejemplares fue trimestral y la agrupación espacial consideró separadamente las zonas de San Antonio, Talcahuano, Valdivia más la zona conjunta que corresponde a la zona centro-sur. En la zona de Valdivia opera la flota de Talcahuano y los desembarques se realizan en los puertos de la VIII Región (Böhm et al. 1992). No obstante, debido a la creciente importancia de la zona de Valdivia, a fin de que en las estructuras de edades se reflejen las variaciones de las composiciones de longitudes, se ha optado por separar las estadísticas y elaborar estructuras de edades para la zona señalada.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de procesamiento con las agrupaciones temporales y espaciales de las claves y composiciones para la zona centro-sur.

Cuando la cantidad de otolitos disponibles fue muy escasa y su distribución de tamaños por estrato no cubrió la distribución del muestreo aleatorio de un período y zona determinada, se consideró poco representativa para elaborar las matrices de claves. En esta situación se utilizó la clave de la zona de Talcahuano para expandir los COLOCAP de dichas zonas asumiendo una similitud en la estructura de tallas y edad en la zona centro-sur, considerando que los estudios biológicos indican la existencia de una sola población en el área. (Serra, 1992).

#### 2.4.4. RELACION LONGITUD-PESO

Se ajustó la relación longitud horquilla-peso total, cuyos coeficientes se emplearon posteriormente para estimar el peso promedio total a cada talla de jurel, mediante la expresión :

$$PT = a * LH^b$$

donde:

LH es la longitud-horquilla (cm), PT es el peso total (g), a y b son los coeficientes de la regresión potencial.

## 2.5. LECTURAS EN CORTES TRANSVERSALES DE OTOLITOS

### 2.5.1. SELECCION DE UNA SUBMUESTRA

Una vez recepcionadas las muestras, se procede a la selección de una submuestra proporcional a la distribución de frecuencias de tallas, cubriendo la totalidad del rango de éstas, para las zonas de pesca del estudio (Ver 2.1).

### 2.5.2. PREPARACION DE LOS OTOLITOS PARA LA LECTURA

En la preparación de cortes transversales de los otolitos para la lectura de los anillos internos se siguió la técnica de Gili y Cid (1993). Mediante esta técnica, las secciones transversales que incluyen el núcleo se obtuvieron del otolito derecho, en el que se ubica y marca la posición del punto de origen que sirve de referencia, posteriormente, para realizar el corte. Dicha operación se efectúa bajo microscopio estereoscópico con aumento de 20 x y luz incidente. El otolito se incluye completamente en Eukitt y se deja en reposo durante 48 horas para su endurecimiento. Los cortes transversales de otolitos se realizan mediante el empleo de una máquina de corte lento marca ISOMET-BUEHLER, provista de dos

discos de corte diamantados de 10 cm de diámetro y 0,3 mm de grosor. La lámina obtenida se ubica en una placa porta-objetos numerada, sobre una de las superficies recién cortadas, con el sector ventral del corte hacia la derecha, luego se fija con Eukitt. Para mejorar la observación de la superficie expuesta, se pule mediante una lija al agua de grano muy fino (1500) y se cubre con una nueva película de Eukitt (Fig. 2).

### 2.5.3. LECTURA DE LOS CORTES

La lectura de los anillos en los cortes se realizó utilizando un microscopio estereoscópico Nikon, con aumento de 20 con iluminación incidente contra fondo negro. El número de anillos observados se contó hacia el sector ventral del corte y se corroboró en diferentes zonas del mismo. Se utilizó una reglilla micrométrica de 100 divisiones (100 DMO) inserta en el ocular para medir el radio del corte y de cada uno de los anillos identificados desde el foco hasta el borde ventral, que es la zona donde los anillos se observan algo más espaciados, pudiendo ser medidos con mayor facilidad. Para convertirlas a milímetros, las medidas se multiplicaron por el factor 0,05.

### 2.5.4. ESTRUCTURA POR EDADES DE LA MUESTRA

A cada ejemplar analizado se le determinó la edad de acuerdo al número de anillos leídos, se elaboró una matriz talla-edad actual y se calculó el promedio de talla por edad con su respectiva varianza.

En los casos en que los cortes de otolitos se determinaron como ilegibles, ya sea por fracturas que dificultaron o imposibilitaron la lectura de los anillos o por una marcada opacidad por la cual no se evidenciaron los anillos, se procedió a su reemplazo tomándolo de los sobres de otolitos destinados, previa y aleatoriamente, para este objetivo.

#### 2.5.5. TAMAÑO DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO

Con las medidas de los anillos (tomadas desde el foco hacia el margen ventral de cada uno) se establecieron las distribuciones de tamaño para cada edad, las cuales permitirán realizar ajustes de la función de crecimiento mediante la técnica de retrocálculo.

#### 2.6. ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO

El modelo de crecimiento empleado usualmente en pesquerías es el de von Bertalanffy, debido a diversas ventajas tales como: relativa facilidad de cálculo de los tres parámetros de la función y la facilidad de incorporarlos a modelos de evaluación de stock. Su expresión es la siguiente:

$$L_t = L_{\infty} * [1 - e^{-K*(t-t_0)}]$$

donde:

$L_t$  : Longitud (horquilla) a la edad  $t$  (años).

$L_\infty$  : Longitud asintótica (cm).

$K$  : Coeficiente de crecimiento ( $\text{año}^{-1}$ )

$t_0$  : Edad hipotética del pez (en años) cuando su longitud es cero.

Con los datos disponibles de lecturas de otolitos enteros y de cortes, se realizaron dos tipos de ajustes de los parámetros: longitud a la edad actual y longitudes retrocalculadas.

La edad actual considera la edad en términos absolutos, vale decir: el número de anillos anuales que presentan los otolitos y no corresponden por lo tanto a grupos de edad.

El ajuste de la función de crecimiento se realizó mediante la utilización del módulo Nonlin de SYSTAT versión 5.03, que emplea el algoritmo de iteración cuasi-Newton.

## 2.7. LONGITUDES PROMEDIO RETROCALCULADAS.

Para obtener las longitudes de los peces a las edades pretéritas, se empleó el procedimiento señalado por Francis (1990), utilizada anteriormente para el jurel del norte (Alegría et al., 1994), que toma en consideración la hipótesis de proporcionalidad de la longitud del pez sobre el radio del otolito (BPH), y su expresión es la siguiente:

$$LH_{ij} = g(R_{ij}) * (LH_{cj} / g(R_{cj}))$$

donde:

$LH_{ij}$  : Longitud horquilla del pez j a la edad i

$g(R_{ij})$  : Longitud del pez j a la edad i estimada mediante la función de regresión  $g(R)$

$LH_{cj}$  : Longitud horquilla del pez j a la captura c

$g(R_{cj})$  : Longitud del pez j a la captura estimada mediante la función de regresión  $g(R)$ .

Para el ajuste de la relación entre la longitud del pez y el radio del otolito, se empleó el modelo potencial, cuya expresión es:

$$g(R) = a * R^b$$

donde  $g(R)$  es la longitud horquilla en función del radio (R) del otolito.

## 2.8. COMPARACION DE LAS CURVAS DE CRECIMIENTO

Dado que el modelo de crecimiento es no lineal, es inherentemente un problema multivariado ya que, por ejemplo, un estoc puede crecer más rápido cuando joven y más lento cuando sus integrantes son más viejos (Moreau, 1987). Para comparar las curvas de crecimiento resultantes, se empleó el test  $T^2$  de Hotelling como lo describió Bernard (1981), pero

con una formulación similar a la propuesta por Cerrato (1990), de acuerdo a:

$$T^2 = (P_1 - P_2)' S_{P_1 - P_2}^{-1} (P_1 - P_2)$$

donde  $(P_1 - P_2)'$  es el vector traspuesto (vector fila) de  $(P_1 - P_2)$ , siendo este último el vector diferencia de los parámetros de crecimiento (vector columna). Además,  $S_{(P_1 - P_2)}$  representa la matriz de varianza-covarianza del vector diferencia de estimaciones.

La regla de decisión del estadístico  $T^2$  considera como hipótesis la igualdad de los vectores de parámetros de crecimiento. Esta se rechaza si el  $T^2$  calculado iguala o supera el valor crítico  $T^2_0$ , y acepta en el caso contrario. El valor crítico se calcula de acuerdo a la siguiente formulación:

$$T^2_0 = 3 \frac{N_1 + N_2 - 6}{N_1 + N_2 - 8} F_{\alpha(3, N_1 + N_2 - 6)}$$

donde  $F$  corresponde al percentil de la distribución de Fisher con 3 y  $N_1 + N_2 - 6$  grados de libertad y donde  $N_1$  y  $N_2$  corresponde al tamaño muestral utilizado para estimar los parámetros de crecimiento.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. MUESTRAS**

Los otolitos recibidos para análisis de edad, provenientes de los desembarques de las flotas cerqueras industriales que operaron en la región de estudio, desde junio de 1994 a mayo de 1995, sumaron 6.597 pares. Su rango de distribución de longitud horquilla en relación a la distribución de frecuencias de longitud correspondientes, se presentan en la Figura 3.

#### **3.2 LECTURAS DE OTOLITOS**

##### **3.2.1. OTOLITOS ENTEROS**

Mediante la técnica de lectura de otolitos enteros se examinó un total de 2.896 otolitos, colectados mensualmente en proporción a la distribución de frecuencias de longitud de la muestra. La longitud de los peces varió entre 19 y 57 cm de longitud horquilla (LH). Las tallas menores a 24 cm estuvieron escasamente representadas durante gran parte del segundo semestre de 1994, como también las tallas sobre 49 cm durante el cuarto trimestre de 1994 y primer trimestre de 1995 (Fig.3).

Al analizar la estructura externa de los otolitos se observó que éstos presentaban de 2 a 13 anillos de crecimiento, lo que

significa que la edad de los ejemplares muestreados fluctuó entre 2 y 13 años. El rango de edades fue más estrecho al iniciar el estudio (tercer trimestre de 1994), cuando las edades variaron entre 4 y 12 años. Esta distribución de edades se amplió a contar del cuarto trimestre por la aparición en la pesquería de individuos de edad y talla menor.

### 3.2.2. CORTES TRANSVERSALES DE OTOLITOS

Para la lectura en cortes transversales de otolitos se hizo 1.438 preparaciones, correspondientes a ejemplares cuyas tallas se distribuyeron proporcionalmente al muestreo de longitud (Fig. 3). De éstos el 13 % resultó ilegible. El rango de distribución de las edades determinadas se extendió entre la edad 2 y 13, con las edades extremas muy poco representadas.

### 3.3. PERIODICIDAD DE FORMACION DEL ANILLO HIALINO EN EL BORDE DE LOS OTOLITOS

La distribución mensual del tipo de borde presente en los otolitos, se utilizó como indicador de la periodicidad de formación del anillo hialino y de la época del año en que aparece con mayor frecuencia, a fin de obtener una prueba positiva y robusta de que los anillos de crecimiento se forman anualmente.

Para realizar el análisis, los peces se agruparon por edades

constituyendo las siguientes categorías: edades 3 a 7; edad 8 y mayores (8+) y todas las edades sumadas (3+). La agrupación se efectuó mes a mes hasta completar un ciclo anual, a fin de reducir la variación generalmente asociada a la migración y extensión del período reproductivo.

El resultado muestra que durante todo el año se observan otolitos con borde hialino, pero la distribución mensual indica un período de máxima frecuencia que se extiende desde mayo hasta septiembre. Por otra parte, la máxima frecuencia de bordes opacos se registró entre noviembre y enero en jureles de hasta 7 años de edad lo que estaría indicando que se forma un sólo anillo de crecimiento anual (Fig. 4). Sin embargo, para los peces de mayor edad (8+), en noviembre y diciembre se observó un repunte de bordes hialinos. Esto se podría explicar por la escasa presencia de ejemplares mayores durante dicho período o por el desplazamiento de la época de formación del anillo hialino.

### 3.4. ESTRUCTURA DE EDAD DE LAS CAPTURAS

#### 3.4.1. COMPOSICION DE LONGITUDES EN LAS CAPTURAS (COLOCAP)

Para la obtención de COLOCAP de los meses de junio de 1994 a mayo de 1995 se utilizó la información recopilada por personal del Instituto de Fomento Pesquero, sobre las capturas en toneladas, por mes y por puerto de desembarque (Tabla 1) y las distribuciones de frecuencias de longitudes mensuales por zona (Tablas 2 a 4).

Además, se utilizaron los coeficientes de la relación longitud-peso estimados a partir de datos biológicos correspondientes a las distribuciones de longitud (Tabla 5).

### 3.4.2. ASIGNACION DE GRUPOS DE EDAD Y CLAVES EDAD-TALLA

La composición de edad de las capturas ha sido calculada en base trimestral, como una fracción del total de peces de cada intervalo de edad. La composición de edad fue aplicada a la distribución de frecuencias de longitud, proveniente de las muestras colectadas diariamente en todas las zonas del área de estudio, bajo el supuesto que las muestras fueron tomadas de una misma población que se reproduce entre sí y en la que pueden producirse concentraciones de peces en diferentes partes del conjunto de edades. De este modo se ha evitado al máximo los posibles sesgos en la estimación de la estructura de edad de las capturas de jurel.

Con los datos de lecturas de anillos de otolitos enteros, se procedió a la asignación de grupos de edad y a la elaboración de las claves edad-talla correspondientes. En las Tablas 6 y 7 se presentan las claves de jurel para la zona centro-sur para el tercer y cuarto trimestre de 1994 y en las Tablas 8 y 9 se presentan las claves para el primer y segundo trimestre de 1995. En general, los ejemplares se distribuyeron entre los grupos de edad II a XIII.

3.4.3. COMPOSICION EN NUMERO DE INDIVIDUOS POR GRUPO DE EDAD  
POR ZONA DE PESCA

En el análisis de la estructura de edad del jurel de la zona de estudio, se debe considerar, que la clave talla-edad trimestral de Talcahuano se expandió a COLOCAP correspondientes a las zonas de pesca de San Antonio, Talcahuano y Valdivia, asumiendo que es representativa de la zona centro-sur de acuerdo a lo señalado en la Metodología.

Se elaboró las matrices correspondientes a las estructuras de edades de las capturas de jurel para el tercer y cuarto trimestre de 1994, segundo semestre de 1994, primer y segundo trimestre de 1995, primer semestre de 1995 y el período junio de 1994 a mayo de 1995 para las zonas de: San Antonio, Talcahuano, Valdivia y Centro-sur, las cuales se presentan en las Tablas 10 a 37.

Las características de las estructuras de edad de las capturas de jurel para cada una de la zonas de estudio fueron:

a) Zona de San Antonio

La estructura de edad para la zona de pesca de San Antonio durante el tercer trimestre de 1994, presentó una notoria unimodalidad caracterizada por una amplia participación de grupos de edad mayores (VII al XI), que en conjunto aportaron el 94 % de las capturas en número siendo los principales, los grupos XI y VIII, en tanto que la participación de grupos de edad menores e intermedios fue muy escasa (Tabla 10). Al inicio del cuarto trimestre, se produjo un cambio en la estructura de

edad ya que predominaron los grupos menores e intermedios (II al V) con el 89 % de las capturas en número, destacando el grupo II, seguido del IV y V (Tabla 11). Esta situación se reflejó en la distribución polimodal observada en conjunto durante el segundo semestre de 1994 (Tabla 12 y Fig. 5).

La estructura determinada por el predominio de ejemplares jóvenes, que integran grupos de edad menores e intermedios (III al VI), se mantuvo durante el primer y segundo trimestre de 1995 (Tablas 13 y 14). Al analizar la estructura de edad, en conjunto, para el primer semestre de 1995, ésta se mostró unimodal por predominio de los grupos de edad IV, V, y VI (Tabla 15 y Fig. 6). Por lo tanto, en la zona de San Antonio y considerando el período total de estudio (junio de 1994 a mayo de 1995), se observó una alta presencia de grupos de edad menores e intermedios (III al VI, Tabla 16 y Fig. 7), con un aporte conjunto del 83 % y por ende una escasa participación de los grupos parentales mayores.

#### b) Zona de Talcahuano

Durante el tercer trimestre de 1994, la estructura de edad de las capturas de jurel se caracterizó por una distribución unimodal centrada en los grupos de edad mayores (VII a X), que en conjunto aportaron el 78,2 % a las capturas, (Tabla 17). Luego, en el cuarto trimestre ingresan a la pesquería ejemplares jóvenes (grupos de edad III a V) que aportaron el 79,3 % de la captura en número de individuos (Tabla 18). Por lo tanto, la diferencia de los máximos de representatividad de ambos períodos determinó que la estructura para el segundo semestre de 1994 mostrara una notoria bimodalidad, destacándose entre los grupos de edad menores el IV y entre

los mayores, el IX (Tabla 19 y Fig. 8). En los dos primeros trimestres de 1995 siguieron presentes los grupos de edad menores, pero con predominio de los intermedios, entre los que se destaca el grupo de edad VI con un aporte a la captura de 31,1 y 34,1 % en el primer y segundo trimestre respectivamente (Tablas 20 y 21). En consecuencia, durante el primer semestre del año 1995, los grupos de edad IV al VII, hicieron el mayor aporte a las capturas (82,6 %), con un amplio predominio del grupo de edad VI (Tabla 22 y Fig. 9). Esta unimodalidad contrasta con la bimodalidad de la estructura de edad observada durante el segundo semestre de 1994. En la Tabla 23 y Figura 10 se muestra la composición de grupos de edad para el período total, donde se observa que las capturas de jurek en la zona de Talcahuano, se sustentaron (73,5 %) en los grupos de edad IV a VII.

### c) Zona de Valdivia

En esta zona de pesca, la estructura de edad de las capturas de los dos últimos trimestres de 1994, mostró una mayor amplitud de grupos de edad que más aportan a la captura en número (VI a X), correspondiendo al 87,8 % en el tercer trimestre (Tabla 24) y al 92,5 % en el cuarto trimestre de 1994 para los grupos de edad V a IX (Tabla 25). Es interesante destacar que, en ambos períodos, no se detectó el ingreso de juveniles a la pesquería, como ocurrió en las dos zonas anteriores (Tabla 26, Fig. 11).

El primer trimestre de 1995 se caracterizó por la alta presencia del grupo de edad VI que aportó el 40,7 % de la

captura en número, seguido del grupo de edad V con el 25,6 % (Tabla 27). En el trimestre siguiente disminuyó la presencia de estos grupos de edad, incrementándose los inmediatamente mayores (Tabla 28). Por lo tanto, mientras la composición de la captura del segundo semestre de 1994 presentó una distribución unimodal centrada en grupos de edad VIII y IX, en el primer semestre de 1995 se visualizó una importante presencia de grupos de edad intermedios (V y VI) (Tabla 29, Fig. 12).

Analizando el período total, se estableció que los grupos de edad VI y VII sustentaron la pesquería (41,5 %), con un importante aporte de los grupos de edad VIII a X (Tabla 30 y Fig. 13).

#### d) Zona Centro-Sur

Considerando las tres zonas de pesca en conjunto, en las Tablas 31 y 32 se observa que mientras en el tercer trimestre predominaron los grupos de edad mayores (VII a X), aportando el 76,2 % a la captura en número, durante el cuarto trimestre de 1994 predominaron los grupos menores e intermedios (IV y V) con el 59,8 % de las capturas, produciendo en el segundo semestre de 1994 una estructura bimodal centrada en los grupos de edad IV y IX (Tabla 33 y Fig.14).

Durante el primer trimestre de 1995, continuó la participación de grupos de edad menores e intermedios (IV al VI) (Tabla 34), lo que se mantiene para el segundo trimestre a un nivel más bajo (Tabla 35).

El análisis por semestres de la estructura de edad de las

entradas sur. indicó capturas de la zona centro sur indicó que mientras en el 1994, la pesquería se sustentó en un amplio rango de grupos de edad (IV a X) (91,4 %), durante el primer semestre de 1995, las capturas se sustentaron principalmente en los grupos de edad IV a VII que en conjunto aportaron el 81,2 % (Tabla 36 y Fig. 15).

Finalmente durante el período total de estudio se observó que la captura en número alcanzó una cifra aproximada de 8 mil millones de ejemplares distribuidos en doce grupos de edad. Los grupos más relevantes, ya que sustentaron la pesquería de jurel, fueron los grupos de edad IV a VII, que en conjunto aportaron el 71,8 % a las capturas en número de ejemplares. Asimismo los grupos de edad mayores (VIII+) sólo representaron alrededor del 21 %. No obstante, su aporte a la captura en peso sería de mayor consideración. Por otra parte, se observó que durante este período, el ingreso de juveniles fue de escasa connotación. En efecto, los grupos de edad 0 y I no fueron detectados y el grupo de edad II tuvo poca representación (0,7 %) (Tabla 37 y Fig. 16).

### 3.5. ANALISIS A LA EDAD ACTUAL

Mediante el recuento del número de anillos presentes en el otolito, tanto en el examen e interpretación de otolitos enteros como en cortes, se determina la edad que compone la muestra analizada, vale decir, la edad de los ejemplares al momento de la captura, lo que se entiende por edad actual. Esta información permite hacer ajustes de parámetros de

crecimiento del modelo de von Bertalanffy, los cuales se señalan en el capítulo correspondiente.

Las matrices talla edad actual obtenidas no se pueden comparar con aquéllas correspondientes a la composición en número por grupo de edad, que contienen un soporte estadístico importante que permite expandirlas a las capturas y que se presentan en las Tablas 10 a 37.

#### 3.5.1. EDAD ACTUAL ESTIMADA MEDIANTE ANALISIS DE OTOLITOS ENTEROS

En la Tabla 38 se presenta la matriz de distribución de tallas a la edad actual de jurel, resultante de las lecturas de los otolitos enteros. El rango de edad de los ejemplares varió entre 2 y 11 años y para cada edad se estimó la talla media y la varianza respectiva. Se considera que las tallas promedio de las edades 2, 3 y probablemente la 4 estén sobreestimadas dado que existe una normativa legal que fija la talla mínima de captura para el jurel en 26 cm LH., de manera que sólo se capturan los ejemplares de mayor tamaño del rango de distribución de estas edades.

#### 3.5.2. EDAD ACTUAL ESTIMADA MEDIANTE EL ANALISIS DE CORTES DE OTOLITOS

La serie de cortes transversales de otolitos analizada correspondiente al período total, alcanzó a 1356 ejemplares

a edades entre 2 y 13 años para tallas entre 19 y 57 cm LH, con las mayores frecuencias en las edades de 4 a 9. La matriz entrega las tallas medias a la edad con su respectiva varianza. En la estimación de edad mediante la lectura de cortes se percibe la misma sobreestimación de las edades menores observada en la determinación de edad en otolitos enteros.

### 3.6. AJUSTE DE LA FUNCION DE CRECIMIENTO

El ajuste de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy se efectuó considerando, por una parte, las tallas a la edad actual determinada directamente de la lectura de los otolitos y por otra, las tallas a edad pretérita estimada mediante el método de retrocálculo. Para ello se contó con información de lecturas de otolitos enteros y en cortes transversales de otolitos.

Para el ajuste de los parámetros del modelo de von Bertalanffy se utilizó el módulo Nonlin del paquete estadístico SYSTAT versión 5.03.

#### 3.6.1. AJUSTE MEDIANTE LA TECNICA DE DE EDAD ACTUAL

Basándose en los datos de talla a la edad actual del jurel obtenidos mediante las lecturas en otolitos enteros y en cortes transversales, se calcularon los parámetros se la



función de crecimiento que se presenta en la Tabla 40 con el error estándar y los límites de confianza (95 %) respectivos. Del modelo ajustado resultaron las curvas de crecimiento que se muestran en la Figura 21.

3.6.2. AJUSTE MEDIANTE LA TÉCNICA DE RETROCALCULO

Para desarrollar la técnica de retrocálculo de tallas a las edades pretéritas es necesario contar con una ecuación que permita la conversión de las medidas del radio del otolito y de los anillos a las longitudes del pez. Esta ecuación se logra mediante la técnica de mínimos cuadrados, relacionando el radio de los otolitos o de los cortes de otolitos versus la longitud del pez a la captura. Esta relación se ajusta bien al modelo de tipo potencial, cuyas ecuaciones resultantes son:

Otolitos enteros:

$$LH = 4.0056161 * RO^{1.5279406}$$

Cortes de otolitos:

$$LH = 14.936334 * RO^{1.3074446}$$

Las tallas a las edades pretéritas se obtuvieron mediante el retrocálculo, para lo cual se utilizó el criterio proporcional BPH descrito por Francis (1990), que tiene la ventaja, por sobre la utilización directa de la ecuación de la regresión, ya que incorpora la información de la longitud del pez al momento de la captura. Con esto se logra para las edades menores longitudes más bajas que las del pez correspondiente,



frecuentemente a situación que no ocurre frecuentemente al utilizar el método de regresión (Carlander, 1981; Gutreuter, 1987).

El resultado del ajuste de los parámetros del modelo de von Bertalanffy, se presenta en la Tabla 41 con el error estándar y los límites de confianza (95 %) respectivos. En la Figura 21 se entregan las curvas que corresponden a las funciones resultantes de cada ajuste.

Con las cuatro ecuaciones de crecimiento obtenidas, se calcularon las longitudes teóricas para las edades 1 a 13 (Tabla 42). Entre las longitudes calculadas para las primeras edades hay una mayor variación que en las de mayor edad. No obstante, la edad 1 fluctúa entre 11,6 y 16,9 con una media de 14,7 cm. y la edad 2 oscila entre 16.9 y 21.4 cm. con una media de 19.6 cm. lo que, probablemente, sea un reflejo de la parcialidad de la presencia de estas edades en las capturas que provoca un sesgo hacia el extremo superior del rango de longitudes correspondientes a cada edad.

### 3.6.3. COMPOSICION DE LAS FUNCIONES DE CRECIMIENTO

Del ajuste de los parámetros de crecimiento mediante el método no lineal (Nonlin de Systat, versión 5.03), resultaron cuatro curvas de crecimiento (Tablas 40 y 41), que se compararon entre sí aplicando el test  $T^2$  de Hotelling. Los resultados del test se presentan en la Tabla 43.

Se estableció que no existen diferencias significativas entre

los parámetros de crecimiento obtenidos del total de pares edad-actual-longitud horquilla de otolitos enteros y cortes transversales, como tampoco se estableció diferencias significativas entre éstos y los parámetros de crecimiento resultantes de los pares edad pretérita-longitud horquilla promedio retrocalculadas correspondientes a ambas técnicas de determinación de edad. En todos los casos el  $T^2$  de cada serie de datos es menor que el respectivo valor crítico.

#### 4. DISCUSION

##### 4.1. DETERMINACION DE LA EDAD

El método usado en la lectura de los otolitos fue contar el número de zonas hialinas que se alternan con zonas opacas. En general, se reconoce que durante un período de crecimiento rápido se forma una zona opaca mientras que la zona hialina se forma durante un período de estrés (Holden y Raitt, 1975). En esta zonación influye una variedad de factores bióticos (alimentación, reproducción, migraciones y otros) y abióticos como la temperatura (Casselman, 1983). Estos factores suelen combinarse para formar una zona hialina de invierno.

Determinar el tiempo y período de formación de las zonas, es una de las etapas más crítica en el proceso de asignar edad a un pez mediante el examen e interpretación de los otolitos. La observación del período del año cuando el incremento

una zona opaca, requiere de muestreos seriados a través un ciclo anual que incluya peces de diferentes tamaños, sexo y edad, ya que podrían depositar el incremento marginal en distintas épocas del año y más de una marca según los diversos eventos del ciclo vital. Entonces, los anillos hialinos se relacionan con períodos de disminución de la tasa de crecimiento, en cambio los opacos se relacionan con períodos de aumento de ésta (Holden y Raitt, 1975). Así, una zona de crecimiento anual está compuesta por un anillo opaco más uno hialino, que cierra la banda de crecimiento. Este último es el que se cuenta quedando implícita la presencia del opaco. Por otra parte, es frecuente que dentro de la zona opaca queden varios anillos calificados como falsos. Los anillos hialinos se determinan como falsos cuando sus características de nitidez, grosor y continuidad alrededor de la estructura, observadas bajo el instrumento óptico, difieren de los patrones establecidos comúnmente para los anillos verdaderos (ICSEAF, 1986).

La periodicidad de formación del anillo de crecimiento de *T. s. murphyi*, mediante el análisis del material del borde de los otolitos fue estudiada por Aguayo et al. (1981), quienes, utilizando el conjunto de edades disponibles, concluyeron que anualmente se forma un anillo opaco y uno hialino, señalando que cada anillo hialino equivale a un año de vida del pez. También Alegría et al. (1995) reportaron la formación de un sólo anillo hialino anual para el estoc de la zona norte de Chile, con la máxima ocurrencia de bordes hialinos entre mayo y julio, observando cierta tendencia a formar otro máximo en diciembre y enero.

Aunque en el período de extensión de este estudio se observó otolitos con bordes hialinos durante todo el año (Fig. 4),

éstos presentaron una máxima frecuencia entre junio y agosto, confirmando la formación de un sólo anillo hialino anual. El comportamiento de los ejemplares mayores de 8 años introduce un cambio en la distribución de bordes hialinos, en estos grupos aparece un incremento hacia fines del año haciendo pensar, por una parte, en la formación de un segundo anillo anual, como también en una formación desfasada del borde en ejemplares de mayor edad como lo señalan Holden y Raitt (1975).

Un aspecto que se debe considerar en estos estudios es que, generalmente, las capturas no son consistentes en cuanto la estructura de edad o de talla a través todo el año, por lo que se puede introducir un sesgo importante en el análisis del tipo de borde.

Con el objeto de establecer la periodicidad anual de formación del anillo hialino y su época de aparición en el borde de los otolitos de jurel, en el marco de un proyecto del Instituto de Fomento Pesquero, se está realizando un estudio de seguimiento de la formación mensual del borde siguiendo tres clases anuales fuertes detectadas a contar del año 1987, éstas son las cohortes de los años 1983, 1984 y 1985 (Gili et al. 1995).

Utilizando la información disponible de lecturas de otolitos de jurel a contar del año 1987, se analizaron las distribuciones de frecuencias de tipos de bordes (hialinos y opacos) para cada una de la cohortes señaladas completando un total de 17.026 observaciones. Al graficar dichas frecuencias se constató que en jurel, indiscutiblemente, el anillo hialino se forma una vez al año y sus mayores frecuencias de aparición están en los meses de invierno, esto constituye la validación definitiva del método de determinación de edad mediante el

análisis de los anillos macroestructurales depositados en los otolitos de jurel.

Del análisis de las figuras 17 a 20 que, repectivamente, representan a las cohortes de 1983, 1984 y 1985 y a la conjunta, se estableció que a partir del grupo de edad VIII se produce un desplazamiento de la época de formación del hialino hacia los meses del tercer y cuarto trimestre de cada año a diferencia de los ejemplares más jóvenes, cuyas mayores frecuencias se presentaron regularmente a mediados de año. Esto es concordante con lo señalado por algunos autores en el sentido de que los ejemplares adultos no forman el anillo hialino durante la misma época que los jóvenes (ICSEAF, 1986). Así lo indican Holden y Raitt (1975) para el bacalao del norte y del Artico.

Este desplazamiento, además, hace coincidir el período de formación del anillo hialino de crecimiento lento con el formado durante el período de reproducción, ya que el período de estrés reproductivo ocurriría cuando los huevos han madurado (Kimura et al. 1979), lo que en el jurel del Pacífico sur oriental alcanza su máximo entre Septiembre y Noviembre.

#### 4.2. COMPOSICION EN NUMERO POR GRUPO DE EDAD

La composición de edad de las capturas comerciales se determina habitualmente aplicando una clave edad-talla a la distribución de longitudes en la captura. En este estudio se ha elaborado un conjunto de claves edad-talla en base

trimestral, de modo tal que cumplan los principales supuestos básicos en la construcción de ellas. Esto es, corresponden a una submuestra aleatoria de edad y se aplican a la distribución de frecuencias de talla determinadas de la muestra aleatoria de las capturas en el mismo período, ambas obtenidas de la misma población, que se reproduce entre sí y en la cual los peces tienden a concentrarse por distintos tamaños y/o edades (Westrhein y Ricker, 1978; Clark, 1981), evitando así los sesgos que se producen al aplicar una clave edad-talla correspondiente a otro período.

Al aplicar la clave edad-talla elaborada con información proveniente de la zona de Talcahuano, a las otras zonas en estudio se ha evitado introducir un error sistemático, ya que provienen de la misma población en el mismo período.

La estructura de edad de las capturas de jurel en la zona centro-sur si bien está conformada por doce grupos de edad (II a XIII), ésta se concentra principalmente en cuatro grupos de edad (IV a VII) que, en conjunto, aportaron el 72 % a la captura en número de ejemplares. Es importante la participación de estos grupos de edad (sobretudo de los grupos IV, V y VI) por cuanto deberán ser los que deberán sostener la pesquería en los años siguientes.

#### 4.3. AJUSTES DE CRECIMIENTO

En la muestra disponible para los ajustes, se contó con ejemplares a partir de la clase de talla 19 cm de longitud

horquilla, vale decir desde la edad 2, no estando representada la edad 1. Más aún, en las primeras edades, la distribución de tallas es parcial y, generalmente, mejor representadas las tallas que corresponden a los límites superiores de la distribución de cada edad, de manera que entregan valores sobreestimados. Esto es causado, por una parte, por la selectividad del arte de pesca empleado y por otra, por la intencionalidad de pesca de los patrones sobre los ejemplares de mayor tamaño para dar cumplimiento a la normativa legal vigente respecto a la talla mínima legal de 26 cm, por lo que es menos probable lograr una buena representación de los individuos juveniles en las muestras de las capturas comerciales. La exclusión de los juveniles puede haber provocado la subestimación del coeficiente de crecimiento (K) y la sobrevaloración de la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ), además de su incidencia sobre el to haciéndolo más negativo.

En general las especies del género *Trachurus* presentan una tasa de crecimiento muy rápida en las primeras edades y luego se produce un cambio en la tasa de crecimiento, que coincide con la madurez sexual (Macer, 1977, Alegría, 1990). Al contar con muestras con escasa representación de ejemplares de las tallas menores (edades 1 a 3 y en cierta medida, edad 4), los ajustes se realizan sobre ejemplares de tasas de crecimiento más bajas, lográndose valores consecuentes con esta situación. Al ajustar diferentes funciones de crecimiento a los datos de la misma población estimados de diversa maneras se pueden generar resultados diferentes. En este estudio los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy se ajustaron para el jurel, usando el procedimiento no lineal de ajuste (rutina Nonlin de SYSTAT). Este método produce estimaciones más confiables y exactas de los parámetros con una variabilidad mínima y disminución de la sensibilidad a las

condiciones subyacentes al proceso de crecimiento (Vaughan y Kanciruk, 1982). Además permite estimar simultáneamente los tres parámetros de la ecuación con el error estándar y los límites de confianza respectivos.

Para verificar las concordancias entre las diferentes funciones ajustadas se realizaron comparaciones estadísticas, esto es, los parámetros de las funciones de crecimiento estimadas con los diversos métodos aplicados, se compararon mediante el test  $T^2$  de Hotelling según Bernard (1981) con la modificación de Cerrato (1990). Los resultados confirmaron la hipótesis de igualdad de parámetros (Tabla 43).

La base de este resultado es que cada modelo está constituido por un set de parámetros concordantes con los datos biológicos manejados. Así, la longitud infinita es razonablemente cercana a la longitud máxima observada. Abramov y Kotlyar (1980) reportaron una talla máxima de 70 cm para el jurel capturado en la plataforma continental del sur del Perú, mientras que Kaiser (1973) informa de la presencia de ejemplares de 64 cm LH en la costa chilena. El coeficiente K en las ecuaciones de von Bertalanffy resultantes fluctúa entre 0,068 y 0,119, probablemente razonables para describir el crecimiento del jurel considerando la ausencia de ejemplares juveniles -de crecimiento más rápido- en las muestras. El parámetro  $t_0$  debe ser menor que cero para lograr una longitud positiva a edad 0 (Vaughan y Kanciruk, 1982). Los valores de  $t_0$  correspondientes a la edad actual que se inicia con peces de edad 2, cuya longitud promedio está probablemente sobrevalorada, se muestran mayores junto a un valor de K menor indicando un crecimiento lento de los ejemplares maduros. Mientras que los valores de estos parámetros estimados con las longitudes retrocalculadas que incluyen valores para las edades 1 y 2, se muestran biológicamente más razonables.

Estos valores resultan ser lógicos ya que son producto del método de determinación de edad, que utiliza los datos de talla a la edad actual de las capturas. Para llegar a resultados razonables, este método exige que la muestra a analizar contenga una buena distribución de tallas, especialmente las menores. Al no estar bien representada la fracción juvenil de la población, el patrón de crecimiento resultante corresponde sólo al estoc de jurel reclutado a la pesquería.

Del análisis de las cuatro curvas de crecimiento de la Figura 21 se observa que el sector de ellas que representa mayoritariamente a la pesquería de jurel, vale decir, las edades 5 a 11, no muestra diferencias relevantes. Pero si se utiliza la función de crecimiento  $dl/dt$ , que corresponde a la expresión:  $dl/dt = k * (L_{\infty} - l)$ , derivada del modelo de von Bertalanffy, se constata que existe una similitud en la función de crecimiento entre los valores calculados de otolitos enteros (tallas retrocalculadas) con aquéllas obtenidas de cortes a la edad actual (Fig. 22). Por otra parte, la tasa de crecimiento obtenida de otolitos enteros (edad actual) señala hacia un crecimiento más lento, mientras que la tasa de crecimiento resultante de los cortes mediante retrocálculo indica un crecimiento más rápido (Fig. 22).

La importancia comercial del jurel y la amplia extensión de su hábitat, ha dado lugar a numerosos estudios sobre la edad y el crecimiento de la especie. Las numerosas estimaciones realizadas manifiestan una gran disparidad de valores (Tabla 44), como lo ha señalado Kochkin (1994), Alegría et al. (1995) y Cubillos y Arancibia (1995), cuyas causas obedecen a variadas razones, tales como: la calidad de la muestra disponible, no diferenciar grupos de edad de la edad al momento de los cálculos, diferentes formas de obtener las

longitudes retrocalculadas, generalmente usando el análisis de regresión, otras veces no especifica el método empleado, etc. Vale decir, la disparidad de resultados se corresponde con las diferentes formas de obtener los valores de los parámetros.

Como una forma de determinar con cuáles de los autores se pueden asociar los resultados del presente estudio, se graficó la relación entre el coeficiente de crecimiento ( $K$ ) y la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ) (Fig. 23), observándose que existe un grupo de valores que se disponen alrededor de la mediana formando un grupo integrado por los siguientes autores: (10) Kochkin, 1994; (3) Abramov y Kotlyar, 1980; (17) Presente estudio (ot. enteros-LH retrocalculadas); (16) Presente estudio (Corte-edad actual); (5) Nekrasov, 1982, todos los cuales se disponen entre un  $K$  de 0.08 y 0.11 y un  $L_{\infty}$  entre 70.0 y 74.3 cm, es decir con una tasa de crecimiento medianamente lenta. Próximos a éstos, pero con menores tasas de crecimiento están: (9) Nosov et al, 1989 y (15) Presente estudio (ot. enteros-edad actual). Las tasas de crecimiento ( $k * (L_{\infty} - 1)$ ), estimadas por estos autores, se grafican en la Figura 24 donde se observan formando rectas muy coincidentes.

Luego se observa un grupo con una tasa de crecimiento más rápida formado por (14) Cubillos et al, 1995; (11) Alegría et al, 1995 (Araya, Incr. diarios) y (1) Kaiser (1973). En la Figura 25 se presentan las rectas correspondientes a las tasas de crecimiento calculadas por estos autores.

En la Figura 23, ya señalada, se visualizan valores individuales por debajo y por sobre ambos grupos ya indicados, en primer lugar se encuentran: (7) Castillo y Arrizaga, 1987; con una baja tasa de crecimiento y un bajo valor de  $L_{\infty}$ , luego

(18) Presente estudio (cortes-LH retrocalculadas), en seguida (12) con menores valores de  $L_{\infty}$  están (12) Alegría et al, 1995. (13) Alegría et al (Hidalgo, otros enteros); (13) Alegría et al. 1995 (Corte-LH retrocálculo) y finalmente (4) Aguayo et al. 1981 con el valor más bajo de  $L_{\infty}$ , pero con una alta tasa de crecimiento. Las tasas de crecimiento estimadas por estos tres últimos autores se presentan en la Figura 26.

En el grupo superior con altos valores de  $L_{\infty}$  están (6) Shevchuk y Chur, 1984; (8) Nekrasov, 1987, con una tasa muy baja y por último está (2) Pavéz y Saa, (1978) con un valor de  $L_{\infty}$  muy alto y un K intermedio. Sus tasas de crecimiento se grafican en la Figura 27.

## 5. CONCLUSIONES

Las conclusiones resultantes son las siguientes:

La edad se determinó mediante el examen e interpretación de la estructura externa e interna de los otolitos del jurel, con resultados semejantes en cuanto al número de anillos contabilizados y las longitudes promedio a la edad estimadas.

El jurel forma un anillo de crecimiento anual, con depósito

del anillo hialino en el invierno de cada año, excepto en las edades mayores de 8 años en que se observó un desfase del período de formación del anillo hialino hacia la primavera hasta coincidir con el anillo de desove.

En general, en la pesquería de jurel en la zona centro-sur, durante el período de estudio desde junio de 1994 a mayo de 1995, estuvieron representados 12 grupos de edad (II a XIII). Sin embargo, la pesquería se sustentó en los grupos de edad intermedios (IV a VII) con predominio del grupo de edad VI. Los grupos de edad 0 y I no fueron detectados y el grupo de edad II, escasamente representado, sólo mostró el rango superior de su distribución de longitud.

En el cuarto trimestre de 1994 se produjo el ingreso a la pesquería de individuos más jóvenes que estuvieron presentes durante el primer semestre de 1995 en todas las zonas en estudio, excepto en Valdivia.

Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy obtenidos en este estudio, correspondientes a lecturas de otolitos enteros por tallas retrocalculadas y por lecturas de cortes a la edad actual, están dentro de valores razonables para la especie. Se considera que los primeros describen mejor el crecimiento de jurel, cuyos valores son :  $L_{\infty} = 70,8 \text{ cm}$  ;  $K = 0,094 \text{ año}^{-1}$  ;  $t_0 = -0,896 \text{ años}$ .

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abramov, A.A. y A.N. Kotlyar. 1980. Some biological features of the Peruvian jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*. J. Ichthyol., 20(1): 25-31
- Aguayo, M., A. Estay y V. Ojeda. 1981. Determinación de edad y crecimiento del jurel (*Trachurus murphyi*) en la zona Arica-Coquimbo y Talcahuano. Informe Subsecretaría de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero, 88 p.
- Alegria, V. 1990. Size and age at first maturity in horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) from the Adriatic Sea. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 32 (1) : V-IX 2, 261.
- Alegria, V., Oliva, J., Robotham, H., Miranda, H., Böhm, G., Caballero, L., Boré, D., Parker, U., Baros, V., Peña, S., Claramunt, G., Herrera, G., Padilla, C., Pizarro, P., Medina, M., Arancibia, H., Araya, M., Cubillos, L., Gili, R., Garland, D., Hidalgo, H., Oliva, M. 1995. Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona norte (Regiones I y II). Informe Final Fondo de Investigación Pesquera. Instituto de Fomento Pesquero/Universidad Arturo Prat/Instituto de Investigación Pesquera Octava Región, 221 p.+ tablas y figuras.
- Bernard, D.R. 1981. Multivariate analysis as a mean of comparing growth in fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38:233-236.
- Böhm S., G., L. Caballero G., H. Muñoz O., V. Bocic W., H. Hidalgo V. y R. Serra B. 1993. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas. Zona Centro-Sur 1992. Estado de Situación y Perspectivas del Recurso. Convenio CORFO-IFOP. Corp. Fom. Prod. Gerencia de Desarrollo Tecnológico (SCI-IFOP 93/5) Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile, 57 p.
- Carlander, K. D. 1981. Caution on the use of the regression method of backcalculating lengths from scales measurements. Fisheries 6 (1): 2-4.
- Casselman, J.M. 1983. Age and Growth Assesment of Fish from their Calcified Structures. Techniques and Tools. NOAA Tech. Rep. NMFS 8 : 1-17.

- Castillo, G. y A. Arizaga (1987). Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) en aguas de Chile Central. Biol. Pesq. Pont. Univ. Cat. de Chile (Talcahuano) 16:19-33.
- Cerrato, R.M. 1990. Interpretable statistical test for growth comparisons using parameters in the von Bertalanffy equation. Can J. Fish Aquat. Sci., 47 : 1416-1426.
- Chilton, D.C. y R.J. Beamish. 1982. Age Determination Methods for Fishes Studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. Can. Spec. publ. Fish. Aquat. Sci. 60, 102 p.
- Clark, W.G. 1981. Restricted least-squares estimates of age composition from length composition. Can J. Fish. Aquat. Sci. 38 : 297-307
- Cubillos, L.S. y H.F. Arancibia. 1994. Comparative Growth performance of Jack mackerels of the genus *Trachurus*, with Emphasis on *T. symmetricus murphyi* in Chile. Naga The ICLARM Quarterly. April 1994 : 32-35.
- Cubillos, L., H. Arancibia, A. S. Grechina y R. Alarcón. 1995. Crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols), del Pacífico Suroriental mediante análisis de progresión modal. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4 Núm. 4. 22 p.
- Francis, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. J. Fish Biol. 36:883-902.
- Fridrikson, A. 1934. On the calculation of age distribution within a stock of cod by means of relatively few age determinations as a key to measurements on a large scale. Rapp. P. V. Reun., Cons. Int. Explor. Mer. 86: 1 - 14.
- Gili, R. y L. Cid. 1993. Técnica de preparación de cortes de otolitos sagittae de peces. Informe interno. IFOP. Manuscrito.
- Gili, R., V. Bocic y R. Serra. 1995. Análisis de la periodicidad de formación del anillo hialino en otolitos de jurel de la costa de Chile. Informe Interno. IFOP. Manuscrito.

- Gutreuter, S. 1987. Consideration for estimation and interpretation of annual growth rates, p 115-126. In R. C. Summerfelt and G. E. Hall [ed.] The age and growth of fish. The Iowa State University Press, Ames, IA.
- Han-Lin Lai, 1987. Optimun alocation for estimating age composition using age-length key. Fishery Bulletin, vol 85, N.2.
- Holden, M.J. and D.F.S. Raitt (Eds.) (1975). Doc.Téc.FAO Pesca (115) Rev. 1:211 p. Manual de ciencia pesquera. Parte 2 - Métodos para investigar los recursos y su aplicación.
- ICSEAF. (1986). Otolith Interpretation Guide. Cape horse mackerel. int. Commn. S.E. A.H. Fish. 2 24p.
- Kaiser, C.E. (1973). Age and Growth of Horse Mackerel *Trachurus murphyi* off Chile. Trans. Am. Fish. Soc. Vol. 102 (3):591-595.
- Kimura, D.K. 1977. Statistical assesment of the age-length key. J. Fish Res Board Can., 34 : 317-324.
- Kimura, D.K., R.R. Mandapat and S.L. Oxford. 1979. Method, validity and variability in the age determination of yellowtail rockfish (*Sebastes flavidus*) using otoliths. J. Fish. Res. Board Can. 36: 377-383.
- Kochkin, P.N. 1994. Age Determination and Estimate of Growth Rate for the Peruvian Jack Mackerels, *Trachurus symmetricus murphyi*. J. of Ichthyology 34(3):39-50.
- Macer, C. T. 1977. Some aspect of the biology of the horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) in water around Britain. J. Fish. Biol., 10: 51-62.
- Moreau, J. 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments, p. 81-113. In R. C. Summerfelt and G. E. Hall [ed.] The age and growth of fish. The Iowa State University Press, Ames, IA.
- Nekrasov, V.V. 1982. Distribución, biología y posibilidades de pesca del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el Pacífico Suroeste. Informe interno, Instituto de Investigaciones Pesqueras y Oceanográficas de Rusia (VNIRO):1 1-43 (en ruso).

- Nekrasov, V.V. 1987. Edad y ritmo de crecimiento del jurel. p 44-46. En: Recopilación: Biología y pesca del jurel peruano. Instituto de Investigaciones Científicas, Pesqueras y Oceanográficas de Rusia (VNIRO). (en ruso)
- Nosov, E.V., N.P. Markina, P.V. Kalchugin, V.A. Esin, E.L. Shukova y N.G. Pogiba. 1989. Métodos de evaluación de la dinámica del stock de generaciones, determinación de la edad y ritmos de crecimiento del jurel peruano (*Trachurus symmetricus murphyi*). Informe interno del Instituto de Investigaciones Pesqueras y Oceanográficas del Océano Pacífico de Vladivostok (TINRO) : 3-63 (en ruso).
- Pavez, P. y E. Saa. 1978. Determinación de edad y crecimiento del jurel (*Trachurus murphyi* Nichols, 1920). Invest. Mar. 6 (6): 89-100.
- Robotham, H. 1994. Revisión de los procedimientos estadísticos de muestreo para otolitos conducentes a la elaboración de claves talla-edad y matrices de captura. Informe Técnico. Segundo Taller IFOP-IMARPE. Estandarización de Métodos para la Determinación de la Edad y Crecimiento de anchoveta, Sardina, Jurel y Merluza. Iquique, 6 al 17 de junio de 1994.
- Serra, R. 1992. Important life history aspects of the chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. Chile, 36:67-83.
- Serra, R. y R. Gili (1995) (eds). Taller de Trabajo. Identificación de anillos anuales en otolitos de jurel. Informe Interno. Inst. Fom. Pesq. (Manuscrito).
- Shevchuk, L.V. y V.N. Chur. 1984. Métodos de determinación de la edad del jurel (*Trachurus murphyi* N.) del Pacífico Suroriental. En: Investigaciones pesqueras de las regiones abiertas del Océano Mundial. VNIRO, Moscú : 97-105. (en ruso)
- Vaughan D.S. and P. Kanciruk. 1982. An empirical comparison of estimation for the von Bertalanffy growth equation. J. Cons. int. Explor. Mer, 40: 211-219.
- Westrheim, S.J. and W.E. Ricker. 1978. Bias in using an age-length key to estimate age-frequency distributions. J. Fish. Res. Board Can. 35: 184-189.

the system Wilkinson, is Ltd 1988 SYSTAT: the system for statistics. SYSTAT,  
Inc., Evanston, IL.

ANEXO TABLAS

ANEXO TABLAS

Tabla 1. Capturas (ton) de jurel por zona de pesca registradas entre junio de 1994 y mayo de 1995 en la zona centro-sur.

MES	SAN ANTONIO	TALCAHUANO	VALDIVIA	TOTAL
Junio	92598	299936	84446	476980
Julio	36604	267134	196901	500639
Agosto	13740	143700	158135	315575
Septiembre	4595	45353	55688	105636
Octubre	132	28870	39767	68769
Noviembre	379	30419	7739	38537
Diciembre	21657	126713	8142	156512
Enero	49755	246562	11054	307371
Febrero	66759	232163	11080	310002
Marzo	66146	264037	66498	396681
Abril	98031	335725	87369	521125
Mayo	337655	229746	54135	621536
<b>TOTAL</b>	<b>695453</b>	<b>1950422</b>	<b>696508</b>	<b>3342383</b>



Tabla 2. Distribución de frecuencias de longitudes (L. horquilla) mensuales de las capturas de jurel en la zona de San Antonio. Junio de 1994 - Mayo de 1995.

LH (cm)	1994												1995					TOTAL
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	N					
19.0							17						2	0.01				
20.0						1	107						2	0.12				
21.0						1	177					5	0	0.75				
22.0						1	260					15	2	1.30				
23.0						1	230					29	2	3.93				
24.0						2	105					158	315	8.31				
25.0						8	37					417	723	17.06				
26.0							99					579	856	16.31				
27.0						105	227					316	387	6.50				
28.0					2	282	227					202	177	10.23				
29.0					1	226	227					335	186	11.94				
30.0					1	107	124					527	396	7.71				
31.0						54	95					444	395	11.03				
32.0						32	93					301	293	8.20				
33.0						17	57					150	209	5.30				
34.0					1	21	28					133	105	3.46				
35.0						25	14					57	98	2.36				
36.0						21	11					46	62	1.54				
37.0						18	12					21	34	1.03				
38.0						9	3					22	29	0.83				
39.0						16	4					14	24	0.81				
40.0						26	6					13	25	0.82				
41.0						25	10					17	29	1.07				
42.0						33	3					13	29	1.12				
43.0						29	11					17	29	1.19				
44.0						26	1					30	42	1.38				
45.0						30	7					38	58	1.03				
46.0						31	1					14	26	1.36				
47.0						15	1					14	33	0.94				
48.0						4	5					10	29	0.88				
49.0						3	6					10	10	0.54				
50.0						1	20					15	15	0.28				
51.0						1	20					7	7	0.50				
52.0						1	18					5	5	0.36				
53.0						1	13					14	14	0.32				
54.0						4	4					1	1	0.26				
55.0						3	3					1	1	0.06				
56.0						3	3					8	8	0.05				
57.0						2	2					4	4	0.03				
58.0												0	0	0.00				
TOTAL	121	255	285	278	260	1096	1962	861	1272	455	3947	4689	15481	100				

Tabla 3. Distribución de frecuencias de longitudes (L. horquilla) mensuales de las capturas de jurel de la zona de Talcahuano. Junio de 1994-Mayo de 1995.

LH (cm)	1 9 9 5												TOTAL %		
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		N	
19.0														0	0.00
20.0														2	0.01
21.0														8	0.03
22.0														39	0.14
23.0														271	0.99
24.0														1524	3.49
25.0														1075	5.59
26.0														710	3.95
27.0														979	2.61
28.0														1714	3.59
29.0														2487	6.29
30.0														2240	9.13
31.0														2000	8.22
32.0														1535	7.34
33.0														1312	5.63
34.0														1043	4.82
35.0														849	3.83
36.0														667	2.45
37.0														672	2.47
38.0														716	2.63
39.0														832	3.05
40.0														894	3.28
41.0														974	3.58
42.0														872	3.20
43.0														734	2.69
44.0														596	2.19
45.0														1.78	1.78
46.0														306	1.12
47.0														260	0.95
48.0														194	0.71
49.0														126	0.46
50.0														68	0.25
51.0														51	0.19
52.0														29	0.11
53.0														15	0.06
54.0														6	0.02
55.0														4	0.01
56.0														0	0.00
57.0														0	0.00
58.0														0	0.00
TOTAL	2357	1319	1870	2241	470	560	266	999	1553	1986	8629	4991	27241	100	

Tabla 4. Distribución de frecuencias de longitudes (L. horquilla) mensuales de las capturas de jurel de la zona de Valdivia. Junio de 1994-Mayo de 1995.

LH (cm)	1994												TOTAL	
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		
19.0													10	0.00
20.0													10	0.00
21.0									2				12	0.02
22.0								9	8				17	0.19
23.0								20	88				108	1.22
24.0								23	98				129	1.46
25.0								14	77				129	1.46
26.0								4	52			2	137	1.55
27.0								23	49			4	147	1.67
28.0								70	153			1	299	3.39
29.0								120	294				572	6.48
30.0								108	237				718	8.14
31.0								70	131			10	616	6.98
32.0								104	89			17	588	6.67
33.0								93	75			28	526	5.96
34.0								94	53			23	514	5.83
35.0								68	30			40	455	5.16
36.0								34	9			40	363	4.12
37.0								24	9			59	410	4.65
38.0								20	8			30	433	4.91
39.0								13	7			21	433	4.91
40.0								17	5			16	533	6.04
41.0								12	3			8	465	5.27
42.0								10	6			2	386	4.38
43.0								6	10			2	265	3.00
44.0								6	10			6	166	1.88
45.0								5	15			4	134	1.52
46.0								5	12			1	80	0.91
47.0								5	4			2	53	0.60
48.0								3	9			43	46	0.52
49.0								9	6			15	15	0.17
50.0								1	1			10	10	0.11
51.0								1	2			13	13	0.15
52.0								1	2			10	10	0.11
53.0								4	2			3	3	0.03
54.0								3	1			1	1	0.01
55.0								2	1			1	1	0.01
56.0								1	1			1	1	0.01
57.0								1	1			0	0	0.00
58.0								1	1			0	0	0.00
TOTAL	0	834	1512	1418	1092	0	0	999	1553	131	943	339	8821	100

Tabla 5. Coeficientes de la relación longitud-peso de jurel por zona y mes. Años 1994 y 1995.

MES	a	b	n	r
Julio	0.0077767	3.0631764	668	0.9802
Agosto	0.0094128	3.0274068	254	0.9440
Septiembre	0.0186762	2.8345179	433	0.9087
Octubre	0.0229541	2.7988807	84	0.9368
Noviembre	0.0106057	2.9987173	169	0.9227
Diciembre	0.0125948	2.9463412	517	0.9297
Enero	0.0104491	3.0216198	337	0.9899
Febrero	0.0165220	2.8907140	493	0.9876
Marzo	0.0143472	2.9224342	595	0.9928
Abril	0.0106716	2.9901756	589	0.9946
Mayo	0.0922050	3.0671240	724	0.8985

Tabla 6. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el tercer trimestre de 1994 (Otolitos enteros).

TALLAS (cm)	FREC	0	1	2	3	4	GRUPOS 5	6	7	8	9	10	11	12	13
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25	1														
26	1														
27	2														
28	4														
29	25						5								
30	41						17								
31	44						26								
32	37						20								
33	45						28								
34	45						14								
35	43						29								
36	45						28								
37	44						14								
38	44						9								
39	40						8								
40	42						2								
41	36						15								
42	40						4								
43	44						8								
44	36						2								
45	38						1								
46	31														
47	32														
48	17														
49	26														
50	16														
51	5														
52	6														
53	2														
54	3														
55	2														
56	2														
57	1														
TOTAL	841		14	69	130	137	137	160	135	137	160	135	47	12	12

Tabla 7. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el cuarto trimestre de 1994  
(Otolitos enteros).

TALLAS (cm)	FREC	0	1	2	3	4	GRUPOS DE	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	0															
20	3			3												
21	3			3												
22	12			12												
23	12			9	3											
24	4			2	2											
25	4			1	3											
26	11				5	6										
27	29				13	16										
28	28				2	19										
29	42				1	23										
30	38				10	10			1							
31	34				7	7			3							
32	22								10							
33	19								9	1						
34	18								16	2						
35	18								10	1						
36	23								9	6						
37	20								6	1						
38	17								1	1						
39	19								1	1						
40	20								4	4						
41	23								2	2						
42	23								1	1						
43	16								1	1						
44	18								1	1						
45	18								1	1						
46	6								2	2						
47	4								1	1						
48	2								1	1						
49	2								1	1						
50	9								3	3						
51	9								6	4						
52	9								1	1						
53	9								3	3						5
54	6								1	1						2
55	5								1	1						2
56	3								1	1						2
57	0															
TOTAL	558			30	29	81		94	72	69	65	59	16	16	16	11

Tabla 8. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el primer trimestre de 1995 (Otolitos enteros).

TALLAS (cm)	FREC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	0														
20	0														
21	1				1										
22	7				7										
23	30				27										
24	34				14	3									
25	36				6	28									
26	27				1	21	2								
27	35					6	13	1							
28	36					2	4	4							
29	33						11	11	1						
30	38						19	21	3						
31	33						14	22	1						
32	34						10	21	11						
33	37						2	19	15						
34	34						3	19	15						
35	32							6	25						
36	27							3	18						
37	29							1	19						
38	27							1	13						
39	21							1	4						
40	21							1	2						
41	19							1	4						
42	18								2						
43	18								6						
44	18								8						
45	22								10						
46	17								4						
47	15								3						
48	13								7						
49	16								4						
50	4								2						
51	5								10						
52	2								7						
53	3								8						
54	2								1						
55	0								13						
56	0								7						
57	0								1						
TOTAL	744				56	101	94	130	129	68	76	59	24	7	

Tabla 9. Clave edad-talla de jurel de la zona Centro-sur para el segundo trimestre de 1995  
(Otolitos enteros).

TALLAS (cm)	FREC	0	1	2	3	4	GRUPOS	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	5			5												
20	4			4												
21	3			3												
22	3			1	2											
23	3				3											
24	15				9	6										
25	17				4	13										
26	15				1	13		1								
27	12				1	7		4								
28	13					3			1							
29	13							11								
30	14							8								
31	14							2	5							
32	14							4	10	1						
33	14							1	11	2						
34	15								5	10						
35	14								4	9						
36	14								1	10						
37	14								2	8						
38	13									7						
39	13									7						
40	12									3						
41	11									5						
42	12									3						
43	12									2						
44	12									7						
45	12									3						
46	10									5						
47	8									1						
48	10									6						
49	7									4						
50	8									3						
51	7									4						
52	1									2						
53	1									3						
54	1									1						
55	2									4						
56	2									2						
57	0									1						
TOTAL	370			13	20	42	40	49	60	35	36	43	28	4		

Tabla 10. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona de San Antonio (\*\* ≤ 0,01).

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31	60			3	16	35	5						
32	652				194	352	106						
33	1419				95	883	442						
34	1421				32	442	916	32					
35	2191					458	1426	306					
36	849				19	151	415	264					
37	1557					71	531	849	71				
38	2669					61	485	1638	425	35			
39	2196						220	1263	549	61			
40	3130						149	894	1490	165			
41	5111						142	568	2839	596			
42	6706						335	671	3353	1278			
43	6858							623	3429	2180			
44	4533							755	1763	2026			
45	5942							626	2815	1763			
46	7865							761	2537	126			
47	7123							668	1558	156			
48	2474							291	728	779			
49	1172							225	451	2189			
50	2010							377	225	254			
51	413							291	1164	1781			
52	378							225	451	728			
53	290							377	754	451			
54	71							331	83	126			
55	53							126	252	290			
56	35									47			
57										24			
TOTAL	67178	0	0	3	355	2454	5454	10208	21722	19810	6322	850	0
(%)	100			**	0.53	3.65	8.12	15.20	32.34	29.49	9.41	1.26	
LH PROM	43.0			31.0	32.6	33.8	36.5	41.1	43.4	45.0	46.7	50.6	
VARIANZA	18.80			**	1.15	2.11	9.64	12.79	6.51	7.50	7.26	11.55	

Tabla 11. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona de San Antonio.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS					EDAD				
					5	6	7	8	9	10	11	12	13	
19	0													
20	848													
21	5338													
22	8829													
23	12969		3242											
24	11473		5736											
25	5239		3929											
26	1853		842											
27	5039		2259		2898									
28	11594		828	7867	4671	275								
29	11540		275	6319	4137	496								
30	6288			1655	2959	845								
31	4790			986	2547	2122								
32	4669				1355	1355								
33	2860				1259	1259	151							
34	1417				80	401	241							
35	722				25	223	272	50						
36	569					185	402	31						
37	618					10	126	42						
38	178					12	118	71	24					
39	225						67	184	84					
40	334						91	228	183	23				
41	525						15	85	69	8				
42	177						36	182	328	36				
43	583						4	25	32	4				
44	65						4	21	33	17				
45	75						10	28	40	10				
46	60							28	14	14				
47	57								10					
48	10							3						
49	6							7		3				
50	62							1		21				
51	13							1		1				
52	9													
53	6													
54	2													
55	1													
56	1													
57														
TOTAL	99045	31789	17112	20619	18672	7185	1695	950	825	138	40	17	5	
(%)	100	32.09	17.28	20.82	18.85	7.25	1.71	0.96	0.83	0.14	0.04	0.02	0.01	
LH PROM	27.0	22.6	24.8	28.4	30.1	32.6	36.7	41.0	42.5	44.8	50.5	51.5	53.7	
VARIANZA	19.92	1.35	2.33	1.25	2.37	3.03	6.23	5.46	3.86	9.63	0.77	2.62	1.45	



Tabla 12. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona de San Antonio.

TAILLAS (cm)	GRUPOS DE EDAD											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	0											
20	848											
21	5338											
22	8829											
23	12969	3242										
24	11473	5736										
25	5239	3929										
26	1853	842	1011									
27	5039	2259	2780	2898	275							
28	11594	828	7867	4671	496	5						
29	11540	275	6319	2975	881	106						
30	6288		1655	2741	2475	592						
31	4850		989	1449	2238	1073						
32	5321			32	1701	1667	32					
33	4279			80	860	687	306					
34	2838			44	374	932	313					
35	2913				256	880	1680					
36	1418				71	611	1334					
37	2175				12	338	1078					
38	2848					216	796					
39	2421					233	755					
40	3464					351	805					
41	5636					36	781					
42	6883					130	646					
43	7440					161	761					
44	4598					10	696					
45	6017						291					
46	7925						291					
47	7180						3					
48	2484											
49	1179											
50	2072											
51	427											
52	387											
53	296											
54	72											
55	54											
56	36											
57												
TOTAL	166223	31789	20621	19027	9638	7149	11158	22548	19948	6362	867	5
(%)	100	19.12	12.41	11.45	5.80	4.30	6.71	13.56	12.00	3.83	0.52	0.00
LH PROM	33.4	22.6	28.4	30.2	32.9	36.6	41.1	43.4	45.0	46.8	50.6	53.7
VARIANZA	81.19	1.35	1.25	2.46	3.07	8.84	12.16	6.44	7.51	7.31	11.39	1.45

Tabla 13. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona de San Antonio.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19													
20			722										
21		6249											
22		91725		9173									
23		82417		117738									
24		200155		120994	8642								
25		155563		36541	8700								
26		46981		18958	11736	903							
27		31597		6530	28295	4353							
28		39177		4055	38523	22303	2028						
29		66909			21720	32580	4654						
30		58953			11010	24221	1101						
31		36332			1616	16966	8887						
32		27469			2356	14923	11781						
33		29061				12173	9610						
34		21783				1690	7043	282					
35		9015				324	1945	648					
36		2917				174	3301	1390	174				
37		5038				8	109	75	33				
38		226				58	231	692	231				
39		1211					184	1196	368	184			
40		1932					100	299	399	150			
41		948						50	126	38			
42		226						38	88	75			
43		226						93	742	185			
44		1669						53	693	107			
45		1174						138	966	320			
46		2347						205	818	1243			
47		3069						128	257	642			
48		1669											
49									57				
50		226											
51													
52													
53													
54		226							113				
55		226											
56													
57													
TOTAL	845022	0	199608	313988	132598	130676	50973	5288	4952	4732	1755	452	0
(%)	100		23.62	37.16	15.69	15.46	6.03	0.63	0.59	0.56	0.21	0.05	
LH PROM	27.0		23.7	24.9	28.6	31.0	33.3	39.1	44.2	45.8	47.4	53.5	
VARIANZA	17.29		0.62	1.24	2.92	3.12	4.29	10.18	8.78	3.87	5.27	4.26	

Tabla 14. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona de San Antonio.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	325												
20	325												
21	390												
22	403		269										
23	5882		5882										
24	63504		38103	25402									
25	149997		35293	114704									
26	184243		12283	159677	12283								
27	87527		7294	51057	29176	3424							
28	44514			10273	30818	8669							
29	56351				47681	37660	7532						
30	105447				60255	70579	14116						
31	98811				14116	40619	10155						
32	71084				20310	35874	6523						
33	45658				3261	9145	18289						
34	27434					5820	13094	1455					
35	20369					976	9758	2927					
36	13662					1023	4093	2046					
37	7162						3461	2967					
38	6428						1920	2304					
39	4991						1269	2115					
40	5076						549	1647					
41	6038							1675					
42	6701							1870					
43	7481												
44	9164												
45	12388							1032					
46	5316												
47	6454												
48	5492												
49	2405												
50	3139												
51	1527												
52	1436												
53	2275												
54	162												
55	162												
56													
57													
TOTAL	1069722	1174	99123	361112	217900	213789	90759	20039	23149	25023	17019	636	0
(%)	100.00	0.11	9.27	33.76	20.37	19.99	8.48	1.87	2.16	2.34	1.59	0.06	
LH PROM	29.6	20.3	24.8	25.7	29.2	31.5	33.8	39.1	43.9	45.0	48.5	51.7	
VARIANZA	29.58	0.99	1.01	0.79	2.77	2.19	6.12	7.55	5.23	7.62	7.57	4.53	

Tabla 15. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona de San Antonio.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	478	478											
20	478	478											
21	1112	390	722										
22	6805	185	6620										
23	99820		90648	9173									
24	287699		134943	152756									
25	360735		74203	277890	8642								
26	296549		18378	252833	25338								
27	148657		9755	87243	50756	903							
28	97199			19919	68464	8816							
29	137454			4055	98215	33156	2028						
30	194621				99244	81032	14345						
31	165287				29432	116332	19523						
32	120912				28314	70362	22236						
33	90668				6757	63329	20582						
34	57230					23989	33242						
35	36863					9647	24945	2271					
36	21310					1638	15083	4590					
37	14795					1568	8876	4178	174				
38	8867					8	4762	4063	33				
39	8034					58	2855	3841	1280				
40	8916						1930	4106	2114				
41	9199						850	2549	1899	766			
42	9598							2393	3249	3900	13		
43	10378							2576	6010	1767	25		
44	14038							1455	5896	6834	1216		
45	17987							138	9100	4524	2909		
46	9648							205	3157	4893	1460		
47	12041							128	1940	4797	5100		
48	9374								257	3724	5265		
49	3168								1358	1810	1810		
50	4510								1606	1127	1127	648	
51	2062								884	884	884		
52	1818								1818	1818	1818		
53	3343								3343	3343	3343		
54	465								113	113	113	352	
55	465								119	119	119	345	
56	0												
57	0												
TOTAL	2272580	1530	335268	803868	415162	410837	171256	32585	36531	38994	25202	1346	0
(%)	100.00	0.07	14.75	35.37	18.27	18.08	7.54	1.43	1.61	1.72	1.11	0.06	
LH PROM	28.7	20.2	24.1	25.4	29.0	31.4	33.7	39.1	43.9	45.1	48.4	52.3	
VARIANZA	27.05	1.02	1.06	1.12	2.93	2.55	5.66	7.97	5.74	7.23	7.55	5.18	

Tabla 16. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del período junio de 1994-mayo de 1995 en la zona de San Antonio.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	478												
20	1326	478											
21	6449	5728	722										
22	15634	9015	6620										
23	112789	9727	93890	9173									
24	299172	5736	140679	152756	8642								
25	365974	1310	78132	277890	25338								
26	298402		19220	253844	50756								
27	153696		12014	90023	71362	903							
28	108793		828	27787	102886	18816	2028						
29	148994		275	103374	103381	33431	14345						
30	200909			1655	32407	81529	19528						
31	170137			989	31055	117212	22342						
32	126233				8206	72837	21175						
33	94947				32	65567	21175						
34	60068				32	25690	34315						
35	39775				80	10507	26612						
36	22728				44	2012	15770						
37	16970					1824	9809						
38	11715					80	5373						
39	10455					70	3193						
40	12380						2146						
41	14835						1083						
42	16481						351						
43	17818						36						
44	18636						130						
45	24005						161						
46	17573						10						
47	19220												
48	11858												
49	4347												
50	6582												
51	2488												
52	2205												
53	3639												
54	538												
55	519												
56	36												
57													
TOTAL	2438804	33319	352380	824490	434189	420475	178404	43744	59079	58942	31565	2213	5
(%)	100.00	1.37	14.45	33.81	17.80	17.24	7.32	1.79	2.42	2.42	1.29	0.09	0.00
LH PROM	29.0	22.5	24.1	25.5	29.0	31.4	33.8	39.6	43.7	45.0	48.1	51.6	53.7
VARIANZA	32.17	1.58	1.15	1.33	2.97	2.62	6.11	9.80	6.08	7.33	7.94	8.34	1.45

Tabla 17. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona de Talcahuano.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	0												
22	0												
23	0												
24	0												
25	90			90									
26	90			416									
27	832			2088									
28	2783			6927									
29	9115			365									
30	17704			2591		1823							
31	21756			989		7341							
32	18964					12856							
33	28139					10251							
34	26449					17509							
35	26616					8229							
36	30393					5571							
37	30558					5403							
38	35851					1389							
39	43555					815							
40	48202												
41	58772												
42	59248												
43	52676												
44	45318												
45	33417												
46	24029												
47	18194												
48	15301												
49	12650												
50	7220												
51	5062												
52	4239												
53	1662												
54	839												
55	341												
56	139												
57	0												
TOTAL	680203	0	0	5236	31914	71185	93363	125387	180318	132731	35656	4414	0
(%)	100			0.77	4.69	10.47	13.73	18.43	26.51	19.51	5.24	0.65	
LH PROM	39.9			29.5	30.5	32.7	35.9	39.5	42.3	44.1	46.5	51.4	
VARIANZA	27.87			1.92	2.79	3.83	7.21	8.50	5.90	9.75	11.03	9.44	

Tabla 18. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona de Talcahuano.

TALLAS (cm)	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19												
20	0											
21	2046											
22	8678											
23	9170	2293										
24	657	328										
25	3764	2823										
26	3360	1527	1833									
27	77174	34595	42579	47467	2941	114						
28	189867	13562	128838	49990	4839	545						
29	123505	2941	67634	40327	2689	1008						
30	61297		16131	9410	1784	4460						
31	15236		3137	2140	1027	6311						
32	3924			1027	4361	4375						
33	2169				1680	2991						
34	4906				3649	1323						
35	3024			336	2913	1487						
36	9325			405	365	637						
37	9709				299	464						
38	6198					415						
39	5684					254						
40	6614					411						
41	8549											
42	7324											
43	7421											
44	7469											
45	4579											
46	2466											
47	2064											
48	1973											
49	1809											
50	0											
51	0											
52	1718											
53	0											
54	0											
55	0											
56	0											
57	0											
TOTAL	591678	18871	58069	260151	151104	26546	23839	22168	6136	0	0	0
(%)	100	3.19	9.81	43.97	25.54	4.49	4.03	3.75	1.04			
LH PROM	30.1	22.4	27.0	28.2	29.2	33.0	41.7	43.4	47.2			
VARIANZA	24.74	0.80	1.34	0.75	1.25	8.04	8.10	5.42	13.59			

Tabla 19. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona de Talcahuano.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	6	DE	7	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0														
20	0														
21	2046	2046													
22	8678	8678													
23	9170	6878	2293												
24	657	328	328												
25	3854	941	2823	90											
26	3450		1527	1923											
27	78006		34595	42995											
28	192650		13562	129534											
29	132620		2941	67998											
30	79001			18722											
31	36992			4126											
32	22888														
33	30308														
34	31355														
35	29640														
36	39718														
37	40267														
38	42050														
39	49239														
40	54816														
41	67321														
42	66572														
43	60097														
44	52787														
45	37996														
46	26494														
47	20258														
48	17274														
49	14459														
50	7220														
51	5062														
52	5956														
53	1662														
54	839														
55	341														
56	139														
57	0														
TOTAL	1271881	18871	58069	265387	183017	97731	118157	149226	202486	138867	35656	4414	0		
(%)	100	1.48	4.57	20.87	14.39	7.68	9.29	11.73	15.92	10.92	2.80	0.35			
LH PROM	35.3	22.4	27.0	28.3	29.4	32.8	36.3	39.9	42.4	44.2	46.5	51.4			
VARIANZA	50.18	0.80	1.34	0.80	1.78	5.00	7.68	9.09	5.96	10.33	11.03	9.44			

Tabla 20. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona de Talcahuano.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	912		912										
22	6324		6324										
23	48456		43611	4846									
24	68691		28285	40407									
25	72400		12067	56311									
26	46198		1711	35932	4022								
27	42789			25673	15893	1223							
28	102725			17121	74190	11414	6372						
29	210291			12745	121076	70097	16811						
30	212943				78453	117679	99040						
31	148561				45018	72651	38055						
32	117626				6919	55292	43652						
33	107674				8730	51094	40337						
34	91431					11843	49344	1974					
35	63160					3780	22677	7559					
36	34016					734	13948	5873	734				
37	21289					651	8462	5858	2604				
38	17575					603	2414	7242	2414				
39	12673						1177	7650	2354	1177			
40	12358						1329	3986	5314	1993			
41	12621							3437	8591	2577			
42	15465							2831	6606	1888			
43	16988							1059	8470	2117			
44	19057							956	12433	1913			
45	21041							1053	7370				
46	17899							832	5822	2495			
47	12475							2452	6129	6129			
48	15936							726	1452	2179			
49	11620								370	370			
50	1480								651	651			
51	3253								1301	1301			
52	2392								1196	1196			
53	3284								1095	1095			
54	891								446	446			
55	0												
56	0												
57	0												
TOTAL	1592493	0	92910	193034	362857	496100	249080	52261	65142	53899	21987	5221	0
(%)	100		5.83	12.12	22.79	31.15	15.64	3.28	4.09	3.38	1.38	0.33	
LH PROM	31.6		23.5	25.7	29.2	31.2	33.9	39.6	43.7	45.6	47.5	52.2	
VARIANZA	33.28		0.81	2.36	1.99	3.28	4.93	10.45	7.71	5.99	9.26	1.42	

Tabla 21. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona de Talcahuano.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	0												
22	473	158	315										
23	970		970										
24	9431			3772									
25	54918		12922	41996									
26	92865		6191	80483	6191								
27	61711		5143	35998	20570								
28	25182			5811	17434	1937							
29	44641				37773	6868							
30	111379				63645	39778	7956						
31	180455				25779	128896	25779						
32	199192				56912	113824	28456						
33	146191				10442	114864	20884						
34	111578					37193	74385						
35	73655					21044	47350	5261					
36	44193					3157	31566	9470					
37	32224					4603	18414	9207					
38	20380						10974	9406					
39	17593						6766	8120	2707				
40	17095						4274	7123	4274	1425			
41	12740						1158	3475	2316	5791			
42	13362							3475	4454	5568			
43	12840							3341	7490	2140			
44	14432							3210	6014	7216			
45	17020							1418	8510	4255	1203		
46	23515								7054	11757	4703		
47	13462								1683	5048	6731		
48	11397								4559	6838	6838		
49	6644								2847	3797	3797		
50	6445								1611	2417	1611	806	
51	3210								459	1376	1376		
52	1966									1966	1966		
53	970									970	970		
54	970											124	
55	0												124
56	249												
57	0												
TOTAL	1383348	158	31200	168061	238747	472165	277962	60030	46571	54399	32155	1900	0
(%)	100.00	0.01	2.26	12.15	17.26	34.13	20.09	4.34	3.37	3.93	2.32	0.14	
LH PROM	32.9	22.0	25.3	26.0	30.0	32.1	34.3	38.5	43.7	45.2	47.9	52.4	
VARIANZA	29.32	0.00	1.19	0.69	3.09	2.10	4.89	5.87	6.67	7.74	4.85	4.60	

Tabla 22. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona de Talcahuano.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	912		912										
22	6797	158	6639										
23	49427		44581	4846									
24	78122		33943	44179									
25	127318		24989	98307	4022								
26	139063		7902	116415	14746								
27	104500		5143	61671	36463	1223							
28	127907			22932	91624	13351							
29	254932			12745	158850	76965	6372						
30	324321				142098	157457	24767						
31	329016				70798	227937	30281						
32	316818				63831	186475	66511						
33	253865				19173	170156	64536						
34	203008				88286	114722							
35	136815				32887	96694	7235						
36	78209				6936	54244	17029						
37	53513				5338	32362	15080						
38	37954				651	19436	15264	734					
39	30266				603	9180	15362	2604					
40	29453					5451	14773	5121					
41	25361					2487	7460	6628					
42	28827						6777	7630					
43	29828						6041	13046					
44	33490						1059	14096					
45	38061						14627	14483					
46	41414						2375	20944					
47	25937						1053	14425					
48	27332						832	5009					
49	18264						1226	2452					
50	7924						726	1452					
51	6463							1452					
52	4358							1981					
53	4254							1109					
54	1862												
55	0												
56	249												
57	0												
TOTAL	2975841	158	124109	361095	601604	968265	527043	112292	111714	108298	54143	7122	0
(%)	100.00	0.01	4.17	12.13	20.22	32.54	17.71	3.77	3.75	3.64	1.82	0.24	
LH PROM	32.2	22.0	24.0	25.8	29.5	31.7	34.1	39.0	43.7	45.4	47.7	52.2	
VARIANZA	31.82	0.00	1.47	1.60	2.60	2.89	4.96	8.33	7.28	6.92	6.68	2.28	

Tabla 23. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del período junio de 1994-mayo de 1995 en la zona de Talcahuano.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	2959	2046	912										
22	15475	8835	6639										
23	58597	6878	46874	4846									
24	78779	328	34272	44179									
25	131172	941	27811	98397	4022								
26	142513		9429	118337	14746								
27	182506		39738	104666	36879								
28	320557		13562	152466	141178	1223							
29	387552		2941	80743	215767	13351	6372						
30	403323			18722	190197	81728	24767						
31	366007			4126	86141	169637	32259						
32	339706				71610	243481	69587						
33	284173				22076	198510	73405						
34	234363				588	100875	132312						
35	166456				336	40138	115033	588					
36	117927				1081	15988	73562	10949					
37	93780					9639	49090	27295	2123				
38	80004					1830	30329	32233	8307	695			
39	79505					903	16527	38722	16608	815			
40	84269						9069	42201	31234	3267			
41	92682						5606	32183	43255	11783			
42	95399						3599	17707	45536	22848			
43	89924						464	16205	44608	27719			
44	86276						1674	13149	35841	23830			
45	76058						1134	11516	38808	32666			
46	67908						411	7164	23323	23323			
47	46195							3378	32496	32496			775
48	44606							3569	19346	19346			
49	32723							3026	17888	17888			
50	15144							1631	15880	15880			
51	11525								6225	19346			
52	10314								3335	5124			
53	5916								1109	6076			
54	2701									3131			
55	341									280			
56	387										124		
57	0												
TOTAL	4247722	19029	182179	626482	784621	1065996	645200	261517	314200	247165	89798	11535	0
(%)	100.00	0.45	4.29	14.75	18.47	25.10	15.19	6.16	7.40	5.82	2.11	0.27	0.27
LH PROM	33.1	22.4	24.9	26.9	29.5	31.8	34.5	39.5	42.9	44.7	47.2	51.9	51.9
VARIANZA	39.37	0.79	3.47	2.69	2.41	3.19	6.21	8.96	6.79	9.17	8.76	5.19	5.19

Tabla 24. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona de Valdivia.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	0												
22	0												
23	0												
24	287			287									
25	1150			1150									
26	3954			3954									
27	4084			2042	2042								
28	7942			1985	5956								
29	14760			590	11217	2952							
30	23858			3491	10474	9892							
31	26581			1208	7249	15707	2416						
32	37509				11151	20275	6083						
33	40099				2673	24951	12475						
34	38146				848	11868	24583	848					
35	42466					8888	27652	5926					
36	36644				814	6514	17915	11400					
37	43057					1957	14678	23486					
38	55480					1261	10087	34045	1957	979			
39	63048						6305	8826	8826	1261			
40	67893						3233	15762	15762	4729			
41	60026						19398	32330	32330	12932			
42	48902						1667	33348	33348	15007			
43	30979						2445	24451	24451	15893			
44	17458						485	2816	15489	9153			
45	21032						553	2910	6789	485			
46	13147							2214	9963	7749			
47	9145							1272	4241	5937			424
48	5656							857	2000	4001			
49	7792							665	665	2662			
50	1261								1498	2997			300
51	2071								236	473			79
52	2279									1657			
53	745									414			
54	0									760			745
55	372												
56	0												
57	72												
TOTAL	727896	0	0	14709	52426	104266	130579	153649	157557	92976	19741	1992	0
(%)	100			2.02	7.20	14.32	17.94	21.11	21.65	12.77	2.71	0.27	
LH PROM	37.8			27.8	30.3	32.7	35.6	38.8	41.4	42.9	45.7	51.3	
VARIANZA	24.88			3.91	3.18	3.64	5.70	5.19	5.13	9.19	12.35	11.66	

Tabla 25. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona de Valdivia.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	0												
22	0												
23	0												
24	0												
25	0												
26	171		78	93									
27	85		38	47									
28	256		18	174	64								
29	2815		67	1541	1139	67							
30	5800			3816	3816	458							
31	6311			1526	3898	1114							
32	3582			1299	1954	1628							
33	3412				1616	1616							
34	4520				4018	4018							
35	4435			493	2464	2464							
36	5032			219	1969	1969							
37	6482				1945	1945		438					
38	5714				336	336		324					
39	5544				292	292		1345					
40	8785							1751	584				
41	8870							2196	2196				
42	7847							3085	3085				
43	6311							341	341				
44	4009							3070	3070				
45	2132							3550	3550				
46	426							1972	1972				
47	341							2004	2004				
48	85							948	948				
49	85							284	284				
50	85							71	71				
51	0							85	85				
52	0												
53	0												
54	0												
55	0												
56	0												
57	0												
TOTAL	93136	0	201	4681	13198	15906	20520	20635	15892	2102	0	0	0
(%)	100		0.22	5.03	14.17	17.08	22.03	22.16	17.06	2.26	0.00	0.00	0.00
LH PROM	37.5		27.4	29.8	31.1	34.3	38.1	41.0	42.2	43.7	0.0	0.0	0.0
VARIANZA	21.87		1.68	1.11	2.31	4.17	4.99	4.07	2.91	5.09	0.00	0.00	0.00

Tabla 26. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona de Valdivia.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	0												
22	0												
23	0												
24	287			287									
25	1150			1150									
26	4125		78	4047									
27	4169		38	2089									
28	8198		18	2159									
29	17574		67	2132									
30	29658			5018	2042	3019							
31	32893			2508	12357	10350							
32	41092				14290	16821	2416						
33	43511				11148	21904	6083						
34	42666				13105	26567	12655						
35	46901				4289	15886	25085	848					
36	41676				493	11352	29131	848					
37	49539				1033	8483	20321	11838					
38	61194					3902	18892	23810	1957	979			
39	68591					1597	14121	35389	8826	1261			
40	76678					292	9223	38003	16345	4729			
41	68896						4990	24230	34526	12932			
42	56748						3210	10526	36433	15392			
43	37290						3127	8643	27521	16234	3335		
44	21467						394	4789	19040	9547	1223		
45	23165						708	4469	8794	7012	3520		
46	13573						672	2806	10910	8223	485		
47	9486						71	1272	4525	6008	553		
48	5741							1028	2086	4086	424		
49	7877							665	751	2662	2286		
50	1346							43	1498	1664	300		
51	2071								236	3039	2997		
52	2279									558	473		
53	745									1657	414		
54	0									760	1520		
55	372												
56	0												
57	72												
TOTAL	821032	0	201	19390	65625	120172	151099	174283	173450	95078	19741	1992	0
(%)	100		0.02	2.36	7.99	14.64	18.40	21.23	21.13	11.58	2.40	0.24	
LH PROM	37.8		27.4	28.3	30.5	32.9	35.9	39.0	41.5	43.0	45.7	51.3	
VARIANZA	24.55		1.68	3.96	3.12	4.00	6.34	5.58	4.97	9.12	12.35	11.66	

Tabla 27. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona de Valdivia.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	44		294										
22	294		1964										
23	2183		1005	218									
24	2440		721	1435									
25	4326		363	3365	240								
26	9807			7628	1816	250							
27	8763			5258	3255	1021	429						
28	9191			1532	6638	4720	3633						
29	14159			858	8152	16952	1421						
30	46013				14210	31263	7849						
31	46894				1427	14985	3661						
32	24262				732	4637	1605						
33	9030					2033	1218	49					
34	3638					292	1254	418					
35	1559					209	338	142					
36	1881					18	212	147	18				
37	516					16	62	65	65				
38	441					16	32	62	62				
39	326					16	24	208	64				
40	335							71	95				
41	225							332	831	249	83		
42	1496							255	595	510	170		
43	1529							17	132	116	33		
44	298							130	1688	779	260		
45	2857							164	1149	1478	523		
46	2791							174	698	1221	91		
47	2617							18	36	91	740		
48	236							247	493	2466	619	1238	
49	3946								619	249	498	249	
50	2477								249	249	1260	1260	
51	1245										32	65	
52	2520										20	20	
53	97												
54	40												
55	0												
56	0												
57	0												
TOTAL	208474	0	4391	20295	53423	84888	21738	2558	6795	7226	4329	2832	0
(%)	100		2.11	9.73	25.63	40.72	10.43	1.23	3.26	3.47	2.08	1.36	
LH PROM	32.0		23.7	26.2	29.6	30.9	32.4	41.6	45.5	46.8	49.4	51.1	
VARIANZA	35.15		1.22	1.45	2.20	1.43	3.68	18.23	7.98	5.07	7.32	1.03	

Tabla 28. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona de Valdivia.

TALLAS (cm)	FRBC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	0												
22	0												
23	0												
24	887		532	355									
25	4436	1044	543	3392									
26	8145	543	7059	2620									
27	7861	655	4586	3434	382								
28	4960			7320	1331								
29	8651			18582	11614								
30	32518			5137	25687	2323							
31	35961			9207	18415	5137							
32	32226			1570	17269	4604							
33	21978				6897	3140							
34	20692				5983	13794							
35	20941				1337	13462	1496						
36	18722				3398	13373	4012						
37	23789					13594	6797						
38	16815					9054	7761						
39	9885					3802	4562						
40	12813					3203	5339	1521		1068			
41	5075					461	1384	3203		2307			
42	3043						761	923		1268			
43	3709						927	1014		618			
44	4028						267	2163		2014			
45	3203							1678		801			
46	2963							1602		534			
47	2378							889		1482			
48	2440							297		892			
49	665									976			
50	1331									1464			
51	444									380			
52	222									333			
53	444									190			
54	0									222			
55	0									444			
56	222												
57	0												
TOTAL	311448	0	2774	16537	48414	92312	33305	13687	12400	5795	2774	0	
(%)	100.00		0.89	5.31	15.54	29.64	10.69	4.39	3.98	1.86	0.89		
LH PROM	34.3		25.5	26.2	30.1	32.2	35.4	42.5	44.1	48.1	52.4		
VARIANZA	25.07		1.11	0.82	2.25	3.17	3.61	6.98	8.72	6.71	8.67		

Tabla 29. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona de Valdivia.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	44		44										
22	294		294										
23	2183		1964	218									
24	3327		1537	1790	240								
25	8763		1765	6757	2359								
26	17952		906	14687	5875	250							
27	16625		655	9844	10071	1403	429						
28	14150			2676	15472	6050	5955						
29	22809			858	35534	37042	6558						
30	78531				19348	56949	12453						
31	82855				10635	33400	6801						
32	56488				2302	21906	15399						
33	31009					8930	14680						
34	24330					6275	14627	1544					
35	22500					1546	13932	4430					
36	20603					3416	7907	6939	18				
37	24305					16	9266	1583	65				
38	17255					16	3864	4748	1583				
39	10210						3235	5546	3267	1100			
40	13148						485	1455	1018	2343			
41	5301							1093	1845	1517			
42	4539							1182	2758	1128			
43	5238							17	1811	2130			
44	4326							397	3290	1580			
45	6060							164	2038	2959			
46	5755							174	995	2113			
47	4995							18	36	1067			
48	2676							247	493	2751			
49	4611								952	499			
50	3808								312	439			
51	1689												
52	2742												
53	540												
54	40												
55	0												
56	222												
57	0												
TOTAL	519921	0	7165	36831	101836	177200	107685	35863	20482	19626	10124	3109	0
(%)	100.00		1.38	7.08	19.59	34.08	20.71	6.90	3.94	3.77	1.95	0.60	
LH PROM	33.3		24.4	26.2	29.8	31.6	34.8	38.5	43.5	45.1	48.6	51.2	
VARIANZA	30.40		1.91	1.17	2.28	2.73	6.82	5.36	9.39	9.08	7.41	1.85	



Tabla 31. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del tercer trimestre de 1994 en la zona Centro-sur.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	0												
21	0												
22	0												
23	0												
24	287		287										
25	1240		1240										
26	4044		4044										
27	2458		2458		2458								
28	10725		10725		8044								
29	23875		18145		18145								
30	41562		18247		13199								
31	48397		6082		16983								
32	57125		2200		4644								
33	69658				1467								
34	66016												
35	71273												
36	67885												
37	75172												
38	94001												
39	108799												
40	119225												
41	123909												
42	114856												
43	90512												
44	67309												
45	60392												
46	45041												
47	34461												
48	23431												
49	21614												
50	10491												
51	7546												
52	6896												
53	2697												
54	910												
55	766												
56	174												
57	72												
TOTAL	1475276	0	0	19948	84695	177905	229395	289243	359598	245518	61719	7255	0
(%)	100			1.35	5.74	12.06	15.55	19.61	24.37	16.64	4.18	0.49	
LH PROM	39.0			28.2	30.4	32.7	35.7	39.2	42.0	43.7	46.3	51.3	
VARIANZA	27.72			3.94	3.06	3.71	6.44	7.17	5.90	9.78	11.22	10.37	

Tabla 32. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del cuarto trimestre de 1994 en la zona Centro-sur.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0												
20	848	848											
21	7384	7384											
22	17507	17507											
23	22140	16605	5535										
24	12130	6065	6065										
25	9003	2251	6752										
26	5384		2447	2937									
27	82298		36892	45406									
28	201717		14408	136879	50429								
29	137859		3282	75494	55800	3282							
30	73385			19312	48280	5794							
31	26337			5422	16267	4648							
32	12176			6641	6641	5534							
33	8440			3998	3998	3998							
34	10843				9638	1205							
35	8181			909	4545	2727							
36	14926			649	5841	7139							
37	16809				5043	10926	1298						
38	12091				711	8535	840						
39	11453				603	6028	2845						
40	15733					3147	3617						
41	17945					3121	7802						
42	15348					1335	7340						
43	14315					895	4473						
44	11542					641	4489						
45	6786					377	1885						
46	2952					492	1508						
47	2462					616	1968						
48	2069					2069	616						
49	1900					950	1231						
50	147												
51	13												
52	1726												
53	6												
54	2												
55	2												
56	1												
57	0												
TOTAL	783861	50659	75382	285451	182974	49637	47010	45424	38886	8375	41	17	5
(%)	100.00	6.46	9.62	36.42	23.34	6.33	6.00	5.79	4.96	1.07	0.01	0.00	0.00
LH PROM	30.6	22.5	26.5	28.3	29.4	33.4	38.0	41.4	42.9	46.3	50.5	51.5	53.7
VARIANZA	31.30	1.15	2.44	0.83	1.75	6.50	5.48	6.35	4.70	13.68	0.77	2.62	1.45

Tabla 33. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo semestre de 1994 en la zona Centro-sur.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	0													
20	848	848												
21	7384	7384												
22	17507	17507												
23	22140	16605	5535											
24	12417	6065	6065	287										
25	10243	2251	6752	1240										
26	9428		2447	6981										
27	87214		36892	47864	2458									
28	212442		14408	139561	58473									
29	161734		3282	76449	73945									
30	114947			25394	66527	8057								
31	74734			7622	29466	33246	4400							
32	69301				23624	36413	9264							
33	78098				8642	47341	22116							
34	76859				1467	30177	43749							
35	79454				909	19463	49137	1467						
36	82811				2158	17909	40327	22418						
37	91980					8459	36552	41843						
38	106092					2848	25626	60527			1708			
39	120251					603	16908	66176			8160			
40	134958						8824	42717			22710			
41	141854						6563	21570			31757	6884		
42	130204						7077	18226			37996	2871		
43	104827						895	12702			27637	10285		
44	78851						2511	15707			26817	1870		
45	67178						1966	8242			31947	1589		
46	47993						492	4359			31623	1453		
47	36923							4462			16497	4359		
48	25499							2757			8154	8615		
49	23514							950			4825	6891		
50	10639										4157	8313		
51	7559										1974	3962		
52	8623										1	1518		
53	2703										6038	4600		
54	911										4017	1		
55	767										303	2699		
56	175										1	607		
57	72										1	767		
											1	174		
											5	72		
TOTAL	2259136	50659	75382	305399	267669	227542	276405	334667	398484	253893	61759	7272		5
(%)	100.00	2.24	3.34	13.52	11.85	10.07	12.23	14.81	17.64	11.24	2.73	0.32		0.00
LH PROM	36.1	22.5	26.5	28.3	29.7	32.9	36.1	39.5	42.1	43.8	46.3	51.3		53.7
VARIANZA	45.05	1.15	2.44	1.03	2.38	4.39	7.02	7.63	5.85	10.12	11.23	10.35		1.45

Tabla 34. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer trimestre de 1995 en la zona Centro-sur.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	5	6	DE	7	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	0															
20	0															
21	1678		1678													
22	12868		12868													
23	142364		128128	14236												
24	271287		111706	159581												
25	232290		38715	180670	12905											
26	102986		3814	80101	19072											
27	83149			49889	30884	2376										
28	151092			25182	109122	16788										
29	291358			17658	167752	97119										
30	317909				117124	175687	8829									
31	231787				70238	154524	25098									
32	169356				9962	104602	7024									
33	145765				11819	74853	54792									
34	116852					65300	59094									
35	73734					13825	51552									
36	38814					4313	25876									
37	26843					926	17587									
38	18241					676	8783									
39	14210					677	2707									
40	14626						1393									
41	13794						1452									
42	17186															
43	18743															
44	21024															
45	25071															
46	23037															
47	18161															
48	17841															
49	15565															
50	4182															
51	4498															
52	4912															
53	3380															
54	1157															
55	226															
56	0															
57	0															
TOTAL	2645989	0	296908	527317	548878	711665	321791	60107	76889	65858	28072	8505				
(%)	100.00		11.22	19.93	20.74	26.90	12.16	2.27	2.91	2.49	1.06	0.32				
LH FROM	30.2		23.6	25.3	29.1	31.2	33.7	39.7	43.9	45.7	47.8	51.9				
VARIANZA	33.03		0.69	1.84	2.34	3.04	4.91	10.94	8.09	5.89	9.19	1.85				

Tabla 35. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del segundo trimestre de 1995 en la zona Centro-sur.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	325												
20	325												
21	390												
22	876		584										
23	6852		6852										
24	73823		44294	29529									
25	209351		49259	160092									
26	285253		19017	247219	19017								
27	157099		13092	91641	52366								
28	74656			17228	51685	5743							
29	109642				92774	16868							
30	249344				142482	89051	17810						
31	315227				45032	225162	45032						
32	302502				86429	172858	43215						
33	213827				15273	168007	30547						
34	159703					53234	106469						
35	114965					32847	73906	8212					
36	76577					5470	54698	16409					
37	63176					9025	36100	18050					
38	43622						23489	20133					
39	32469						14986	14986					
40	34983						8746	14576					
41	23854						2169	6506					
42	23107							5777					
43	24029							6007					
44	27625												
45	32611												
46	31795												
47	22294												
48	19328												
49	9714												
50	10915												
51	5181												
52	3624												
53	3689												
54	1133												
55	162												
56	471												
57	0												
TOTAL	2764518	1332	133097	545710	505060	778266	454668	113374	83407	91821	54969	2814	0
(%)	100.00	0.05	4.81	19.74	18.27	28.15	16.45	4.10	3.02	3.32	1.99	0.10	
LH PROM	31.8	20.5	24.9	25.8	29.7	32.0	34.4	38.5	43.6	45.0	48.1	52.3	
VARIANZA	32.00	1.18	1.10	0.77	3.07	2.33	5.58	5.58	6.55	7.96	5.96	5.08	



Tabla 36. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del primer semestre de 1995 en la zona Centro-sur.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	DE	EDAD	8	9	10	11	12	13
19	478												
20	478	478											
21	2068	478	1678										
22	13896	390	13553										
23	151429	343	137193	14236									
24	369148		170423	198725	12905								
25	496816		100956	382954	42443								
26	453564		27186	383934	93095								
27	269781		15553	158758	170159	2376							
28	239256			45528	272537	23570							
29	415195			17658	276875	116171	8829						
30	597473				119577	275531	45067						
31	577157				102780	401218	56363						
32	494218				28231	290238	101201						
33	375542					255391	91919						
34	284568					121205	163363						
35	196178					48809	136318	11050					
36	120123					10120	83954	26049					
37	92613					10321	55170	26197					
38	64076					676	33463	27235	926				
39	48510					677	15899	23951	7984				
40	51517						10616	24426	12009	4467			
41	39860						3822	11465	10547	14026	955		
42	42964							10264	18140	13605	2083		
43	45443							9799	22864	10698	283		
44	51854							1168	22190	23591	4905		
45	62109							4226	33334	16097	8452		
46	56816							1355	19620	29086	6756		
47	42973							1211	7944	17780	16038		
48	39382							1372	2745	15478	19787		
49	26043							973	1946	14219	8906		
50	16242								4060	4522	4060	3599	
51	10214								1716	3349	4249	900	
52	8918										6462	2456	
53	8138										5884	2254	
54	2367										579	1788	
55	465										119	345	
56	471										235	235	
57	0												
TOTAL	5768343	1688	466542	1201794	1118602	1556303	805983	180739	168726	166918	89469	11577	0
(%)	100.00	0.03	8.09	20.83	19.39	26.98	13.97	3.13	2.93	2.89	1.55	0.20	
LH PROM	30.9	20.4	24.1	25.6	29.4	31.6	34.1	38.9	43.7	45.3	48.0	52.0	
VARIANZA	33.20	1.20	1.19	1.32	2.79	2.80	5.47	7.72	7.21	7.27	7.15	2.73	

Tabla 37. Composición en número de individuos (en miles) por grupo de edad en la captura del período junio de 1994-mayo de 1995 en la zona Centro-sur.

TALLAS (cm)	FREC	2	3	4	GRUPOS	6	7	8	9	10	11	12	13
19	478												
20	1326												
21	9452	7774	1678										
22	31403	17850	13553										
23	173569	16605	142728	14236									
24	381566	6065	176488	199013									
25	507059	2251	107709	384194	12905								
26	462992		29633	390915	42443	2376							
27	356996		52445	206622	95553	23570	8829						
28	451698		14408	185088	228632	124229	45067						
29	576929		3282	94107	346482	124229	60762						
30	712421		25394	7622	343402	298558	110464						
31	651892				149043	434464	114035						
32	563519				36873	302732	207112	1467					
33	453640				1467	151381	20995						
34	361427				909	68272	185456						
35	275632				2158	28030	124280						
36	202934					18781	91722	4343					
37	184594					28030	124280	1708					
38	170168					18781	91722	17657					
39	168762					3523	59089	87762					
40	186475					1279	32807	90127					
41	181714						19440	67143					
42	173167						10384	33035					
43	150271						7077	29089					
44	130705						895	22501					
45	129287						2511	16875					
46	104809						1966	12468					
47	79896						492	5714					
48	64882						5673	16098					
49	49557						4129	7570					
50	26881						1923	6102					
51	17773							6034					
52	17540							1718					
53	10840							4017					
54	3278							5885					
55	1232							579					
56	646							119					
57	72							235					
TOTAL	8027479	52347	541925	1507193	1386271	1783844	1082388	515406	567210	420811	151228	18849	5
(%)	100.00	0.65	6.75	18.78	17.27	22.22	13.48	6.42	7.07	5.24	1.88	0.23	0.00
LH PROM	32.4	22.5	24.4	26.1	29.4	31.7	34.6	39.3	42.6	44.4	47.3	51.7	53.7
VARIANZA	41.95	1.30	2.09	2.44	2.73	3.19	6.64	7.73	6.81	9.51	9.55	5.78	1.45

Tabla 38. Matriz edad-talla actual de jurel de la zona Centro-sur para el período junio de 1994-mayo de 1995 (Otolitos enteros).

TALLAS (cm)	FREC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	19														
20	23			19											
21	5			23											
22	6			5											
23	10			6											
24	15		9	1											
25	14		14												
26	23		13												
27	48		18												
28	42		10												
29	49														
30	104														
31	118														
32	109														
33	121														
34	110														
35	117														
36	110														
37	119														
38	116														
39	99														
40	101														
41	95														
42	106														
43	100														
44	92														
45	65														
46	72														
47	39														
48	30														
49	25														
50	8														
51	2														
52	1														
53	1														
54	0														
55	0														
56	0														
57	0														
TOTAL	2114	0	0	54	64	183	327	372	311	290	346	125	42		
(%)	100.0			2.6	3.0	8.7	15.5	17.6	14.7	13.7	16.4	5.9	2.0		
LH PROM	36.6			20.0	25.1	28.7	31.7	34.7	37.6	40.4	43.3	45.6	47.1		
VARIANZA	42.8			0.2	1.3	1.1	1.7	4.2	6.6	8.4	8.8	8.5	13.6		

Tabla 39. Matriz edad-talla actual de jurel de la zona Centro-sur para el período junio de 1994-mayo de 1995 (Cortes de otolitos).

TALLAS (cm)	FREC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	13			13											
20	6			6											
21	7			1											
22	6			4											
23	12			12											
24	13			13											
25	17			17											
26	12			11											
27	48			16											
28	61			12											
29	84			7											
30	74			53											
31	76			35											
32	55			30											
33	47			16											
34	55			7											
35	57			2											
36	59			1											
37	54			3											
38	51														
39	55														
40	63														
41	70														
42	75														
43	59														
44	42														
45	42														
46	30														
47	27														
48	17														
49	25														
50	14														
51	10														
52	9														
53	8														
54	8														
55	3														
56	0														
57	0														
TOTAL	1364	0	0	27	93	228	232	174	147	162	167	90	32	9	3
(%)	100.0			2.0	6.8	16.7	17.0	12.8	10.8	11.9	12.2	6.6	2.3	0.7	0.2
LH PROM	36.2			19.9	25.8	29.6	32.8	35.7	38.7	41.6	44.1	47.1	48.4	52.2	54.0
VARIANZA	42.7			0.2	1.3	1.1	1.7	4.2	6.7	8.4	8.8	8.5	13.5	1.2	

Tabla 40. Valores de los parámetros de crecimiento para jurel de la zona Centro-sur ajustados mediante la técnica de tallas a la edad actual.

OTOLITOS	PARAMETRO	VALOR	ERR. ST.	INF.	SUP.
	Lo0 (cm)	79.876	3.657	72.701	87.052
ENTEROS	K (años-1)	0.068	0.006	0.057	0.079
	to (años)	-2.369	0.173	-2.709	-2.028
	Lo0 (cm)	70.716	3.496	63.856	77.576
CORTES	K (años-1)	0.088	0.009	0.07	0.105
	to (años)	-2.107	0.235	-2.569	-1.646

Tabla 41. Valores de los parámetros de crecimiento para jurel de la zona centro-sur ajustados mediante la técnica de retrocálculo.

OTOLITOS	PARAMETRO	VALOR	ERR. ST.	INF.	SUP.
ENTEROS	Lo0 (cm)	70.798	1.566	67.186	74.41
	K (años-1)	0.094	0.004	0.085	0.103
	t0 (años)	-0.896	0.058	-1.029	-0.764
CORTES	Lo0 (cm)	63.029	3.405	55.178	70.88
	K (años-1)	0.119	0.014	0.086	0.152
	t0 (años)	-1.113	0.205	-1.585	-0.641

Tabla 42. Longitudes calculadas mediante la ecuación de crecimiento para los cuatro análisis realizados.

EDAD (Años)	OTOLITOS ENTEROS		CORTES DE OTOLITOS	
	Edad actual	LH Retroc.	Edad actual	LH Retroc.
1	16.4	11.6	16.9	14.0
2	20.5	16.9	21.4	19.5
3	24.4	21.7	25.6	24.4
4	28.1	26.1	29.4	28.7
5	31.5	30.1	32.9	32.6
6	34.7	33.8	36.1	36.0
7	37.6	37.1	39.0	39.0
8	40.4	40.1	41.7	41.7
9	43.0	42.9	44.1	44.1
10	45.4	45.4	46.3	46.2
11	47.7	47.7	48.4	48.1
12	49.8	49.7	50.3	49.8
13	51.8	51.6	52.0	51.3

Tabla 43. Comparación de los parámetros de crecimiento de jurel de la zona centro sur mediante el test T2 de Hotelling.

COMPARACION	PARAMETROS L <sub>∞</sub> K	N	T <sub>0</sub>	T <sup>2</sup> CALCULADO	CRITICO	DECISION
<b>EDAD ACTUAL</b>						
Ot. enteros	79.876 0.068	1131	-2.107	0.0099	7.8069	Diferencias no son significativas
Cortes	70.716 0.088	1137	-2.107			
<b>RETROCALCULO</b>						
Ot. enteros	70.798 0.094	11	-0.896	3.8085	11.28	Diferencias no son significativas
Cortes	63.029 0.119	11	-1.113			
<b>OT. ENTEROS</b>						
Edad actual	79.876 0.068	1131	-2.369	2.2041	7.8137	Diferencias no son significativas
Retrocálculo	70.798 0.094	11	-0.896			
<b>CORTES</b>						
Edad actual	70.716 0.088	1137	-2.107	0.09887	7.8137	Diferencias no son significativas
Retrocálculo	63.029 0.119	11	-1.113			

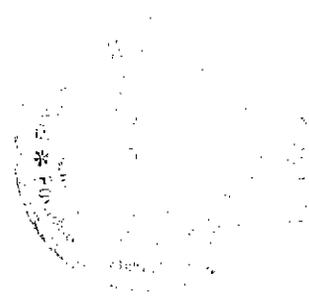


Tabla 44. Parámetros de crecimiento en longitud según el modelo de von Bertalanffy estimados por diferentes autores para el jurel del Océano Pacífico Sur oriental.

	AUTOR	L <sub>∞</sub> (cm)	K (año <sup>-1</sup> )	t <sub>0</sub> (año)	AREA	METODO
1	Kaiser (1973) (1)	84.50	0.141	-0.582	Antof.-Valpso.	Lect. otolitos
2	Pav{z y Saa (1978)	106.28	0.109	-0.877	Valparaíso	"
3	Abramov y Kotlyar (1989) (1)	72.47	0.094	-2.687	Perú	"
4	Aguayo et al. (1981)	44.30	0.181	-0.756	Talcahuano	"
5	Nekrasov (1982) (1)	74.30	0.086	-2.676	Aguas oceánicas	Escamas
6	Shevchuk y Chur (1984) (1)	90.40	0.115	-1.043	8° - 50° S	Lect. otolitos
7	Castillo y Arrizaga (1987)	65.30	0.074	-2.410	Talcahuano	"
8	Nekrasov (1987) (1)	96.00	0.060	-2.617	Aguas oceánicas	Escamas
9	Nosov et al. (1989) (1)	77.80	0.077	-1.613	Aguas oceánicas	"
10	Kochkin (1994)	74.20	0.111	-0.809	Aguas oceánicas	Lect. otolitos
	Alegria et al. 1995					
11	(a)	78.48	0.154	-0.098	Arica-Antofagasta	-Incr. diarios
12	(b)	53.50	0.111	-1.797	"	-Ot. enteros
13	(c)	46.40	0.184	-0.945	"	-Cortes
14	Cubillos et al. (1995)	75.30	0.144	-0.170	Pacífico sur	Progres. modales
	Este estudio					Lect. otolitos
15	(a)	79.88	0.068	-2.369	Talcahuano	-Ot. enter.Ed. act.
16	(b)	70.72	0.088	-2.107	"	-Cortes Ed. actual
17	(c)	70.80	0.094	-0.896	"	-Ot. enter.Lh retroc.
18	(d)	63.03	0.119	-1.113	"	-Cortes Lh retrocalc.

(1) Estimados por Cubillos et al. 1995

ANEXO FIGURAS

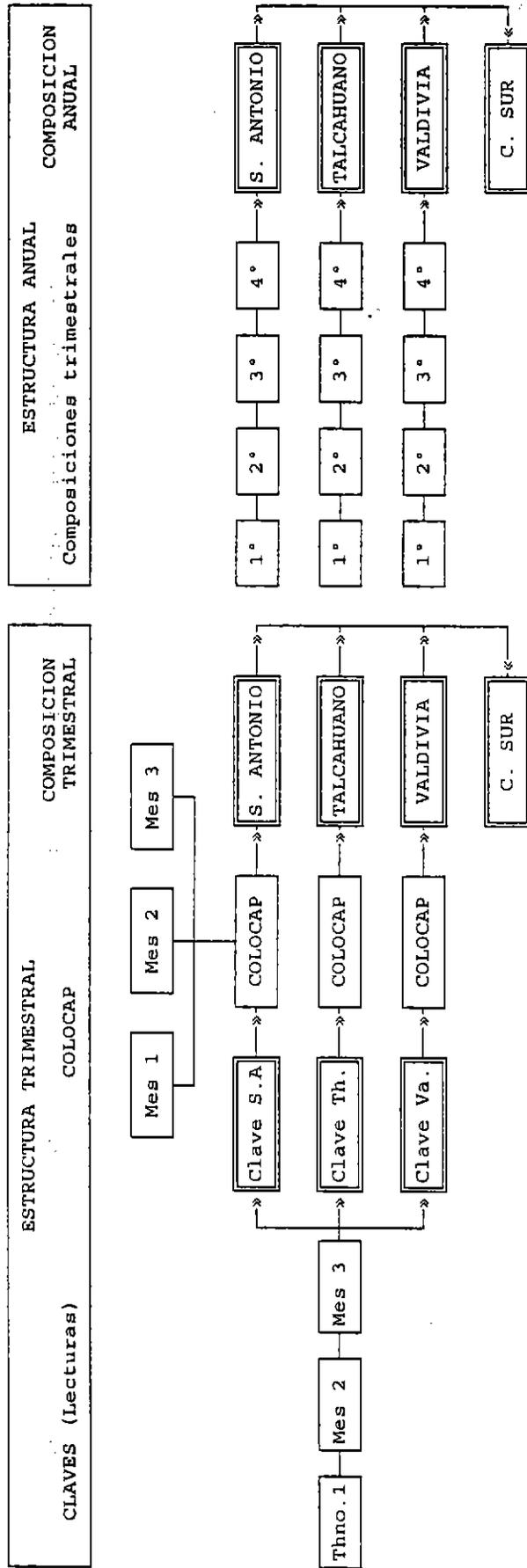


Figura 1. Diagrama de procesamiento de claves y composiciones de jurel.

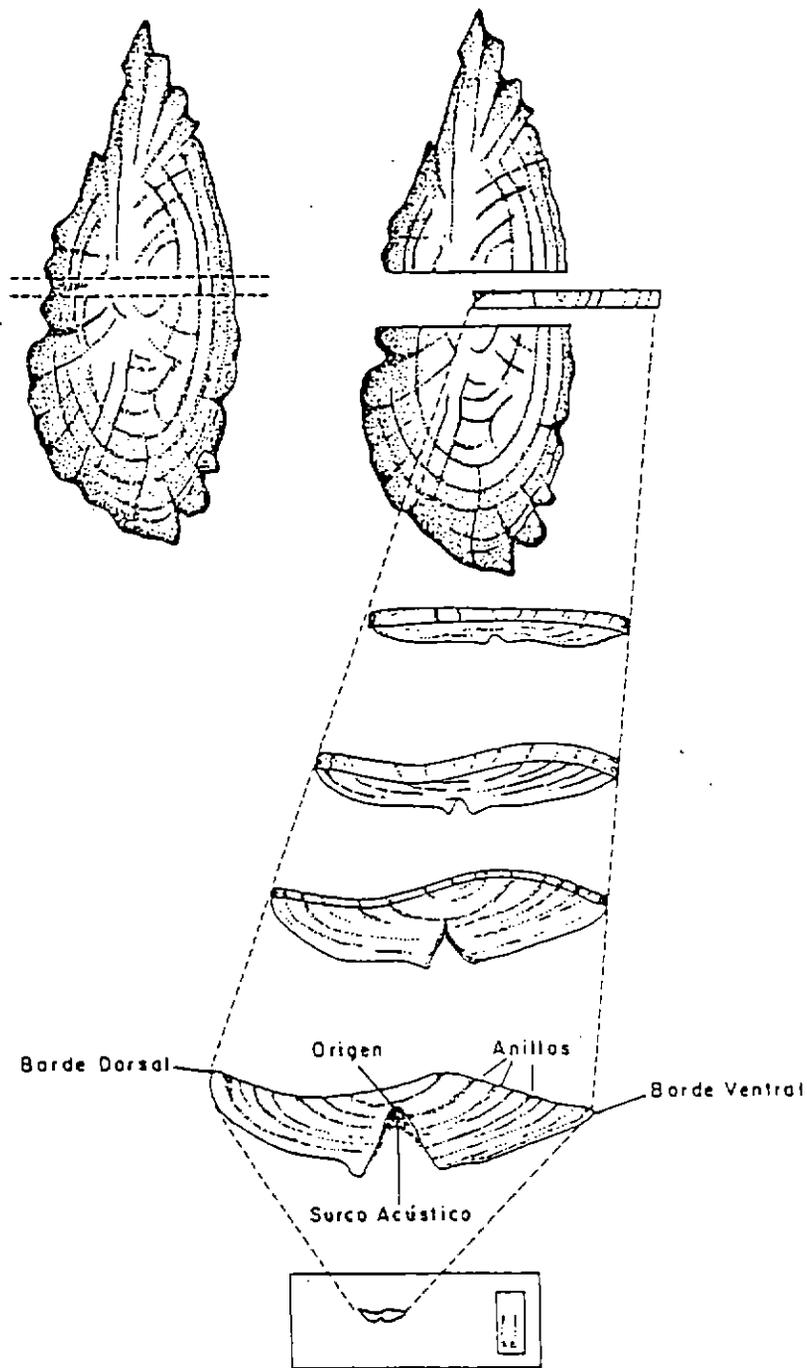


Figura 2. Esquema de corte y montaje de la lámina de otolito derecho de jurel para el análisis de los anillos de crecimiento.

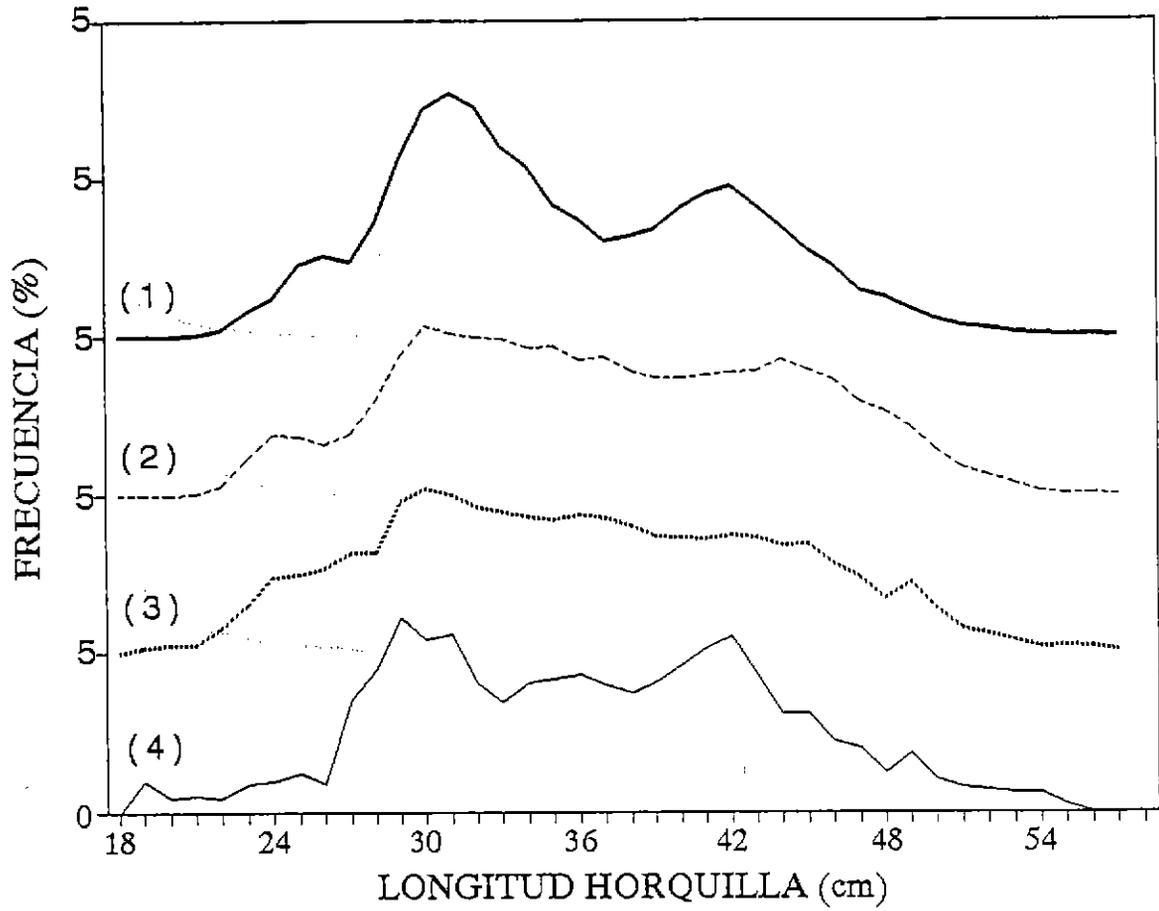


Figura 3. Estructura de tallas de jurel de la zona centro-sur. (junio de 1994 - mayo de 1995). 1. Muestreo de longitud. 2. Muestreo de otolitos. 3. Otolitos enteros leídos. 4. Cortes de otolitos leídos.

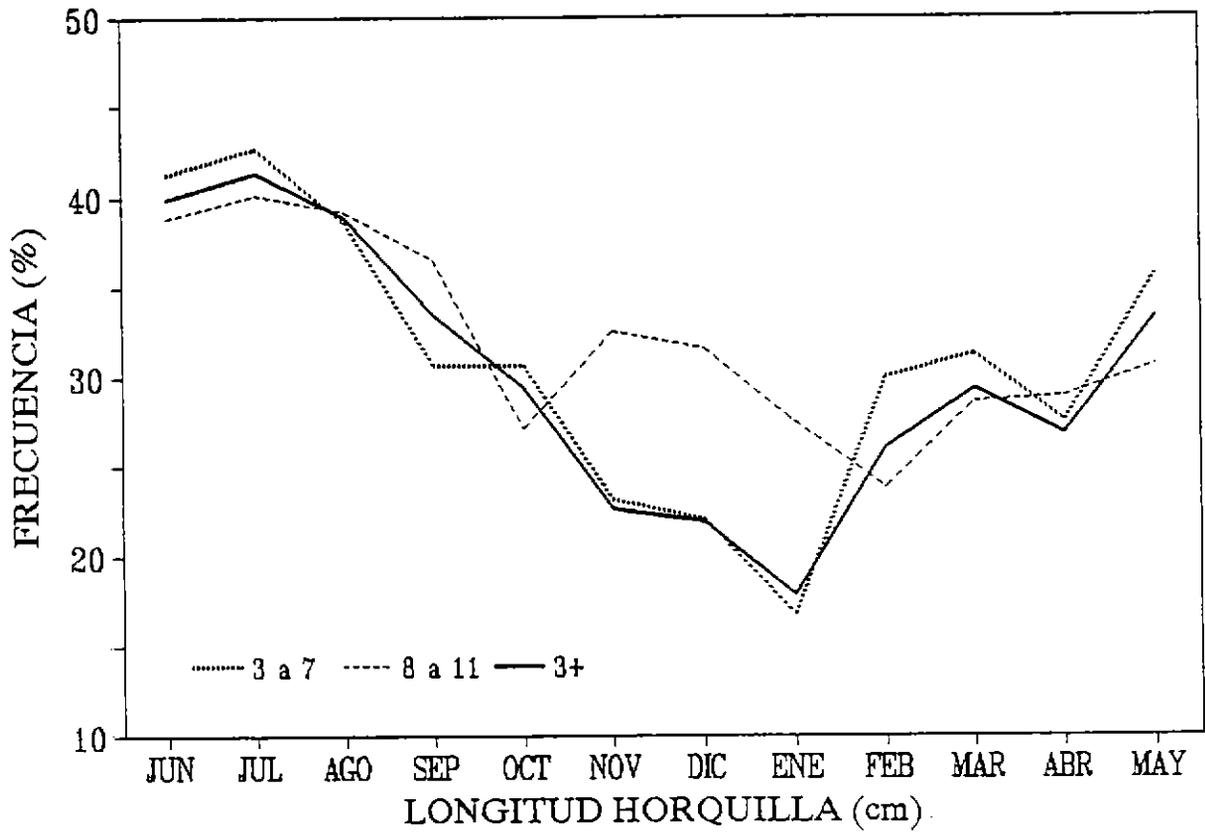


Figura 4. Distribución de frecuencias del borde hialino en los otolitos de jurel de la zona centro-sur (junio de 1994 -mayo de 1995).

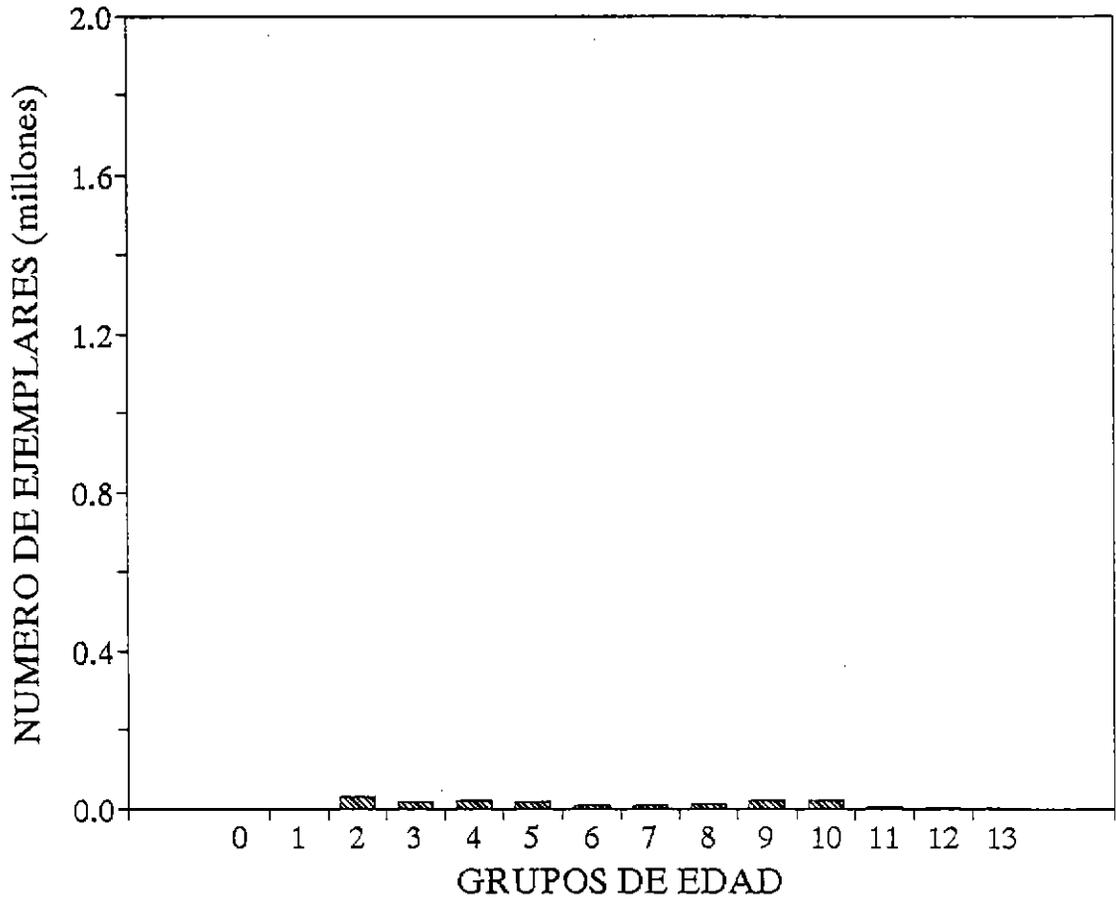


Figura 5. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona de San Antonio.

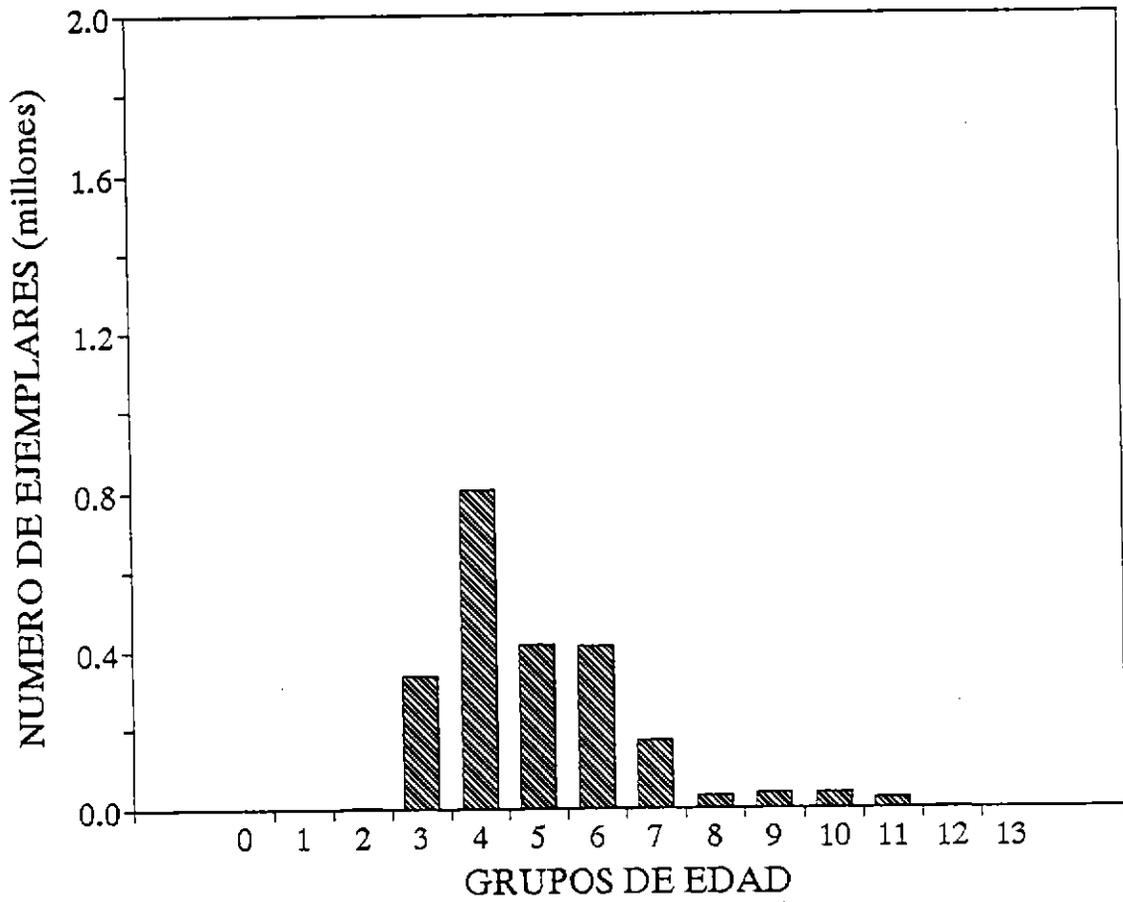


Figura 6. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona de San Antonio.

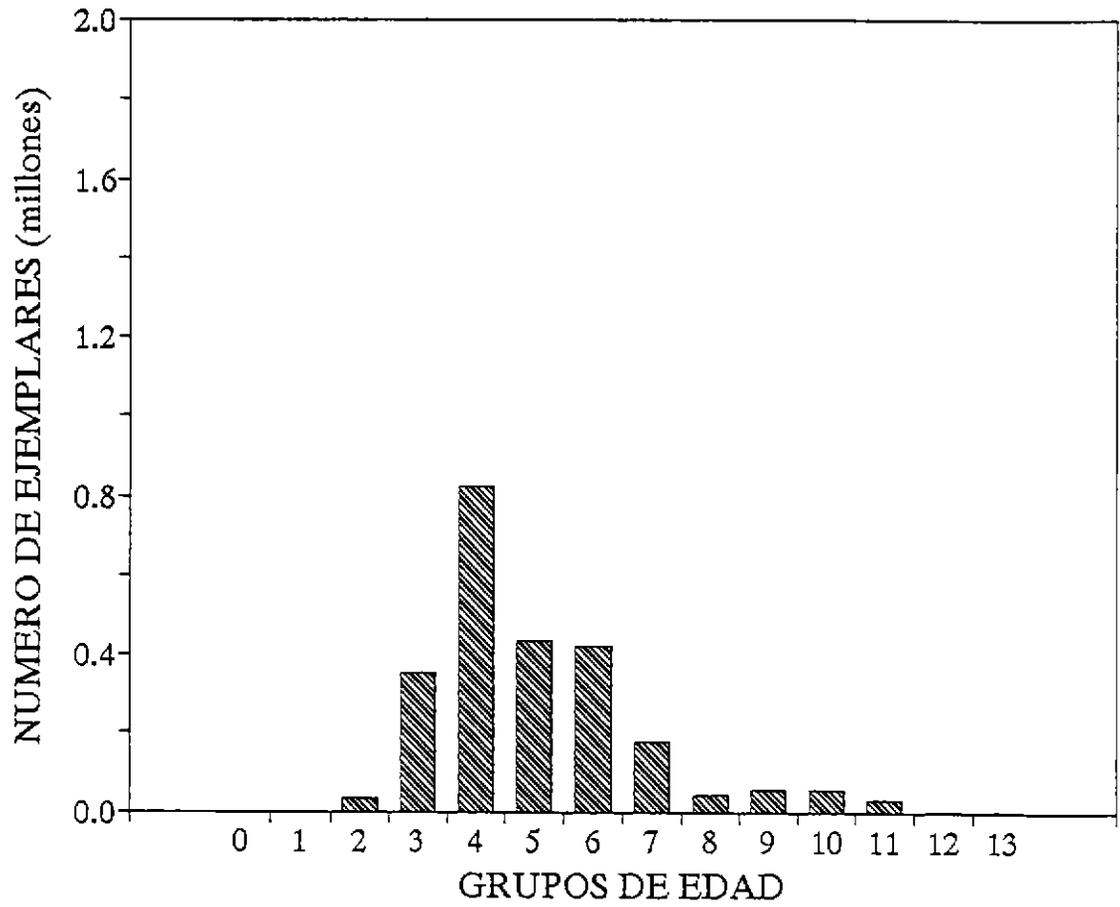


Figura 7. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona de San Antonio.

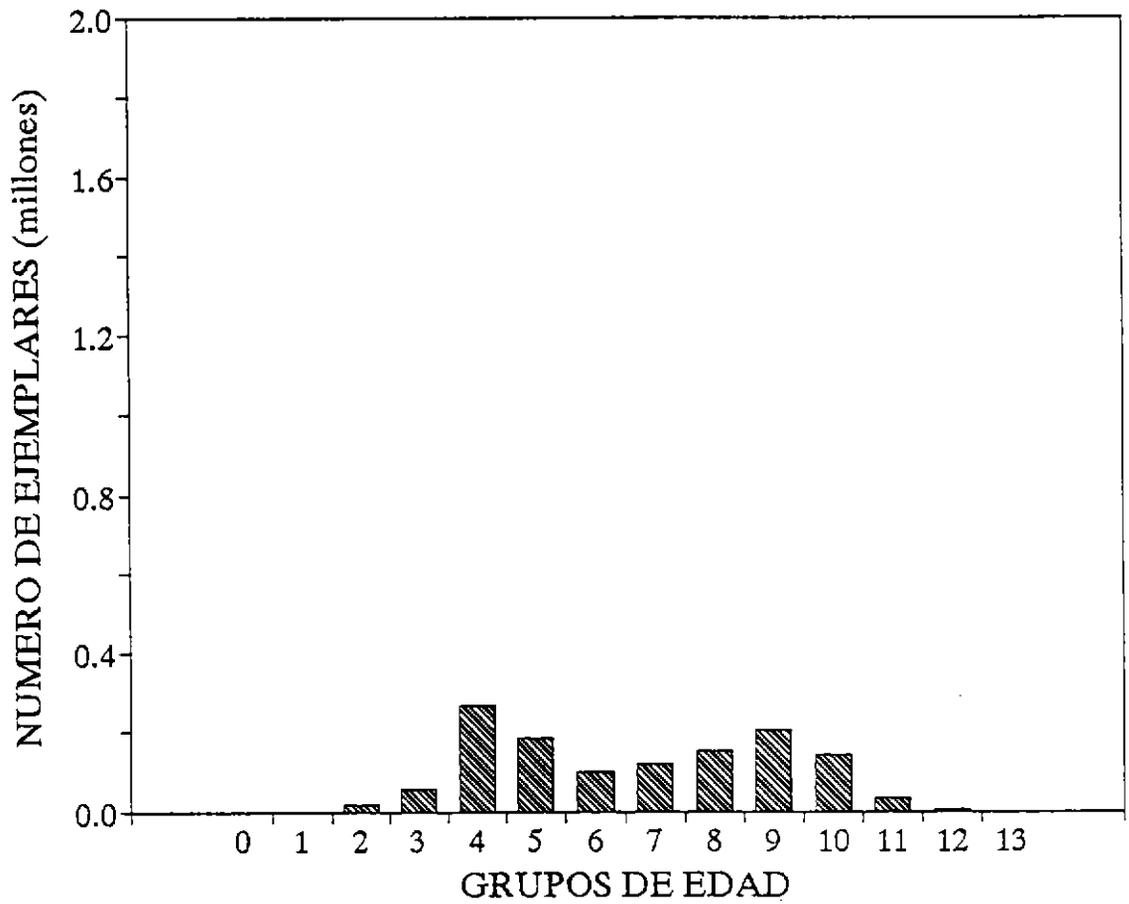


Figura 8. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona de Talcahuano.

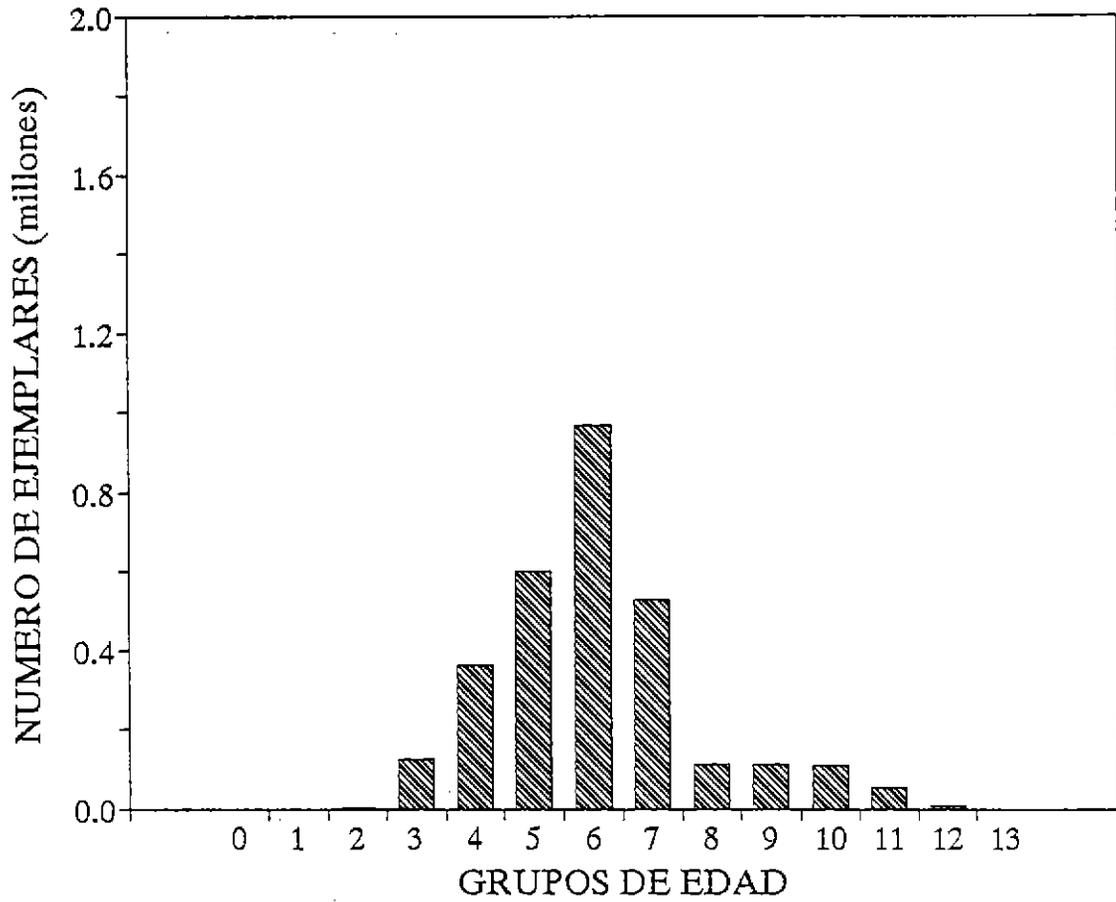


Figura 9. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona de Talcahuano.

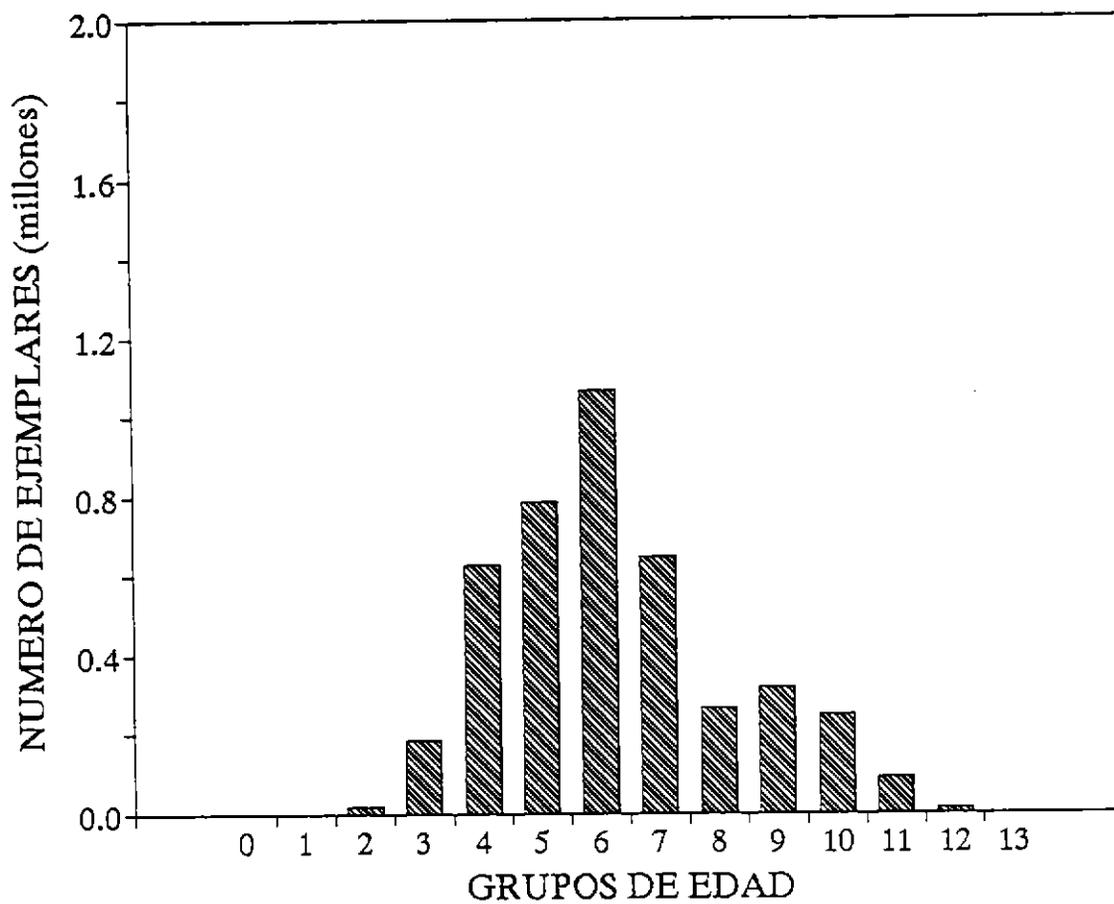


Figura 10. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona de Talcahuano.

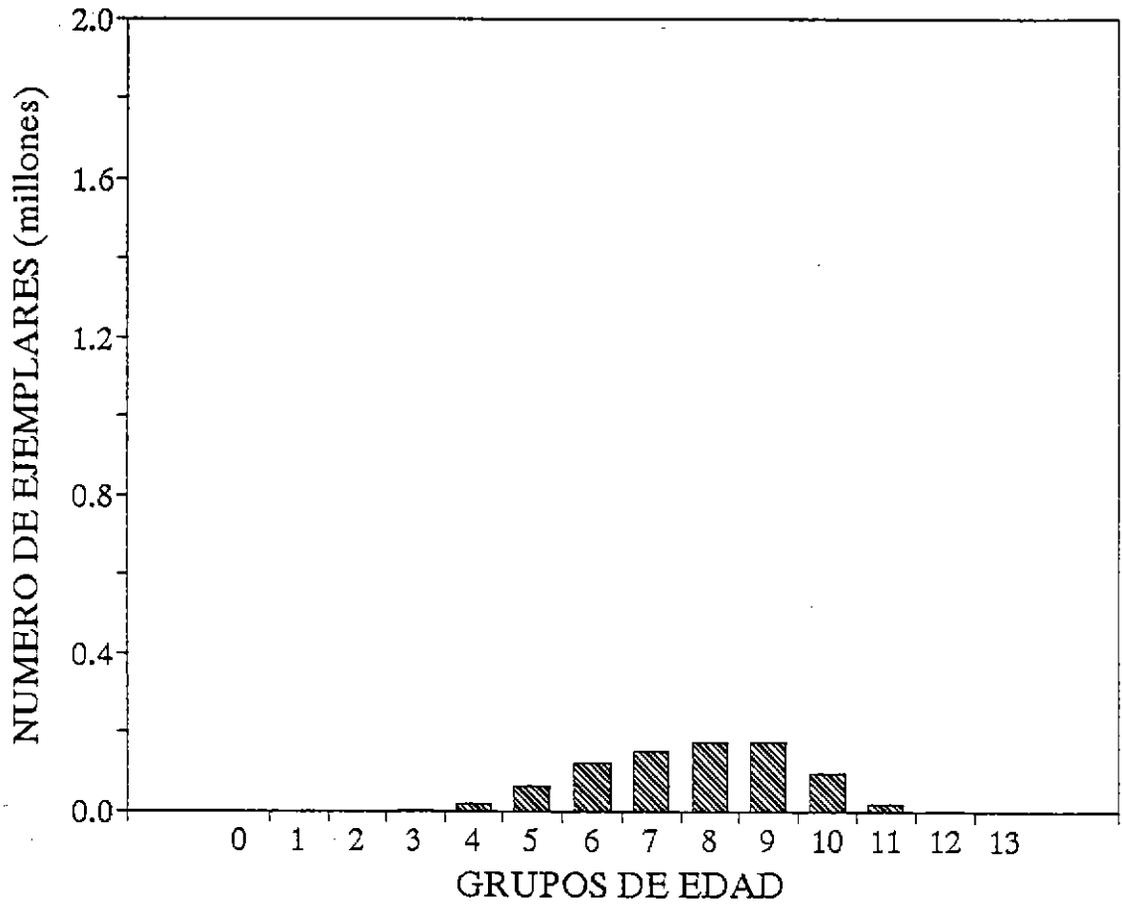


Figura 11. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona de Valdivia.

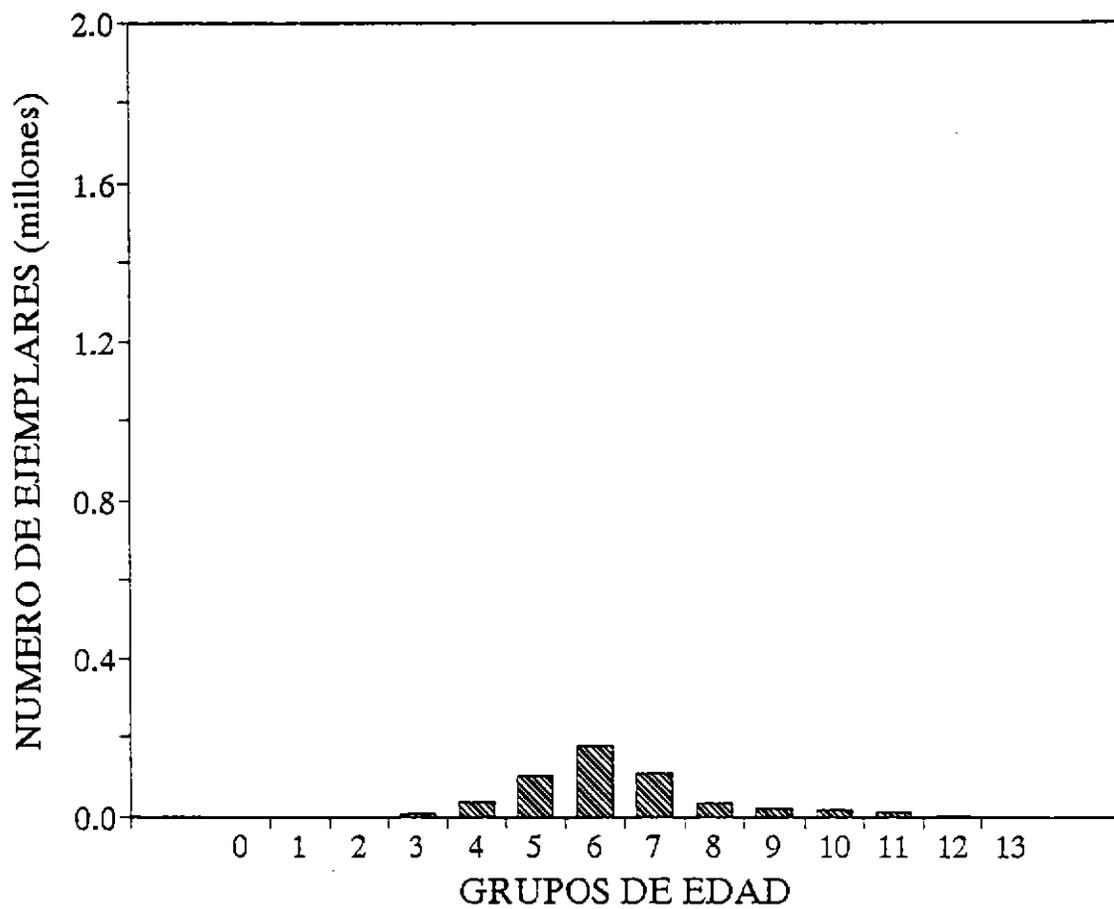


Figura 12. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona de Valdivia.

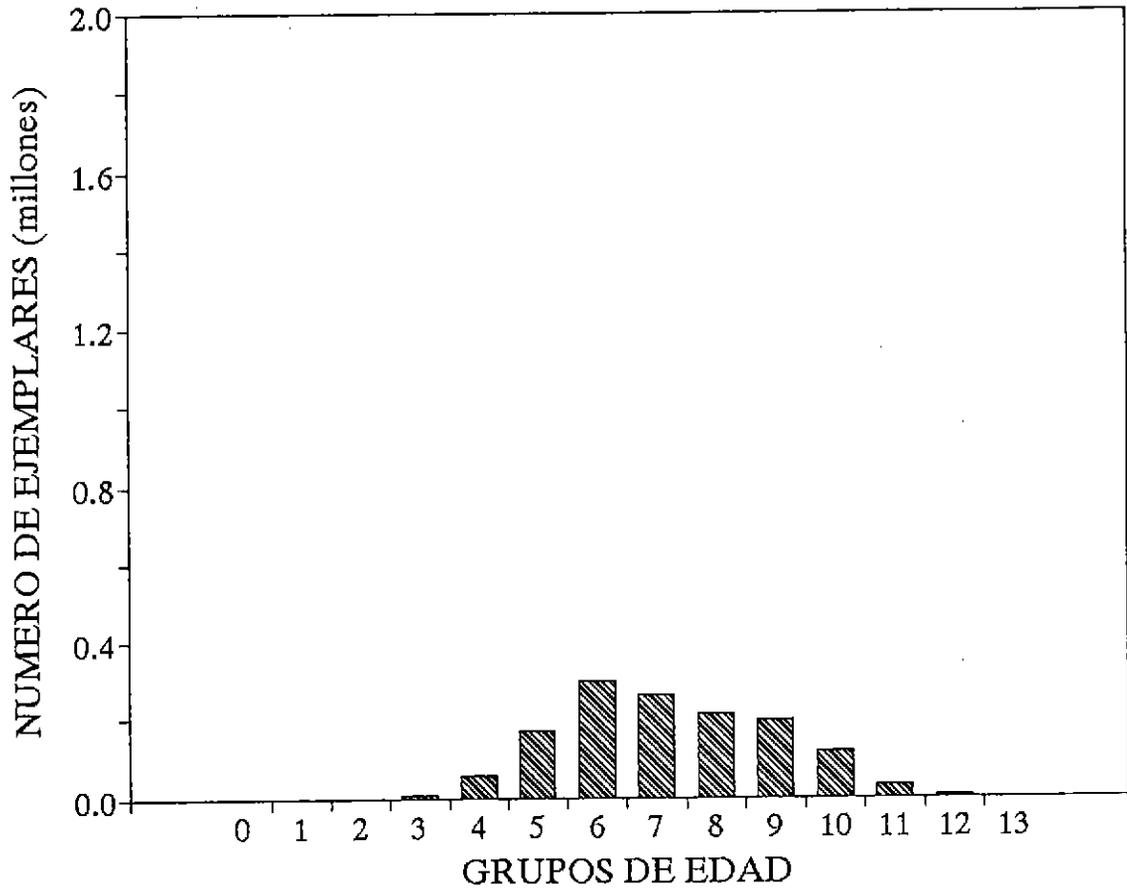


Figura 13. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona de Valdivia.

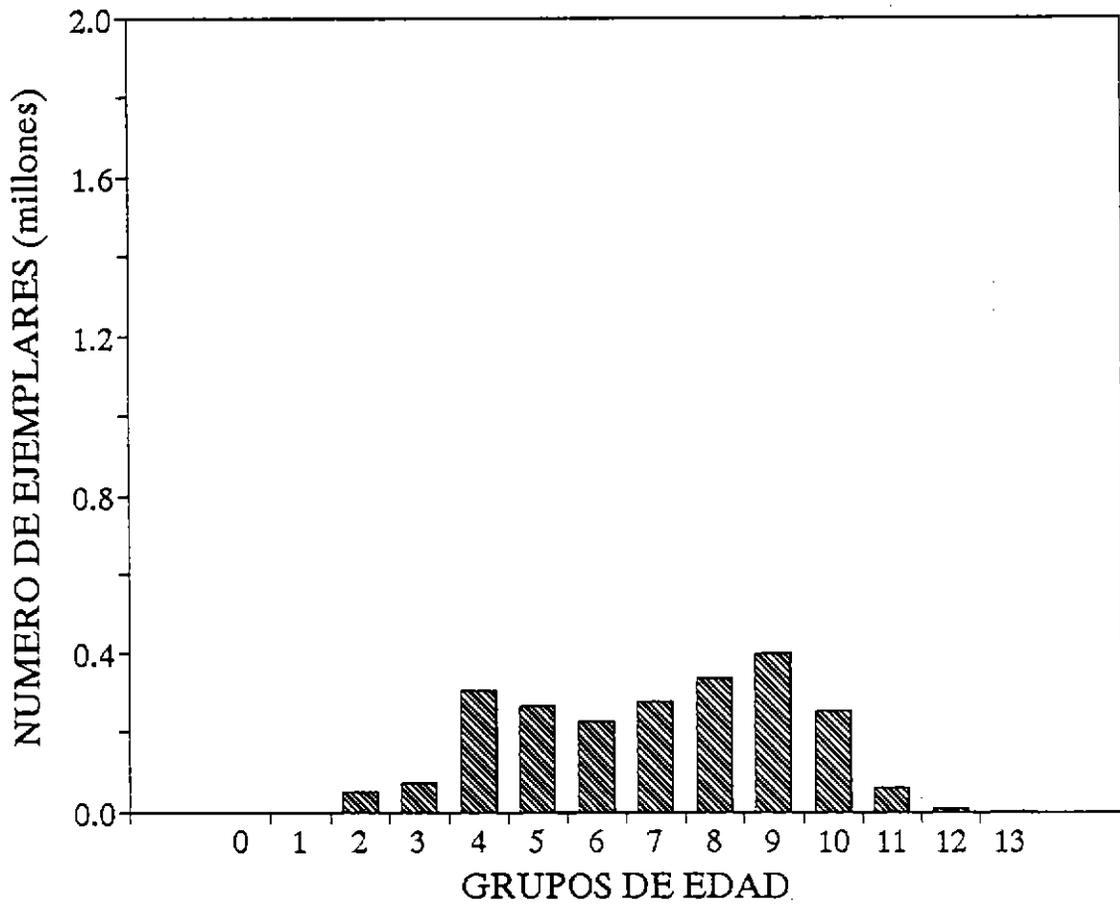


Figura 14. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el segundo semestre de 1994 en la zona centro-sur.

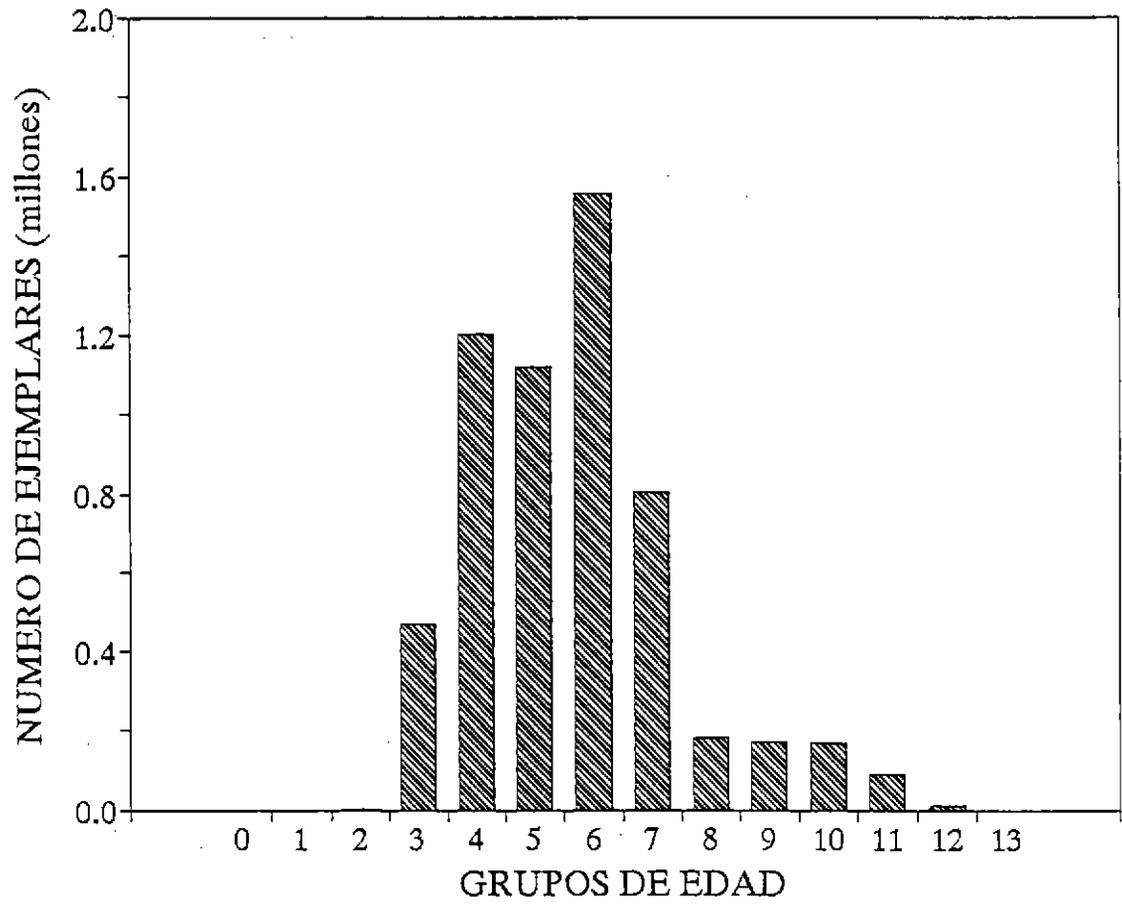


Figura 15. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el primer semestre de 1995 en la zona centro-sur.

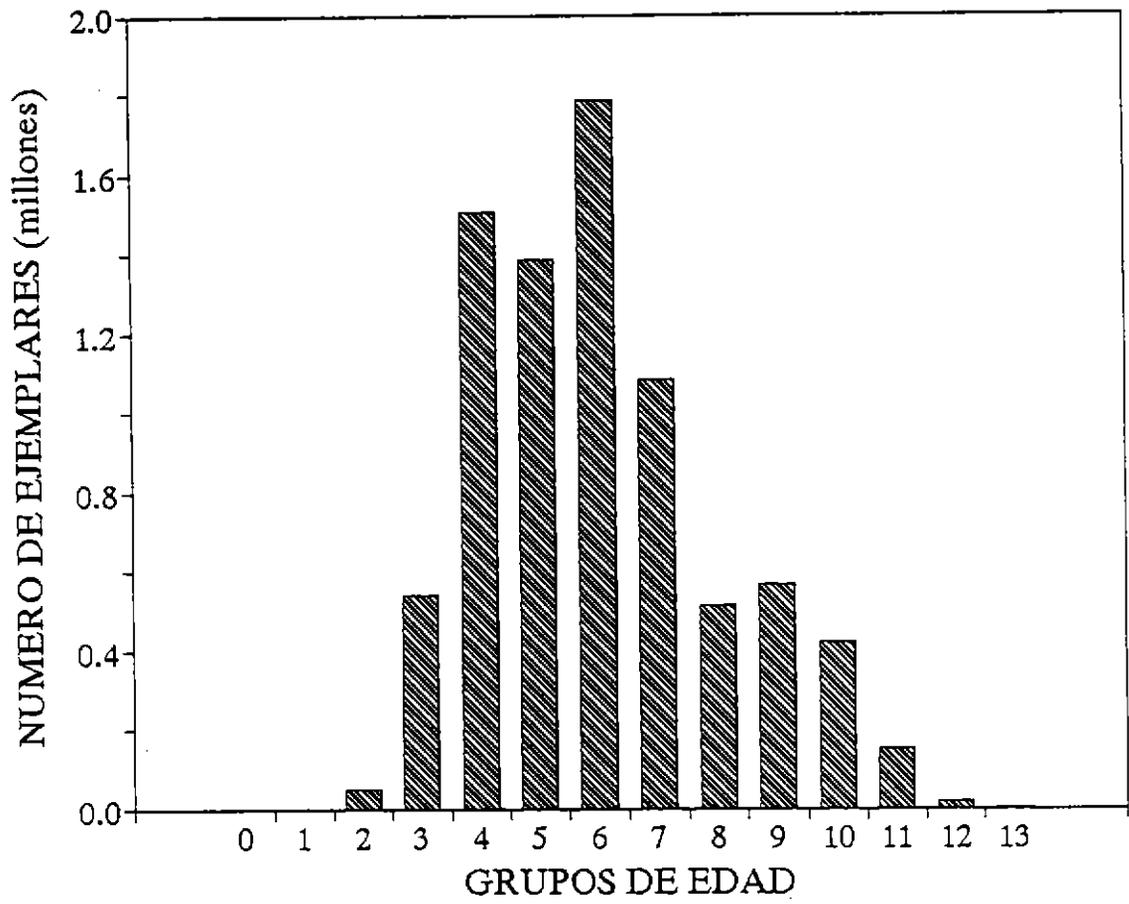


Figura 16. Estructura de edades de las capturas de jurel durante el período junio de 1994 a mayo de 1995 en la zona centro-sur.

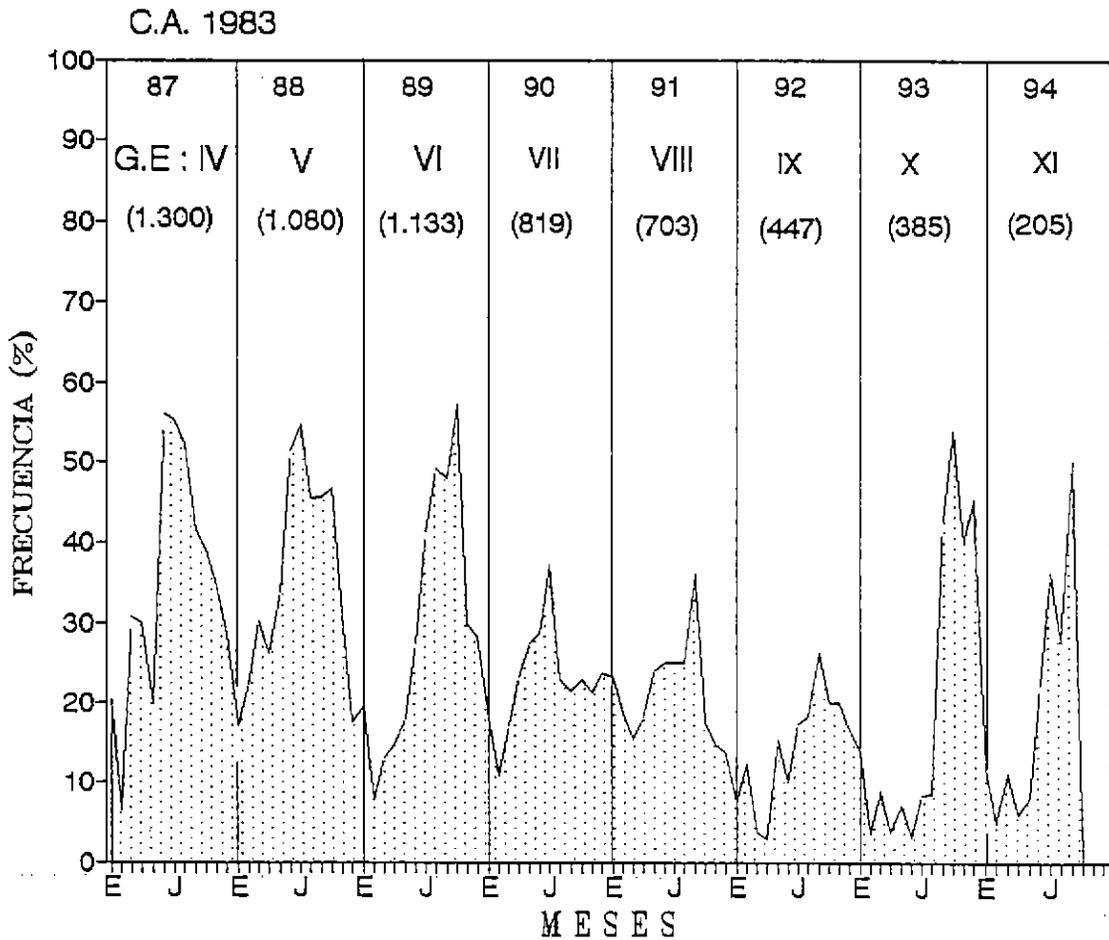


Figura 17. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clase anual 1983. Años 1987-1994.

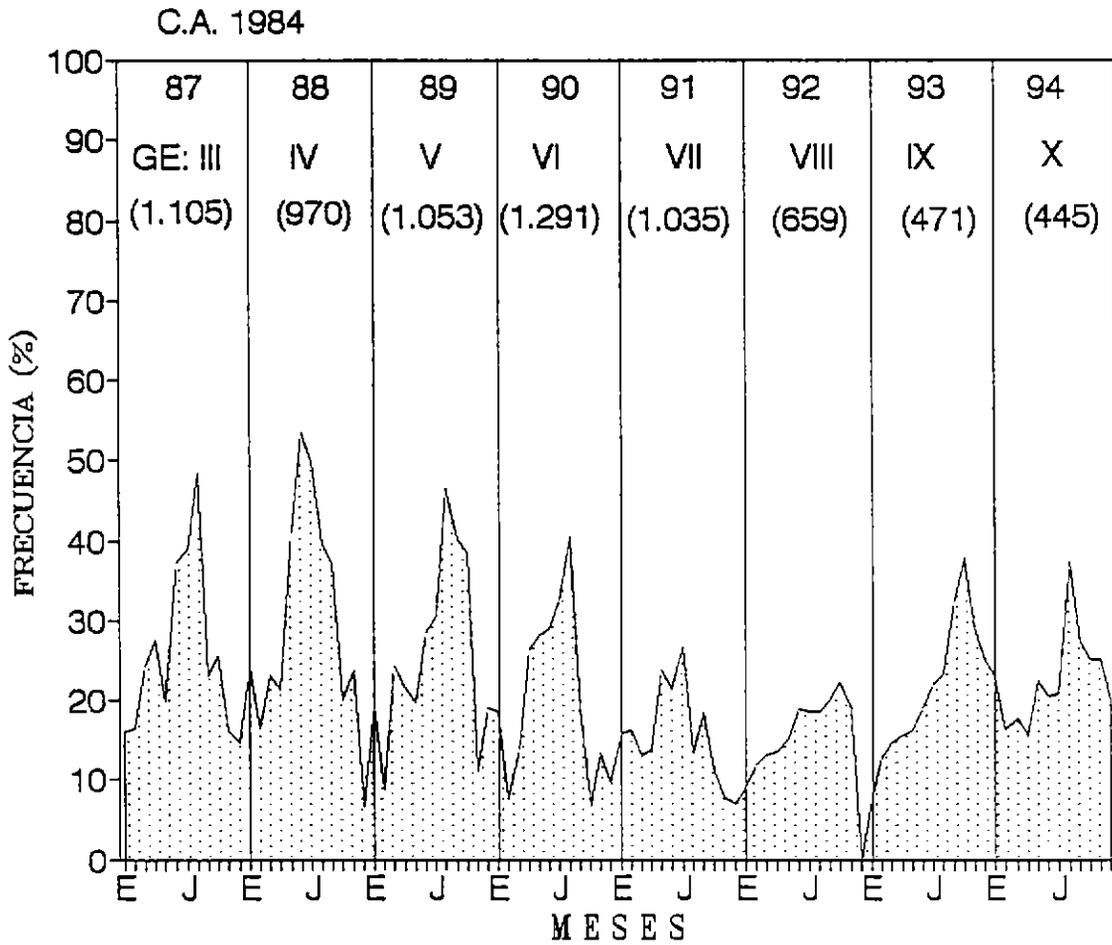


Figura 18. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clase anual 1984. Años 1987-1994.

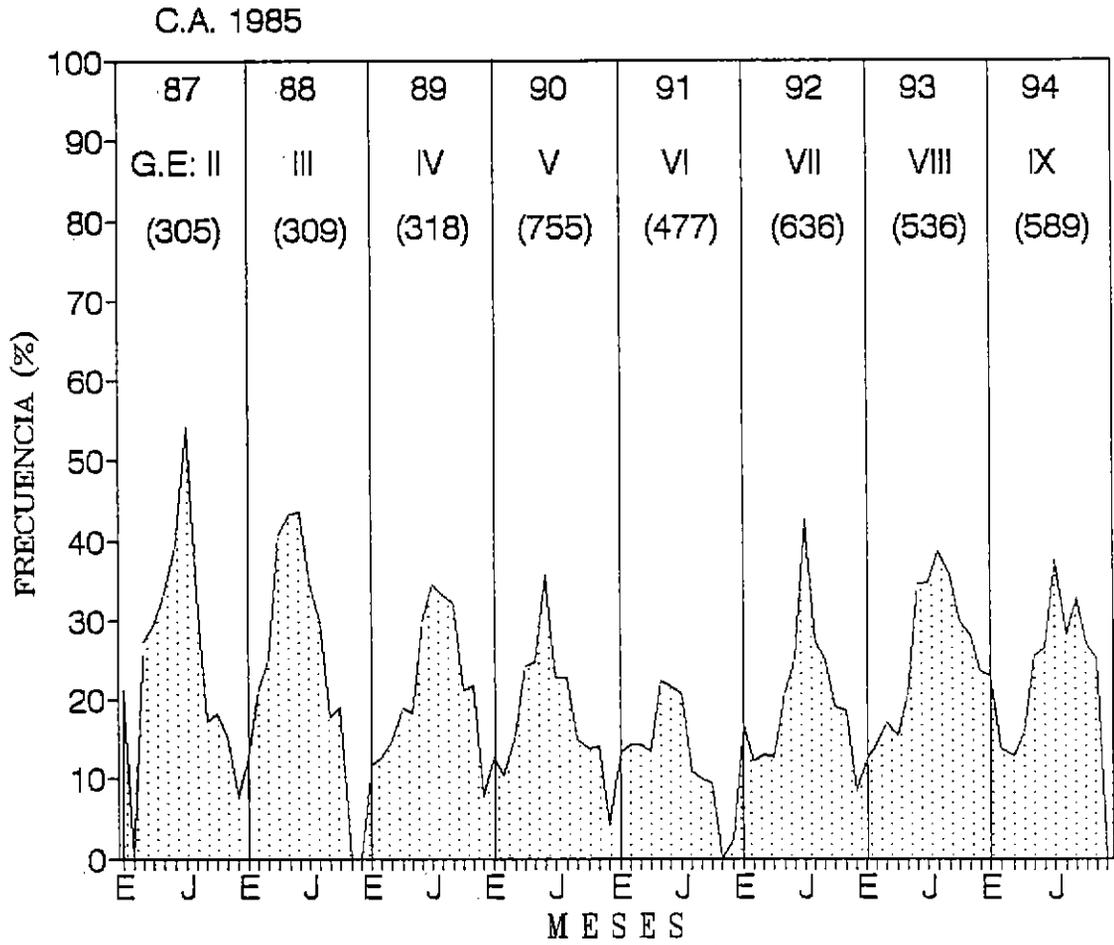


Figura 19. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clase anual 1985. Años 1987-1994.

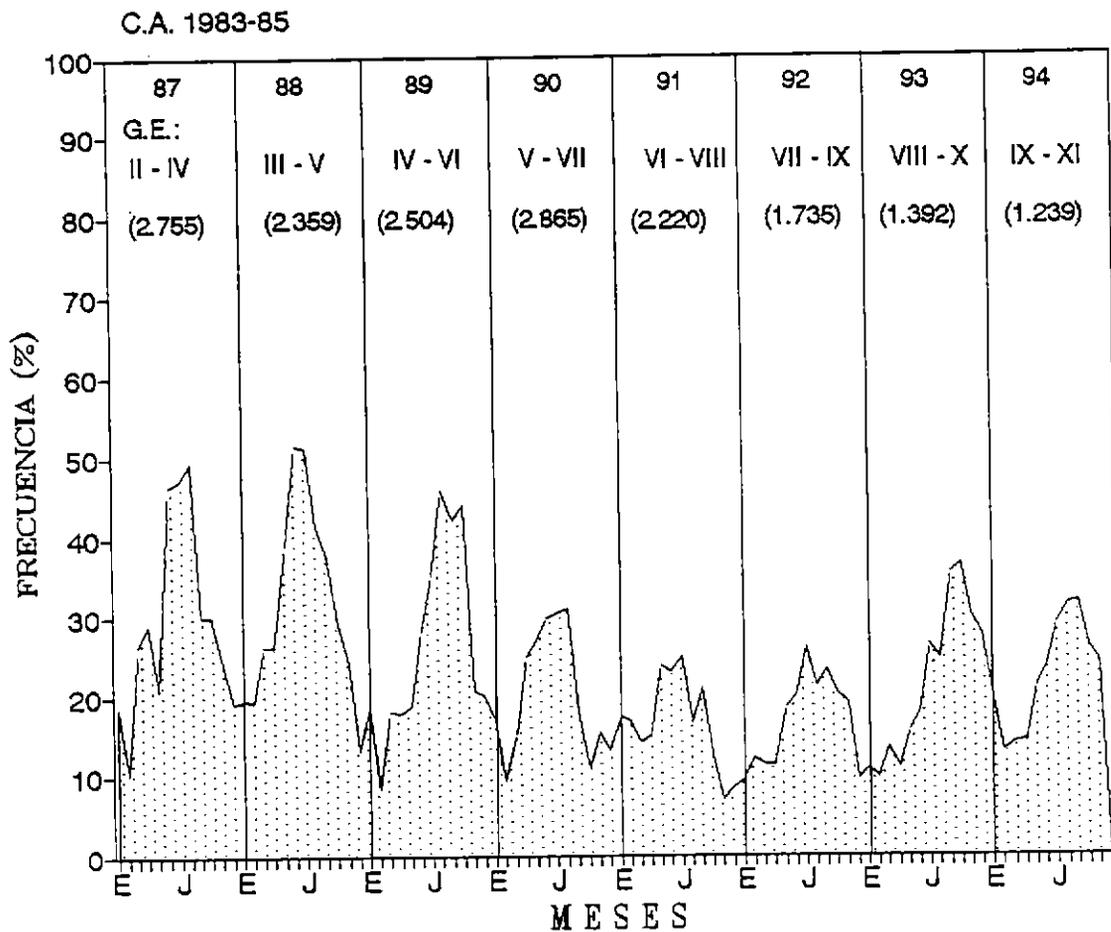


Figura 20. Distribución de frecuencias mensuales de los bordes hialinos presentes en los otolitos de jurel de la costa de Chile. Clases anuales 1983-1984. Años 1987-1994.

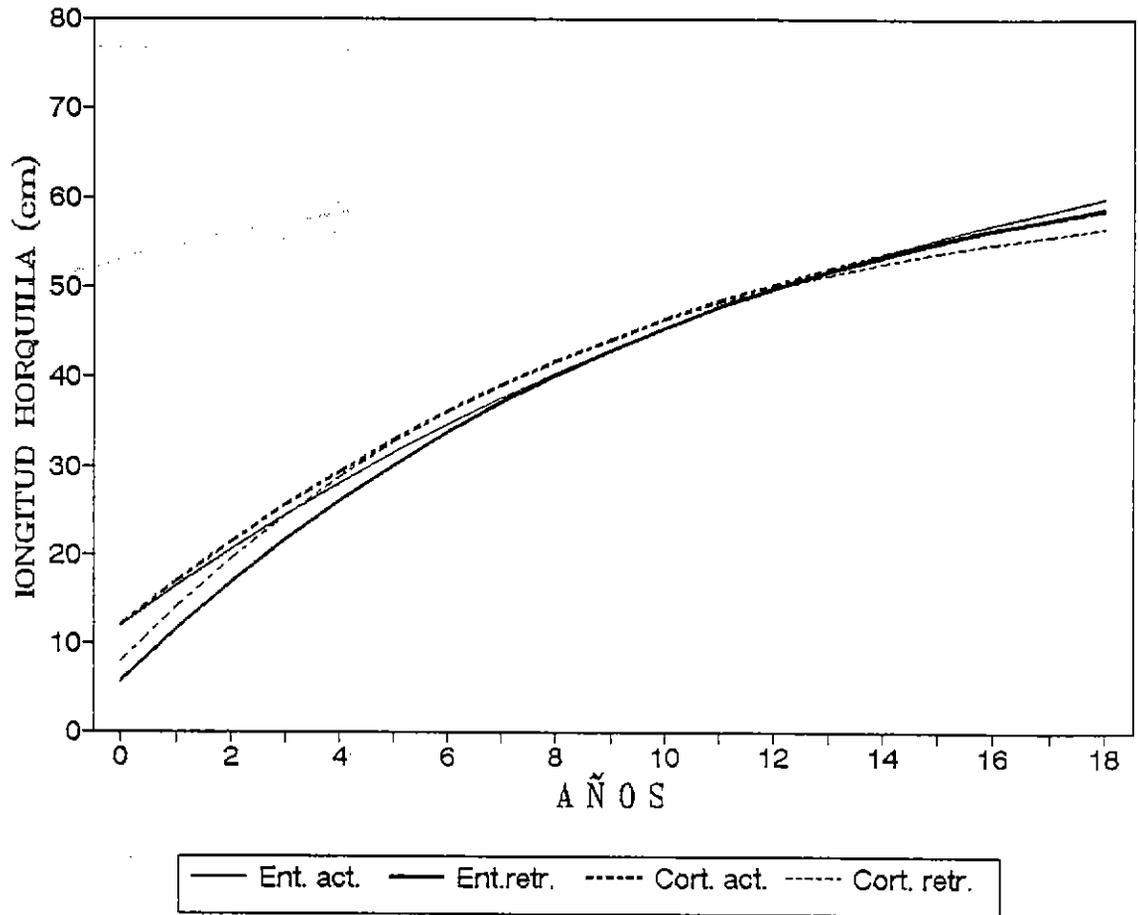


Figura 21. Curvas de crecimiento ajustadas en el presente estudio mediante las técnicas de edad actual (act.) y retrocálculo (retr.) para otolitos enteros (ent.) y cortes (cort.).

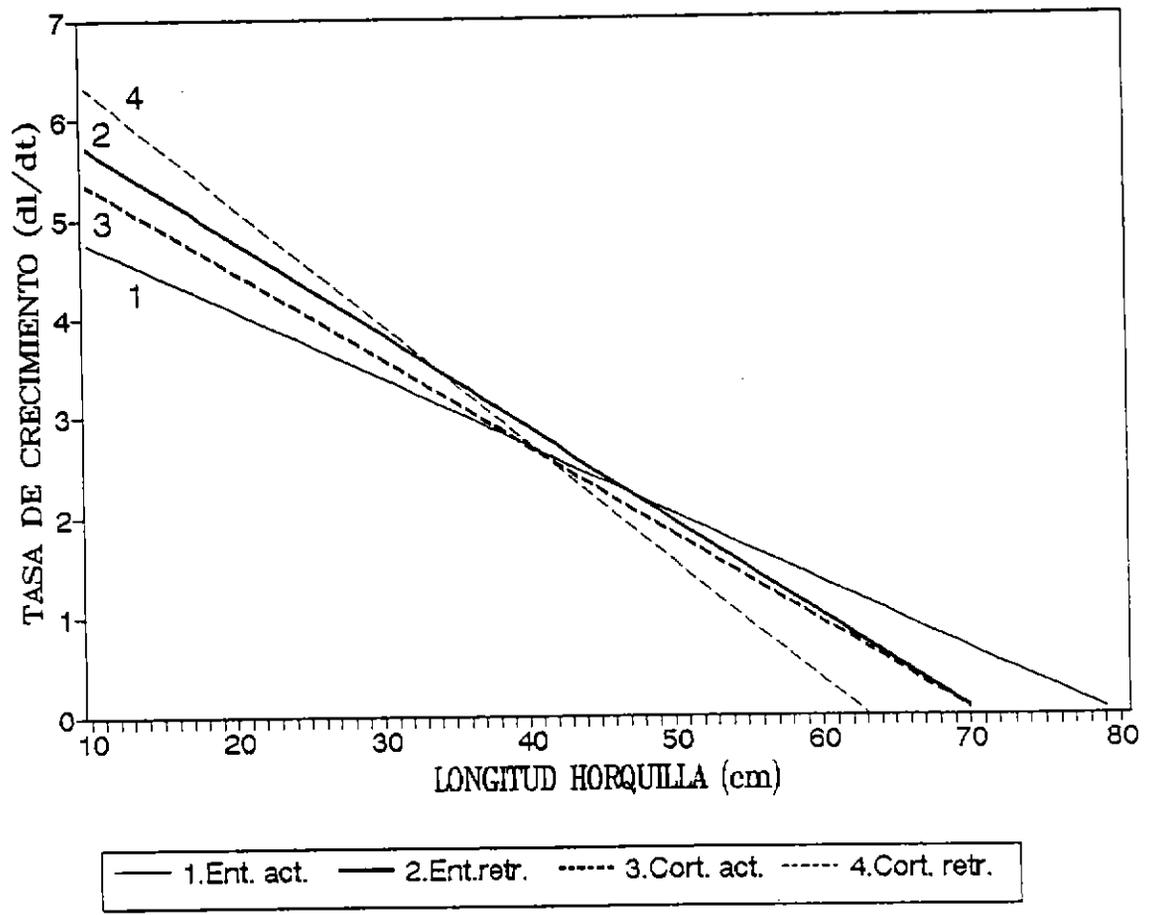


Figura 22. Tasas de crecimiento (dl/dt) correspondientes a los valores de los parámetros ajustados para jurel en el presente estudio. Nomenclatura: actual (act.); retrocálculo (retr.); enteros (ent.); cortes (cort.).

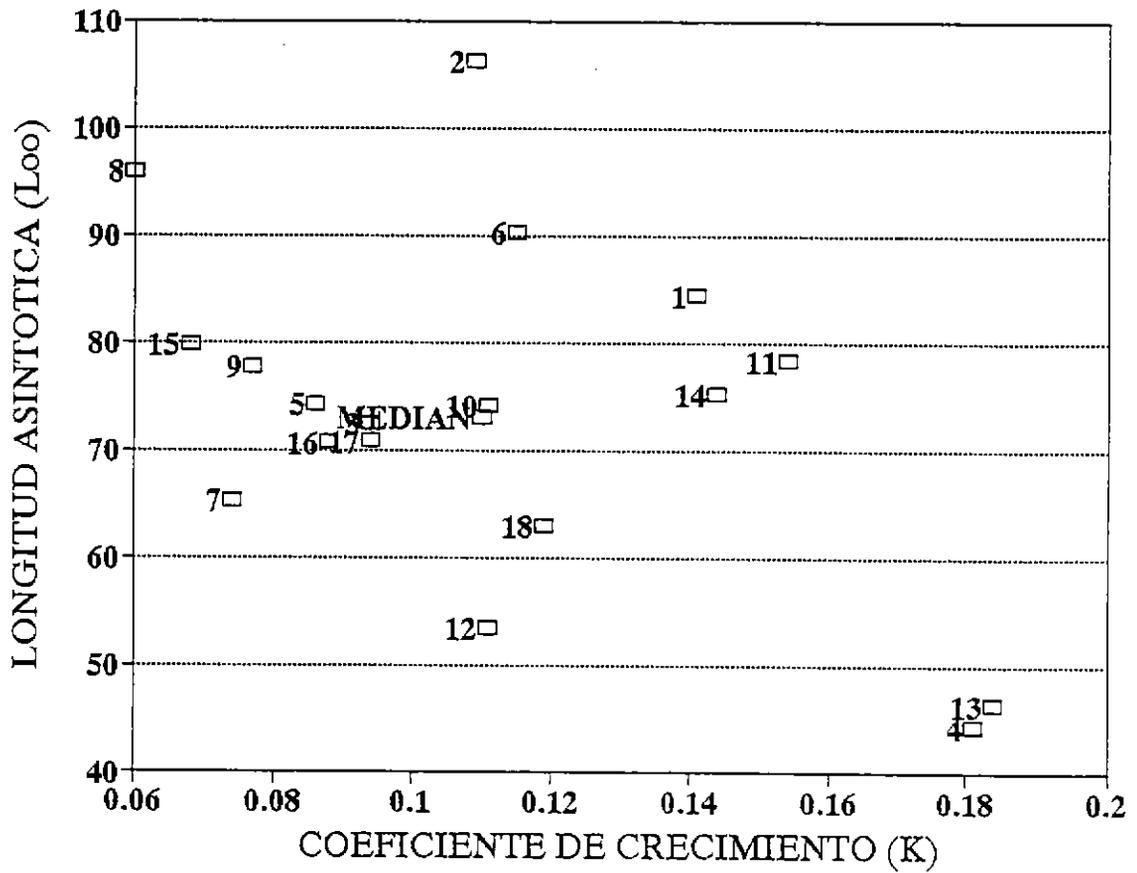


Figura 23. Relación  $K/L_{\infty}$  de los valores obtenidos en el presente estudio y su asociación con los valores informados por los diferentes autores para el jurel del Océano Pacífico Sur oriental. Para nomenclatura, ver Tabla 44 (1° y 2° columnas).

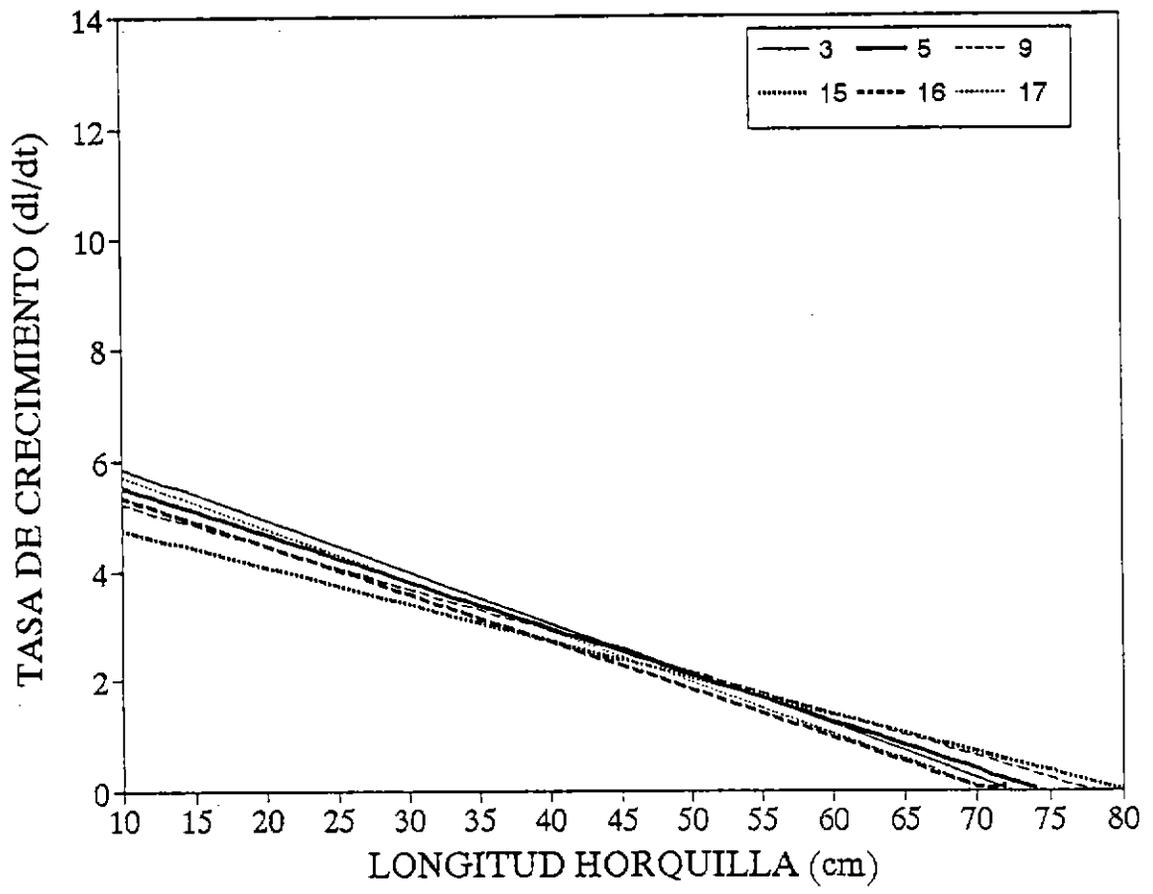


Figura 24. Tasa de crecimiento (dl/dt) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 3. Abramov y Kotlya, 1989; 5. Nekrasov, 1982; 9. Nosov et al., 1989); 15. Pres. estud. (Ot. ent. ed. act.); 16. Pres. est. (Cort. ed. act.); 17. Pres. est. (Ot. ent. LH retrocalc.).

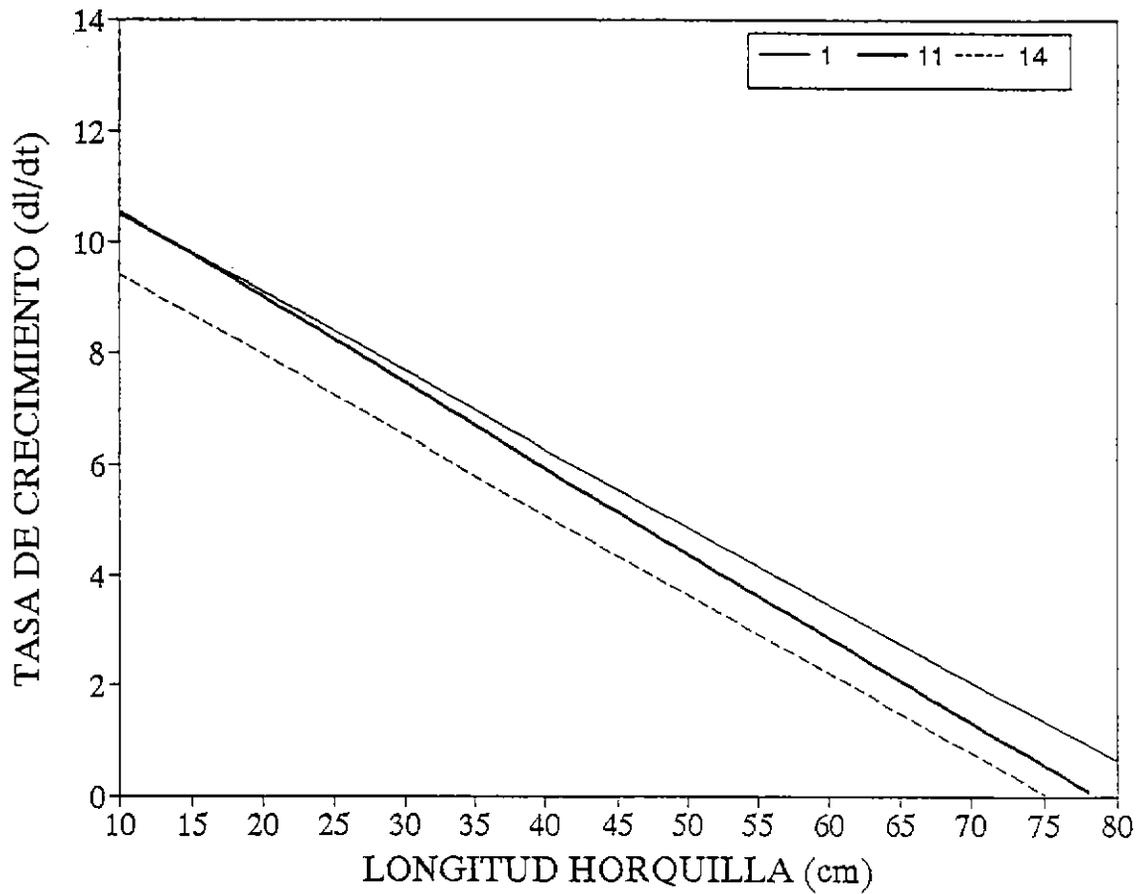


Figura 25. Tasa de crecimiento (dl/dt) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 1. Kaiser, 1973; 11. Alegría et al., 1995 (Araya inc. diar.); 14. Cubillos et al., 1995.

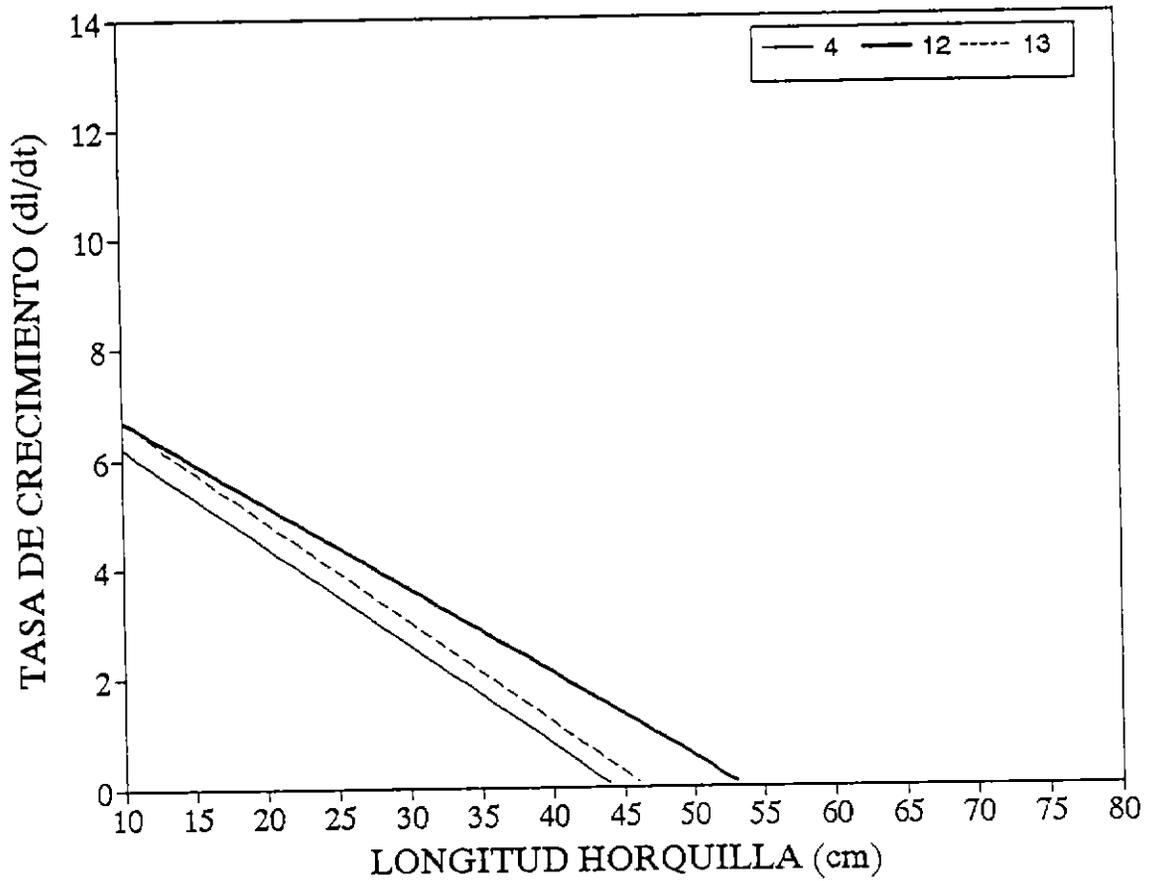


Figura 26. Tasa de crecimiento (dl/dt) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 4. Aguayo et al., 1981; 12. Alegría et al., 1995 (ot. ent.), 13. Alegría et al., 1995 (cortes).

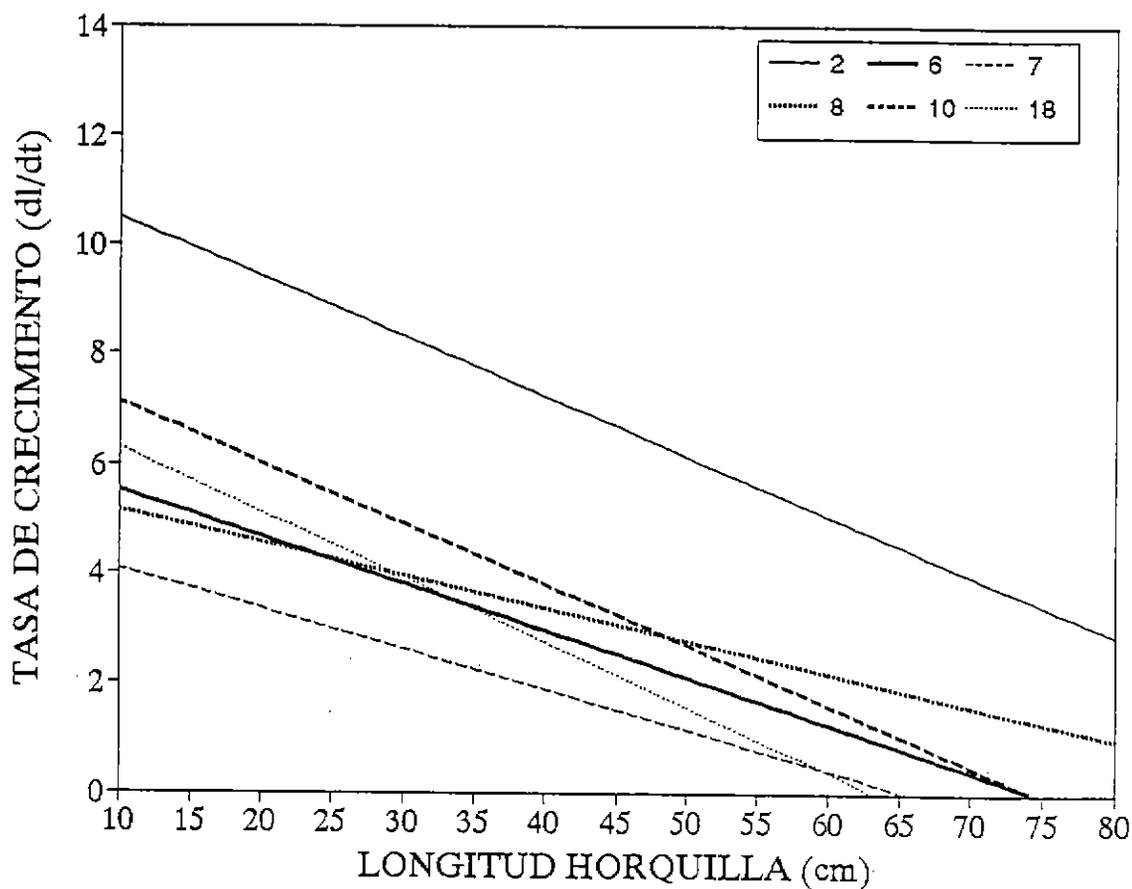


Figura 27. Tasa de crecimiento (dl/dt) obtenida por diferentes autores para jurel del Océano Pacífico Sur oriental. 2. Pavéz y Saa, 1978; 6. Shevchuk y Chur, 1984; 7. Castillo y Arrizaga, 1987; 8. Nekrasov, 1987; 10. Kochkin, 1994; 18. Pres.est. (Cort.LH retrocalc.).

## **CAPITULO 6**

Determinación de la estructura de edad  
del recurso jurel.

### **Sección B**



## RESUMEN EJECUTIVO



Se presenta resultados de la edad y el crecimiento de *T. s. murphyi*, los que se obtuvo de análisis independientes y paralelos a los presentados por el Instituto de Fomento Pesquero, participando esta institución en calidad de subcontratada. Se pone de manifiesto la existencia de fuertes discrepancias sobre la materia, según lo comunicado por IFOP frente a las comunicaciones de Araya et al. (1993a), Cubillos et al. (1995) y Cubillos & Arancibia (in press). Se concluye que errores en la lectura e interpretación del número de anillos hialinos conducen a la confección de claves talla-edad incorrectas y, como consecuencia, a una determinación errónea del número de individuos por grupo de edad en la captura.

En efecto, y a modo de ejemplo, los resultados de este estudio (ver Capítulo 6, Sección B) de la longitud promedio retrocalculada por edad en *T. s. murphyi*, frente al de IFOP (ver Capítulo 6, Sección A), revela fuertes discrepancias para los grupos de edad que sostienen la pesquería, a saber:

EDAD (años)	LONGITUD HORQUILLA PROMEDIO (cm)	
	ESTE ESTUDIO	IFOP
3	28,1	25,1
4	35,4	28,7
5	40,8	31,7
6	44,6	34,7
7	47,6	37,6
8		40,4
9		43,3
10		45,6
11		47,1

## TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....	ii
LISTADO DE FIGURAS .....	iii
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
2.1. Lecturas de marcas hialinas .....	2
2.2. Estimación de la edad .....	4
2.3. Estimación de los parametros de la ecuación general de crecimiento en longitud de von Bertalanffi aplicada a <i>T. s. murphyi</i> .....	7
3. RESULTADOS Y DISCUSION .....	7
4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	19
ANEXO FIGURAS .....	23

## LEYENDAS DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Número de marcas hialinas identificadas en los otolitos de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, distancia promedio ( $\mu\text{m}$ ) y radio promedio a cada edad. La edad ha sido obtenida de Araya et al. (1993a) y se presenta en paréntesis cuadrado.
- Tabla 2. Clave talla-edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, segundo semestre de 1994.
- Tabla 3. Clave talla-edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, primer semestre de 1995.
- Tabla 4. Longitud horquilla promedio (cm) retrocalculada por edad en *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile. No se incluye la edad 8 en los cálculos debido al bajo número de ejemplares.
- Tabla 5. Parámetros de crecimiento la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, estimados mediante longitudes retrocalculadas y edad actual para *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile. Se incluye entre paréntesis el error estándar y los rangos de edad y longitud utilizados en los ajustes.
- Tabla 6. Parámetros de crecimiento en longitud de la ecuación de von Bertalanffy, estimados por diferentes autores en *T. s. murphyi* del Pacífico sur-oriental.
- Tabla 7. Longitudes horquilla estimadas en el presente análisis para *T. s. murphyi* sobre la base de los parámetros de crecimiento de la Tabla 5. Nótese la similitud, desde la edad 3, de las longitudes calculadas.
- Tabla 8. Longitud horquilla promedio por edad y grupo de edad estimadas en *T. s. murphyi* por diferentes autores.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Número de marcas hialinas y distancia a cada marca hialina en los otolitos *sagittae* de *T. s. murphyi*. Nomenclatura: rango: línea vertical; promedio: punto central; una desviación estándar: rectángulo. El número sobre cada barra indica la frecuencia de observaciones.
- Figura 2. Distribución de frecuencia de las distancias a cada marca hialina encontrada en los otolitos *sagittae* de *T. s. murphyi*. La línea gruesa representa la sumatoria de las distribuciones.
- Figura 3. Composición por grupo de edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, obtenida de las claves talla-edad (no de la expansión de la captura), para el segundo semestre de 1994.
- Figura 4. Composición por grupo de edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, obtenida de las claves talla-edad (no de la expansión de la captura), para el semestre de 1995.
- Figura 5. Relación entre el radio del otolito ( $\mu\text{m}$ ) y la longitud horquilla (cm) de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile. La línea representa el ajuste de la función.
- Figura 6. Curva de crecimiento de *T. s. murphyi* ajustada con información de la longitud horquilla retrocalculada.
- Figura 7. Curva de crecimiento de *T. s. murphyi* ajustada con información de edad actual.
- Figura 8. Curvas de crecimiento para *T. s. murphyi* informadas por varios autores. Nomenclatura: líneas negras son resultados de investigadores de diferentes centros de investigación; líneas azules son estimaciones realizadas en este estudio en base a las líneas de crecimiento diario presentes en los otolitos *sagittae*; líneas rojas representan las comunicaciones de investigadores del Instituto de Fomento Pesquero. (1): Kaiser (1973); (2): Aguayo et al. (1981); (3): Abramov & Kotlyar (1981); (4): Dioses (1983); (5): Shevshuk & Chur (1984); (6): Castillo & Arrizaga (1987); (7): Kochkin (1994); (8): Araya et al. (1983a); (9): Alegría et al. (1995), incrementos diarios; (10): Alegría et al. (1995), lectura rutinaria; (11): Alegría et al. (1995), lectura cortes; (12): Cubillos et al. (1995); (13): Presente análisis.

## 1. INTRODUCCION

Se ha demostrado que la asignación en la edad en peces, basado en métodos tradicionales, como por ejemplo la lectura de anillos anuales o semianuales de crecimiento en estructuras óseas (otolitos), puede conducir a la subestimación o sobrestimación de la edad (Wild, 1986; Arruda, 1987; Beamish & McFarlane, 1987), influyendo luego de manera significativa en la descomposición de la estructura de tamaño en estructura de edad, y, posteriormente, arribando a serias diferencias en los estimados de abundancia del stock, tal como ha quedado en evidencia para *T. s. murphyi* al comparar los resultados de las evaluaciones de la abundancia de Böhm et al. (1994) y Arancibia et al. (in press). Estos últimos autores, basados en Araya et al. (1993a), Araya et al. (1993b) y Cubillos & Arancibia (in press), señalan que *T. s. murphyi* es, en promedio, 2 a 3 años más joven que lo informado por Böhm et al. (1994).

Algunas especies del género *Trachurus* presentan un crecimiento particular debido a la presencia de anillos hialinos supernumerarios, esto es, los *annuli* se componen de numerosos anillos hialinos finos, a veces difícilmente distinguibles entre anillos verdaderos o falsos, tal como lo demostró Morales-Nin (1987) para *T. trachurus*, apoyándose también en antecedentes recopilados de la literatura para *T. japonicus* y *T. capensis*.

Arruda (1987) documenta que en los otolitos de *T. trachurus* del Mar Mediterráneo se forman anualmente no sólo uno sino dos anillos hialinos, el primero durante el otoño tardío y el segundo durante el invierno. Una situación similar ocurriría en *T. japonicus*, formándose en el hueso urohial dos anillos hialinos por año (Kim et al., 1969). Macer (1977) también se

refiere a la posibilidad de la formación de más de un anillo hialino y uno opaco cada año en otolitos de *T. trachurus*.

Aunque se ha encontrado algunas dificultades en la interpretación de los anillos hialinos de *T. s. murphyi* en lecturas de otolitos enteros (Araya et al., 1993a; Alegría et al., 1995), ha sido posible distinguir y determinar los primeros años, existiendo cierto consenso entre los autores señalados recién. Sin embargo, en ejemplares de mayor edad, la estructura de los anillos comienza a ser progresivamente menos nítida y la asignación de la edad se torna más difícil o imposible (Araya et al., 1993a). Consecuentemente, tanto la existencia de falsos anillos anuales como las variaciones del aspecto de los anillos sobre las distintas partes de la superficie del otolito pueden originar discrepancias en la determinación de la edad por parte de los diferentes lectores.

En este documento se presenta resultados de la edad y el crecimiento de *T. s. murphyi* basados en: (i) un estudio realizado durante 1993 por la Universidad Arturo Prat a requerimiento del Instituto de Investigación Pesquera (Araya et al., 1993a); y (ii) análisis de otolitos y confección de claves talla-edad para el período de estudio.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. LECTURAS DE MARCAS HIALINAS

Los otolitos provinieron de muestreos rutinarios de *T. s. murphyi* del desembarque industrial que realiza el Instituto de Investigación Pesquera en puertos de la Quinta y Octava

Región. El diseño de muestreo corresponde a un muestreo estratificado doble, considerando los intervalos de tamaño (longitud horquilla) como estrato, un muestreo aleatorio simple de la frecuencia de tallas como primera etapa de muestreo, y un submuestreo estratificado por clase de talla como segunda etapa de muestreo. Bajo un criterio fijo de submuestreo (Chugonova, 1963), se obtuvo 20 pares de otolitos por sexo y por clase de tamaño de 1 cm.

A cada ejemplar muestreado se le extrajo los otolitos *sagittae* y se registró su longitud horquilla (LH; cm) y peso total (g). Los dos otolitos por pez fueron guardados conveniente y cuidadosamente en un mismo sobre de papel, el que contenía solamente un número de registro codificado. Los antecedentes de cada pez fueron registrados en planillas *ad hoc*, las que no estuvieron a disposición del personal técnico, con lo que evita sesgos *a priori* en las lecturas de las marcas hialinas, como puede ocurrir si un lector conoce previamente el tamaño del pez.

En el laboratorio, a cada otolito derecho se le midió el radio máximo con estereomicroscopio graduado; a cada otolito, de una submuestra mensual de aproximadamente 50 otolitos, se le identificó y midió las marcas hialinas mediante las técnicas de observación propuestas por FAO (1982), modificada, y la usada en Chile tanto en *T. s. murphyi* como en otras especies (Pavez & Saa, 1978; Aguayo et al., 1981; Aguayo & Steffens, 1986; Castillo & Arrizaga, 1987).

La lectura de los anillos hialinos se realizó en los otolitos enteros, por la cara externa, previamente hidratados en agua destilada por una hora y luego sumergidos en alcohol 95° sobre un portaobjetos cóncavo, observándolos con luz reflejada sobre fondo oscuro. La fuente luminosa correspondió a haces epiaxiales de luz de fibra óptica. Las observaciones se realizaron en

estereo-microscopio Nikon modelo SMZ-10, a un aumento de 10x, equipado con un ocular micrométrico de 100 divisiones, donde cada división corresponde a 100  $\mu\text{m}$ .

El criterio que se utilizó para discernir la marca hialina que se debía medir consistió en considerar las marcas que estuvieran lo suficientemente claras y posibles de medir, por lo que no necesariamente la marca tiene que rodear completamente al núcleo. De esta forma, se evita a priori qué marca se deberá registrar y contar.

Las mediciones realizadas a cada marca hialina del otolito *sagittae* fueron agrupadas en una distribución de frecuencia con intervalos de tamaños de 100  $\mu\text{m}$ , con el fin de identificar modas y comparar las lecturas de marcas hialinas con las que se obtuvo a través de microincrementos diarios (Araya et al. 1993a). Además, se utilizó el criterio de Junquera et al. (1988) para discriminar entre las distintas marcas hialinas, el que consiste en sumar las lecturas de las distribuciones de frecuencias que presenten la misma moda o al combinarlas.

## 2.2. ESTIMACION DE LA EDAD

La asignación de la edad a cada ejemplar se realizó considerando la metodología y resultados presentados por Araya et al. (1993a) para *T. s. murphyi* de Chile centro-sur; esta metodología fue aplicada también por M. Araya y asociados (Universidad Arturo Prat, Iquique) para *T. s. murphyi* de la zona norte de Chile (ver Alegría et al., 1995), y consiste en la integración de la tasa de crecimiento del otolito basándose en la densidad de los microincrementos diarios (Ralston, 1976; Ralston & Williams, 1988; Smith & Kostlan, 1991), lo que permite estimar

la edad para cada ejemplar a partir del radio máximo de su otolito.

De acuerdo con las recomendaciones de FAO (1982), adoptadas por Araya et al. (1993a) y M. Araya y asociados (ver Alegría et al., 1995), se entiende por **EDAD** del pez al tiempo transcurrido desde su nacimiento y un momento dado posterior. El término **GRUPO DE EDAD** se utiliza para referirse a un número entero de años, de acuerdo con una fecha de nacimiento adoptada de manera arbitraria, que en este caso corresponde al 01 de enero, la que no necesariamente coincidirá con el tiempo biológico de nacimiento, pero que está muy cerca de la fecha más posible, ya que el período de desove poblacional masivo ocurre principalmente entre noviembre/diciembre del año  $t$  y enero del año  $t+1$  (Arancibia et al., in press; Cubillos et al., 1995).

### 3.2.1. ELABORACION DE LAS CLAVES TALLA EDAD

Luego de asignado cada ejemplar de *T. s. murphyi* a un grupo de edad se elaboró claves talla-edad sobre una base de tiempo semestral, por lo que se considera el segundo semestre de 1994 y el primero de 1995, que fueron los que abarcó el proyecto de investigación. Los peces fueron clasificados a la clase de tamaño respectiva mediante una rutina elaborada en una planilla electrónica de cálculo, la que entrega la probabilidad de cada grupo de edad para una clase de tamaño.

### 3.2.2. RETROCALCULO DE LONGITUDES A EDADES PRETERITAS

El retrocálculo es una técnica que se utiliza principalmente para estimar la longitud de los peces a edades tempranas cuando no se tiene ejemplares jóvenes en la muestra, como

ocurre en el caso de *T. s. murphyi* en la unidad de pesquería V a IX Regiones. La estimación de la longitud promedio que habrían tenido los peces a una edad determinada se realizó con la metodología indicada en Francis (1990); en este caso, la edad  $i$  para el pez de tamaño  $j$  ( $LH_{ij}$ ) está dada por:

$$LH_{ij} = g(R_{ij}) * \left( \frac{LH_{cj}}{g(R_{cj})} \right)$$

donde:  $g(R)$  es la función de regresión estimada para predecir la longitud desde el radio del otolito;  $LH_{cj}$  es longitud del pez  $j$  al momento de la captura. Esta expresión de retrocálculo corrige la desviación entre la longitud que se estima a través del modelo de regresión y la longitud actual al momento de la captura.

Para cada ejemplar de *T. s. murphyi* en la muestra se sigue los siguientes pasos:

- a) estimación de la longitud promedio para el individuo  $j$  con radio  $R_c$  desde la función  $g(R)$ ;
- b) cálculo del coeficiente entre la longitud de captura ( $LH_c$ ) y la longitud promedio, estimada en (a);
- c) estimación de la longitud promedio al momento de tener un tamaño de radio correspondiente a la edad  $i$ , mediante la función  $g(R)$ ;
- d) ajuste de la longitud estimada en (c) por el coeficiente estimado en (b).

### 3.3. ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE LA ECUACION GENERAL DE CRECIMIENTO EN LONGITUD DE VON BERTALANFFI APLICADA A *T. s. murphyi*

El crecimiento en longitud de *T. s. murphyi* es descrito con el modelo general de crecimiento en longitud de von Bertalanffy, cuya expresión es la siguiente:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

donde  $L_{\infty}$  es la longitud asintótica promedio (cm);  $K$  es el coeficiente de crecimiento ( $\text{edad}^{-1}$ );  $t_0$  es la edad hipotética del pez (años) cuando su longitud es cero;  $L_t$  es la longitud horquilla promedio (cm) a la edad "t" (años).

Los parámetros de crecimiento en longitud fueron estimados considerando (1) la edad y longitud de cada individuo en la muestra y (2) la longitud promedio retrocalculada por edad. Se aplicó procedimientos de ajustes no lineales, utilizando el algoritmo de Marquardt.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

A través de las lecturas de las marcas hialinas de los otolitos se identificó 17 marcas en total, siendo las menos representadas aquellas que se encuentran a radios mayores (Fig. 1). El número de marcas en función de la distancia a cada marca hialina es, en general, de tipo lineal, al menos

Estas marcas hasta la marca número 13. Estas marcas no representan necesariamente la edad de los individuos, ya que entre ellas se encuentran tanto anillos verdaderos como falsos, los que podrían formarse por eventos biológicos como desoves, migraciones u otros, aunque no se ha indagado en estas posibles relaciones causa-efecto en *T. s. murphyi*.

La edad retrocalculada para *T. s. murphyi* por Araya et al. (1993a) coincide con las marcas hialinas número 1, 5, 9, 11, 13 y 16 detectadas en el presente estudio (Tabla 1), lo que se interpreta como que éstas corresponden a "verdaderos" anillos anuales, y que aparecen bien representados en la distribución de frecuencias de la distancia a cada marca hialinas (Fig. 2).

Tabla 1. Número de marcas hialinas identificadas en los otolitos de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, distancia promedio ( $\mu\text{m}$ ) y radio promedio a cada edad. La edad ha sido obtenida de Araya et al. (1993a) y se presenta en paréntesis cuadrado.

NUMERO MARCAS HIALINAS	DISTANCIA PROMEDIO ( $\mu\text{m}$ )	RADIO PROMEDIO POR EDAD ( $\mu\text{m}$ )
1	980	1035 [1]
2	1365	
3	1679	
4	1990	
5	2317	2400 [2]
6	2643	
7	2957	
8	3269	
9	3581	3500 [3]
10	3883	
11	4150	4220 [4]
12	4444	
13	4667	4745 [5]
14	4843	
15	4983	
16	5186	5180 [6]
17	5400	5555 [7]
		5890 [8]

Las claves talla-edad fueron elaboradas para el segundo semestre de 1994 (Tabla 2) y primero de 1995 (Tabla 3). La distribución de tallas fue entre 23 y 53 cm de LH para el segundo semestre de 1994, y entre 22 y 53 cm LH para el primer semestre de 1995. Un análisis de las claves talla-edad expandidas a la captura señala que la composición de edad se presentó bastante regular en su forma en el segundo semestre de 1994 (Fig. 3) y primero de 1995 (Fig. 4), aunque con una diferente representación numérica. Los grupos de edad que sostienen las capturas de *T. s. murphyi* corresponden a III, IV y V, con la moda en el grupo de edad IV.

Las claves talla-edad de los dos semestres abarcados en este estudio no pueden ser combinadas debido a que en la asignación del grupo de edad se ha supuesto como fecha de nacimiento el 01 de enero de cada año. En consecuencia, los individuos que se presentan en el grupo de edad III en 1994, corresponderán en 1995 al grupo de edad IV.

Para retrocalcular las longitud del pez a edades pretéritas, el mejor ajuste entre el radio otolito (RO;  $\mu\text{m}$ ) y la longitud horquilla (LH; cm) es de tipo potencial (Fig. 5;  $r^2=0,636$ ), cuya expresión es la siguiente:

$$LH = 0,0013 * RO^{1,2212}$$

Tabla 2. Clave talla-edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, segundo semestre de 1994.

Long. Horq. (cm)	GRUPOS DE EDAD							
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
22								
23								
24				1				
25				2				
26			2	12				
27			1	17	1			
28				30	3			
29				32	8			
30				27	16			
31				31	18			
32				24	32	1		
33				27	31	2		
34				15	40	4		
35				12	42	7		
36				8	35	8		
37				4	36	17		
38				5	35	17	1	
39				3	29	26	2	
40				1	24	28	4	
41					25	29	6	
42					21	25	8	
43					19	22	13	
44					10	27	10	
45					8	12	12	2
46					5	13	9	3
47					2	16	7	2
48						8	10	2
49						8	3	3
50						7	4	4
51						2	3	1
52							3	
53							2	1
TOTAL			3	251	440	279	97	18

Tabla 3. Clave talla-edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, primer semestre de 1995.

Long. Horq. (cm)	GRUPOS DE EDAD									
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
22				9						
23				19						
24				33	6					
25				48	10					
26				41	12					
27				22	32					
28				11	60					
29				18	71					
30				17	69	5				
31				4	85	6				
32				4	100	9				
33				4	71	23				
34				4	66	14				
35				3	43	17				
36					32	11				
37					20	28				
38					15	15				
39					10	21				
40					8	16	6			
41					9	14	4			
42					13	14	12			
43					8	31	19	3		
44					8	22	13	2		
45					5	21	17	4		
46						19	21	4	1	
47						11	15	5	1	
48						8	10	4		
49						9	7	5		
50						2	8	12		
51						4	4	21		
52							2			1
53										1
TOTAL				237	753	320	138	41	2	2

La longitud promedio retrocalculada por edad para *T. s. murphyi*, de la edad 1 a la 7, son presentadas en la Tabla 4.

Se considera en este estudio que las longitudes retrocalculadas para la edad 1 y 2 pueden estar subestimadas debido a que no se encontró individuos de menos de 20 cm de LH en las capturas. Estos resultados cobran especial relevancia, toda vez que Francis (1990) y Araya & Martínez (1995) señalan la necesidad de validar las longitudes promedios retrocalculadas para cada stock en estudio, debido a que desconoce la relación entre el radio del otolito y la longitud del pez.

Tabla 4. Longitud horquilla promedio (cm) retrocalculada para *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile. No se incluyen la edad 8 en los cálculos por haber un bajo número de ejemplares.

EDAD (años)	N° DE PECES	LONG. PROM. CAPTURA	D.E.	LONGITUD PROMEDIO RETROCALCULADAS POR EDAD							
				1	2	3	4	5	6	7	
3	313	31,5	3,57	6,3	17,5	27,8					
4	411	37,4	4,33	6,4	17,8	28,3	35,5				
5	266	41,8	4,05	6,4	17,9	28,3	35,6	41,1			
6	85	45,0	3,59	6,3	17,6	27,9	35,0	40,4	45,0		
7	32	47,1	3,02	6,1	17,1	27,1	34,0	39,3	43,7	47,6	
LONG. PROM. RETROCALCULADA				6,3	17,7	28,1	35,4	40,8	44,6	47,6	
DESVIACION ESTANDAR				0,64	1,78	2,83	3,43	3,74	3,64	3,51	
N				1107	1107	1107	794	383	117	32	

El ajuste de la información de edad y longitud retrocalculada a la ecuación de crecimiento en longitud de von Bertalanffy para *T. s. murphyi* del presente estudio (Tabla 5) arroja parámetros que difieren de los estimados en otros estudios (Tabla 6), aunque las longitudes calculadas por edad son concordantes (Tabla 7; Fig. 6), excepto para la edad 1 y 2, especialmente con las de Araya et al. (1993a), Dioses (1983), Cubillos et al. (1995) y M. Araya y asociados (en Alegría et al., 1995).

Tabla 5. Parámetros de crecimiento de la ecuación de crecimiento von Bertalanffy, estimados mediante longitudes retrocalculadas y edad actual para *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile. Se incluye entre paréntesis el error estándar y los rangos de edad y longitud utilizados en los ajustes.

	$L_{\infty}$	K	$t_0$	n	RANGO EDAD (años)	RANGO LH (cm)
LONG. RETROCALC	57,6 (1,481)	0,28 (0,016)	0,605 (0,041)	7	1-7	6,3-47,6
EDAD ACTUAL	56,0 (2,530)	0,31 (0,046)	0,810 (0,215)	1107	3-7	23,0-53,0

Tabla 6. Parámetros de crecimiento en longitud de la ecuación de von Bertalanffy, estimados por diferentes autores en *T. s. murphyi* del Pacífico sur-oriental.

AUTORES	$L_{\infty}$ (cm)	K (años <sup>-1</sup> )	$t_0$	ZONA
KAISER (1973)	70,1	0,184	-0,341	Antof.-Coquimbo-Valparaíso.
PAVEZ & SAA (1978)	106,3	0,109	-0,877	Valparaíso
AGUAYO et al. (1981)	45,5	0,183	-0,675	Talcahuano
ABRAMOV & KOTLYAR (1981)	72,5	0,093	-2,233	Perú
DIOSES (1983)	79,2	0,150	-0,280	Perú
SHEVSHUK & CHUR (1984)	90,4	0,115	-1,429	8° a 50° Lat. S
CASTILLO & ARRIZAGA (1987)	65,2	0,074	-2,410	Talcahuano
SHCHERBITHCH (1991)	91,2	0,091	-1,583	
KOCHKIN (1994)	74,2	0,111	-0,811	33° a 39° Lat. S
ARAYA et al. (1993)	59,0	0,250	0,309	Talcahuano
ALEGRIA et al. (1995)				
Incrementos diarios	78,5	0,154	-0,098	Zona Norte
Lectura rutinaria	53,3	0,111	-1,797	Zona Norte
Lectura cortes	46,4	0,184	-0,945	Zona Norte
CUBILLOS et al. (1995)	75,3	0,144	0,170	Oc. Pacífico
ESTE ESTUDIO				
Retrocálculo	57,6	0,280	0,605	Talcahuano
Edad actual	56,0	0,310	0,810	Talcahuano

Un resumen de la longitud horquilla promedio por grupo de edad estimada por diferentes investigadores se presenta en la Tabla 8. Una situación similar se presenta al realizar el ajuste con información a edad actual; al no tener representados a individuos jóvenes en las capturas, los parámetros  $K$  y  $t_0$  tienden a ser sobreestimados (Fig. 7; Tabla 5). Las longitudes calculadas desde la edad 3 tienden a ser concordantes con las estimaciones sobre la base del retrocálculo (ver Tabla 7).

Tabla 7. Longitudes horquilla estimadas en el presente análisis para *T. s. murphyi*, sobre la base de los parámetros de crecimiento de la Tabla 5. Nótese la similitud, desde la edad 3, de las longitudes calculadas.

EDAD	LH CALC. RETROC.	LH CALC. EDAD ACTUAL
1	6,0	
2	18,5	
3	27,9	27,8
4	35,1	35,4
5	40,5	40,9
6	44,7	45,0
7	47,8	48,0
8	50,2	50,2

La comparación de curvas de crecimiento informadas para *T. s. murphyi* muestra que existen fuertes discrepancias en las longitudes promedio calculadas por edad entre los diferentes estudios (Fig. 8; Tabla 8). Estas diferencias se pueden deber a:

- i) Confusión en los conceptos y ajuste de la información, como por ejemplo, no diferenciar entre edad y grupo de edad. Cuando se trabaja con edad, se debe considerar la edad absoluta de los organismos, mientras que el grupo de edad corresponde a una edad relativa y con esta última información no es posible estimar el valor de  $t_0$ ,

parámetro de ubicación de la curva en el eje del tiempo (Pauly, 1984). En el caso de la determinación de  $t_0$ , en *T. s. murphyi*, Pavez & Saa (1978) y Shcherbitch (1991) trabajaron con "grupo de edad". Kochkin (1994) hace la distinción y entrega las longitudes promedios para grupo de edad y edad.

- ii) Interpretación errada de los anillos anuales presentes en los otolitos. Según los resultados de Araya et al. (1993a), quienes emplearon la técnica de lectura de los microincrementos diarios de crecimiento, el primer anillo anual en los otolitos del jurel de la zona centro-sur de Chile se formaría alrededor de los 1035  $\mu\text{m}$ , distancia que difiere de la informada en o calculada para otros estudios. En efecto, los resultados de Aguayo et al. (1981), reanalizados en el presente estudio, generan un valor de 2125  $\mu\text{m}$ ; los de Castillo & Arrizaga (1987), un valor de 2070  $\mu\text{m}$ ; los de Kaiser (1973), un valor de 1500  $\mu\text{m}$ ; y los de Kochkin (1994), un valor de 2330  $\mu\text{m}$ .
- iii) El método de retrocálculo utilizado en algunos estudios puede no ser el adecuado. En efecto, Kaiser (1973) empleó el análisis de regresión para estimar la longitud para los grupos de edad I, II y III, aunque para los grupos de edad IV a VI empleó análisis de frecuencia de longitud y, por último, para los grupos de edad VII a XI utilizó el método de Walford. Por otro lado, Abramov & Kotlyar (1981) no especificaron el método de retrocálculo. Aguayo et al. (1981) y Castillo & Arrizaga (1987) utilizaron análisis de regresión para estimar la longitud promedio de un pez a cualquier radio del otolito, método que no es recomendado (Carlander, 1981), ya que no toma en cuenta la proporcionalidad entre el radio y la longitud del pez en el crecimiento.

Tabla 8. Longitudes horquilla promedio por edad y grupo de edad estimadas en *T. s. murphyi* por diferentes autores.

GRUPO DE EDAD	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(12)	(12)	(13)	
EDAD	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	c	d	d	
O		9,7						8,2		13,5						
I	1	17,5	19,6	12,4	19,2	13,8	19,3	14,6	18,3	13,5	19,0	9,4	12,2	14,3	14,0	11,7
II	2	25,0	28,6	17,5	23,4	22,9	27,0	18,2	25,9	19,9	24,2	20,3	21,7	18,4	19,4	20,2
III	3	33,0	36,6	21,9	28,0	30,8	32,2	21,5	31,5	25,6	29,3	28,9	29,8	22,1	23,9	27,6
IV	4	40,5	43,8	25,6	30,8	37,5	40,4	24,7	36,7	30,7	33,7	35,6	36,7	25,4	27,7	34,0
V	5	47,0	50,2	28,7	35,6	43,3	45,5	27,6	41,2	35,3	39,2	40,8	42,7	28,4	30,9	39,5
VI	6	51,0	56,0	31,4	38,7	48,3	51,1	30,3	45,0	39,4	41,9	44,8		31,0	33,5	44,3
VII	7	55,5	61,2	33,6	41,3	52,6	54,8	32,7	49,1	43,0	44,8	47,9		33,4	35,6	48,5
VIII	8	59,1		35,5	44,8	56,3	58,0	35,1	52,5	46,3	47,1	50,4		35,5	37,5	52,1
IX	9	61,5		37,1	47,7	59,5		37,2	56,3	49,2	50,8		37,4			55,2
X	10	63,5		38,4	49,6	62,2		39,2	60,2	51,9	53,0		39,1			57,9
	11	64,0			51,8	64,6	41,1						40,6			60,2
	12	65,8			53,0	66,6							42,0			62,2
	13				53,4	68,4										64,0
	14				56,1	69,9										65,5
	15				58,5	71,2										66,8

(a) Longitudes promedio por grupo de edad.

(1) KAISER (1973); (2) PAVEZ & SAA (1978); (3) AGUAYO et al. (1981); (4) ABRAMOV & KOTLYAR (1981)  
 (5) DIOSSES (1983); (6) SHEVSHUK & CHUR (1984); (7) CASTILLO & ARRIZAGA (1987); (8) SHCHERBITHCH (1991);  
 (9) y (10) KOCHKIN (1994); (11) ARAYA et al. (1983a); (12) ALEGRIA et al. (1995) (b) Incrementos diarios,  
 (c) Lectura rutinaria y (d) Lectura cortes; (13) CUBILLOS et al. (1995).

Aunque el modelo de crecimiento en longitud de von Bertalanffy ha sido utilizado históricamente para representar el crecimiento en peces, éste presenta algunas desventajas; por ejemplo, no describe bien el crecimiento temprano, como lo hace el modelo de Gompertz (Zweifel & Lasker, 1976) y no considera el crecimiento estacional o en dos fases (Soriano et al., 1992).

La metodología de lectura de los microincrementos diarios de crecimiento en *T. s. murphyi* permite reconstruir el crecimiento promedio de los individuos a lo largo de su vida. Araya et al. (1993a) señalan un crecimiento del jurel que no sigue siempre el modelo de crecimiento en longitud de von Bertalanffy. En efecto, en los primeros años se observa un crecimiento tipo logístico y luego un cambio en la tasa de crecimiento, lo que podría estar asociado a procesos fisiológicos como la madurez sexual o bien a migraciones, entre algunos.

A pesar de las diferencias que se encuentran en las estimaciones del crecimiento en longitud de *T. s. murphyi*, se puede distinguir dos tendencias (Fig. 8). En el primer grupo de trabajos (Kaiser, 1973; Abramov & Kotlyar, 1981; Dioses, 1983; Shevshuk & Chur, 1984; Shcherbithch, 1991; Kochkin, 1992; Araya et al., 1983a; M. Araya y asociados, en Alegría et al., 1995; Cubillos et al., 1995; presente estudio) los resultados estarían estimando de mejor manera la longitud horquilla promedio a la edad con respecto al segundo grupo de trabajos (Aguayo et al., 1981; Castillo & Arrizaga, 1987; Alegría et al., 1995).

Los antecedentes de estudios previos y los resultados del presente estudio permiten postular que las estimaciones del crecimiento de *T. s. murphyi* y la confección de la claves

talla-edad que se realizan actualmente mediante la lectura de marcas hialinas son incorrectas debido a una subestimación del crecimiento en longitud por interpretaciones erróneas de las marcas hialinas de crecimiento.

## 4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abramov, A.A. & A.N. Kotlyar. 1981. Some biological features of the peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. J. Ichth. 20(1): 25-31.
- Alegría, V., J. Oliva, H. Robotham, H. Miranda, G. Böhm, L. Caballero, D. Bore, U. Parker, V. Baros, S. Peña, G. Claramunt, G. Herrera, C. Padilla, P. Pizarro, M. Medina, H. Arancibia, M. Araya, L. Cubillos, R. Gili, D. Garland, H. Hidalgo & M. Oliva. 1995. Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona norte (Regiones I y II). Informe Final Fondo de Investigación Pesquera. Instituto de Fomento pesquero. 221 pp. + Tablas y Figuras.
- Aguayo, M., A. Estay & V. Ojeda. 1981. Determinación de edad y crecimiento de jurel (*Trachurus murphyi*) en las zonas de Arica - Coquimbo y Talcahuano. Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 88 p.
- Aguayo, M. & H. Steffens. 1986. Edad y crecimiento de *Scomber japonicus* del Norte de Chile. Invest. Pesq. (Chile) 33: 61-76.
- Arancibia, H., L. Cubillos, A. Grechina, D. Arcos y L. Vilugrón. The fishery of horse mackerel (*Trachurus symmetricus murphyi*) in the south Pacific Ocean, with notes on the fishery off central-southern Chile. *Sciencia Marina* (en prensa).
- Araya, M., M. Medina & H. Arancibia. 1993a. Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* de la zona centro-sur de Chile mediante el método de lectura de los microincrementos diarios de los otolitos y confección de claves talla/edad. Informe final. Ejecutado por el Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat. Financiado por el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región. 40 p. + 24 figs. + 15 tablas.
- Araya, M., M. Medina, H. Arancibia, L. Cubillos & L. Vilugrón. 1993b. Determinación de la edad mediante la densidad de los microincrementos de crecimiento diario en otolitos *sagittae* de *Trachurus symmetricus murphyi* de la zona centro-sur de Chile. En: "La Pesquería del Recurso Jurel: Presente y Futuro", Resumen de Seminario-Taller. Concepción 26 y 27 de octubre de 1993. Instituto de Investigación Pesquera e Instituto de Fomento Pesquero.
- Araya, M. & L. Martínez. 1995. Uso del retrocálculo en estudios de edad y crecimiento en peces. Trabajo presentado en las XV Jornadas de Ciencias del Mar, Coquimbo, Mayo de 1995.

- Arruda, L.M. 1987. On the annual cycle of ring formation in horse mackerel, *Thachurus trachurus*, otoliths off Portugal and its implication on age determination. Proc. V Congr. europ. Ichthyol, Stockholm 1985: 229-232.
- Beamish, R.J. & G.A. McFarlane. 1987. Currents trends in age determination methodology. Pages 15-42. In. R.C. Summerfelt and G.E. Hall, editors. Age and growth of fish. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Böhm, G., L. Caballero, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo, R. Serra & M. Nilo. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales. Pesquerías pelágicas zona centro sur 1993. Estado de situación y perspectivas del recurso. Instituto de Fomento Pesquero. SGI/IFOP 94/6. 57 p.
- Carlander, K.D. 1981. Caution on the use of the regression method of back-calculating length from scales measurements. Fisheries 6: 2-4.
- Castillo, G., & A. Arizaga. 1987. Edad y crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) en aguas de Chile Central. Biol. Pesq. 16: 19-33.
- Chugonova, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. National Science Foundation, Washington D.C., Israel Program for Scientific Traslations. Jerusalem. 132 p.
- Cubillos, L., H. Arancibia, A.S. Grechina & R. Alarcón. 1995. Crecimiento del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) , del Pacífico Suroriental mediante análisis de regresión model. doc. Téc Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4 Núm. 4, 22 p.
- Cubillos, L. & H. Arancibia. (in press). Comparative growth performance of horse mackerel of the genus *Trachurus*, with emphasis on *T. symmetricus murphyi* in Chile. Scientia Marina.
- Dioses, R.T. 1983. Determinación de la edad y el crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* N. Taller de Dinámica de Poblaciones, Guayaquil-Ecuador 5-17 de diciembre, 1983. IMARPE. En: "OLDEPESCA /SELA 1986, Bases Biológicas y Marco Conceptual para el Manejo de los Recursos Pelágicos en el Pacífico Suroriental. Publicación sobre los resultados del Proyecto Regional de Evaluación de los Recursos Sardina, Jurel y Caballa en el Pacífico Suroriental, ejecutado por Ecuador, Perú y Chile, con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo BID. Edición coordinada por O.A. Mathisen e I. Tsukayama. OLDEPESCA. Documento de pesca 1, 196 pp."

- FAO. 1982. Report of the technical consultation on the methodologies used for age-reading. FAO Fish. Rep., 257: 104p.
- Francis, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. J. Fish. Biol. 36: 883-902.
- Junquera, S., C. Porteiro & P.H. Moguelet. 1988. Contribution to the interpretation of the ring distribution pattern of horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) otoliths. ICES C.M. 1988/H:25, 13 pp.
- Kaiser, C.E. 1973. Age and growth of the horse mackerel *Trachurus murphyi* off Chile. Trans. Am. Fish. Society, 102 (3): 591-595.
- Kochkin, P.N. 1994. Age determination and estimate of growth for the peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Journal of Ichthyology, 34(3): 39-50.
- Kim, W.S., Y. Hiyama & Y. Nose. 1969. Age and racial studies of japanese jack mackerel-I. Age and growth as determined by urohyal. Bull., Jap. Soc. Sci. Fish., 36: 178-186.
- Macer, C.T. 1977. Some aspects of the biology of the horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) in water around Britain. J. Fish. Bio., 10: 51-62.
- Morales-Nin, B. 1987. Métodos de determinación de la edad en los osteictes en base a estructuras de crecimiento. Inf. Técn. Inv. Pesq. 143: 3-30.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamical and tropical waters: A manual for use with programmable calculators. International Center for living aquatic resources management. Manila, Philippines. 323 p.
- Pavez, P. & E. Saa. 1978. Determinación de edad y crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* Nichols, 1920. Investigaciones Marinas 6 (6): 89-100.
- Ralston, S. 1976. Age determination of a tropical reef butterflyfish utilizing daily growth rings of otoliths. Fish. Bull., U.S. 74: 990-994.
- Ralston, S. & Williams. 1989. Numerical integration of daily growth increments: An efficient means of ageing tropical fishes for stock assesement. Fish. Bull., U.S. 87: 1-16.
- Shcherbitch, L.V. 1991. Fishery-ecological researches in the South Pacific Ocean. Trudy AtlantNIRO: 35-53. (en ruso).

Shevshuk, L.V. & V.N. Chur. 1984. A method for determining the age of the jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) in the southeastern part of the Pacific Ocean. *Voprosy Ijtiologii* 19(2): 97-106. (en ruso).

Smith, K. & E. Kostlan. 1991. Estimates of age and growth of ehu *Etelis carbunculus* in four regions of the pacific from density of daily increments in otoliths. *Fish. Bull., U.S.* 89: 461-472.

Soriano, M., J. Moreau, J.M. Hoening & D. Pauly. 1992. New functions for the analysis of two-phase growth of juvenile and adult fishes, with application to nile perch. *Trans. Am. Fish. Sci.* 121: 486-493.

Wild, A. 1986. growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Eastern Pacific Ocean based on otolith increment. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 18(6): 422-482.

Zweifel, J.R. & R. Lasker. 1976. Prehatch and posthatch growth of fishes-a general model. *Fish. Bull., U.S.* 74: 609-621.

ANEXO FIGURAS



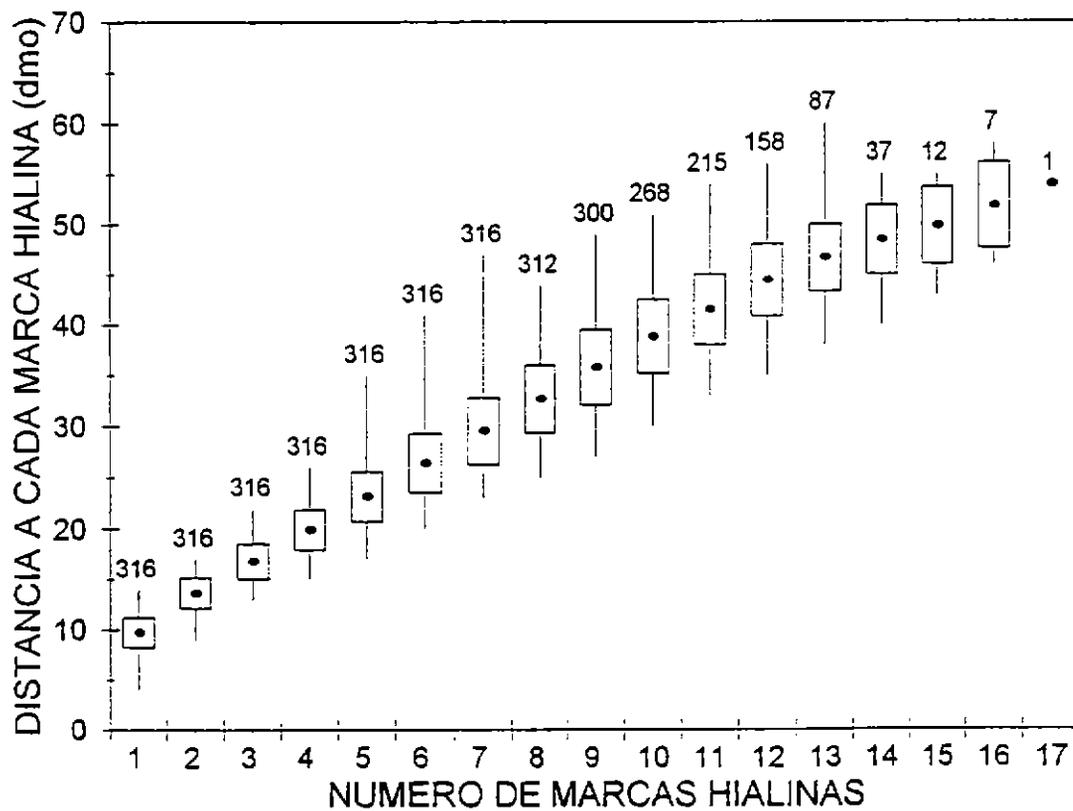


Figura 1. Número de marcas hialinas y distancia a cada marca hialina en los otolitos *sagittae* de *T. s. murphyi*. Nomenclatura: rango: línea vertical; promedio: punto central; una desviación estándar: rectángulo. El número sobre cada barra indica la frecuencia de observaciones.

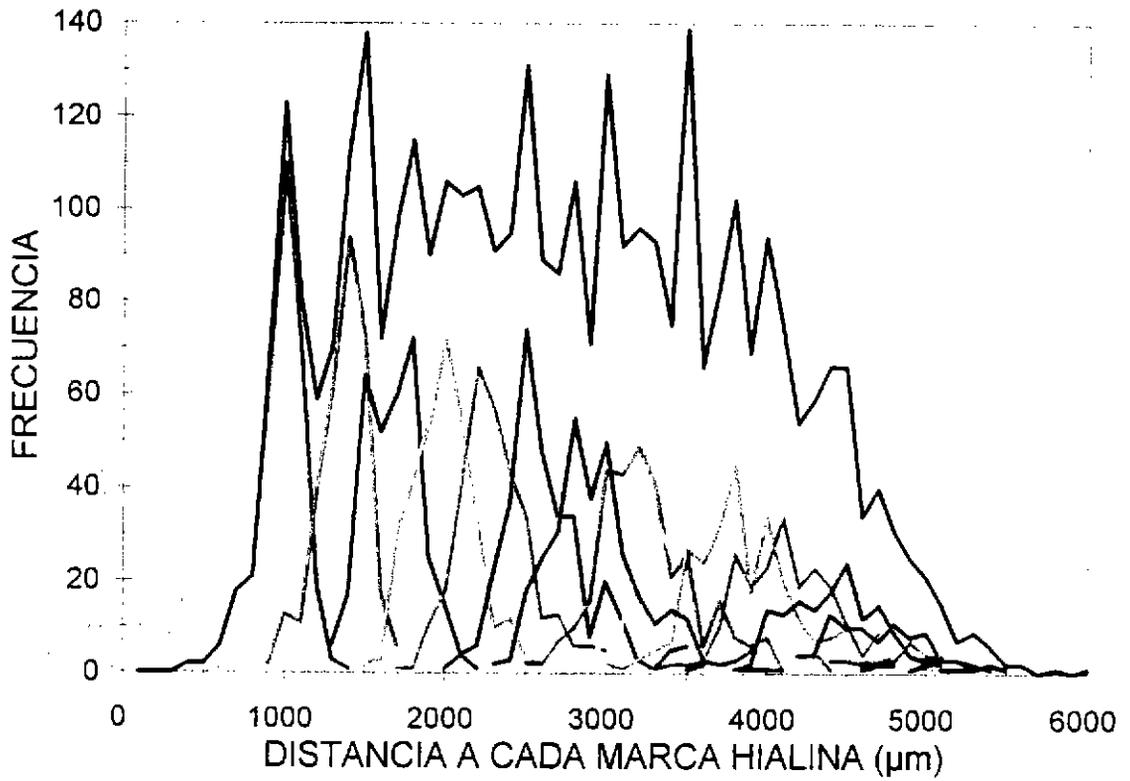


Figura 2. Distribución de frecuencia de las distancias a cada marca hialina encontrada en los otolitos *sagittae* de *T. s. murphyi*. La línea gruesa representa la sumatoria de las distribuciones.

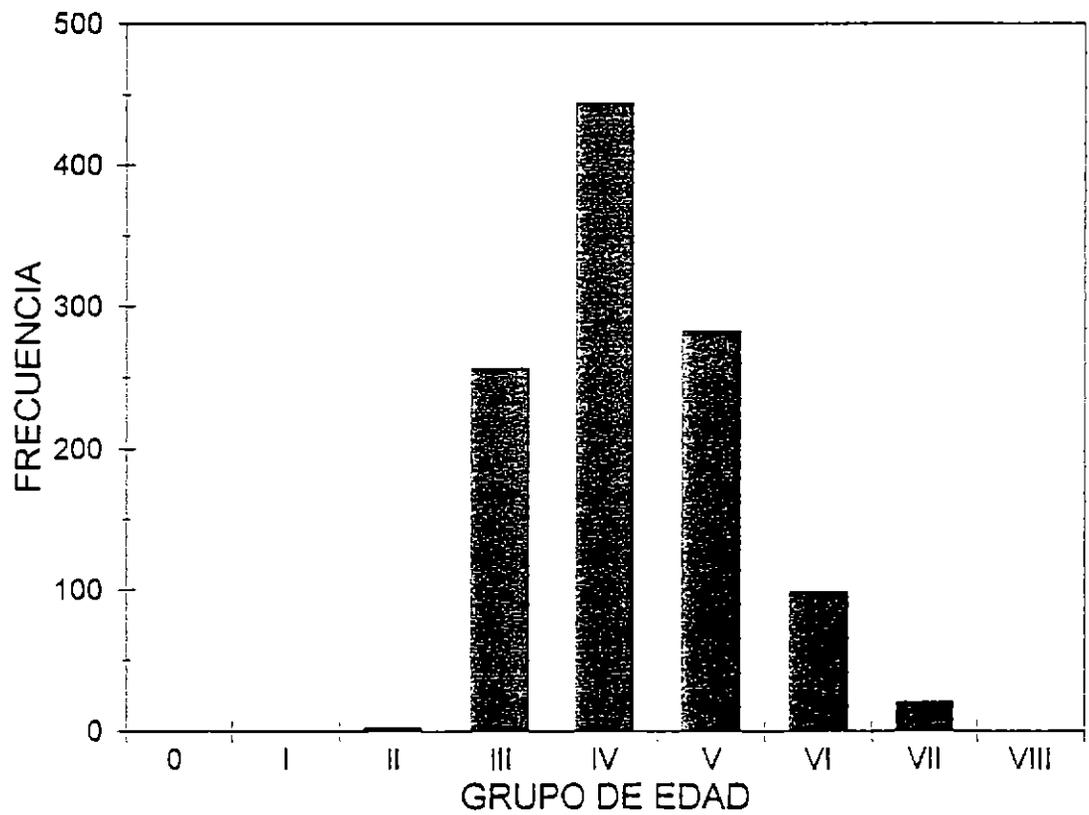


Figura 3. Composición por grupo de edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, obtenida de las claves talla-edad (no de la expansión de la captura), para el segundo semestre de 1994.

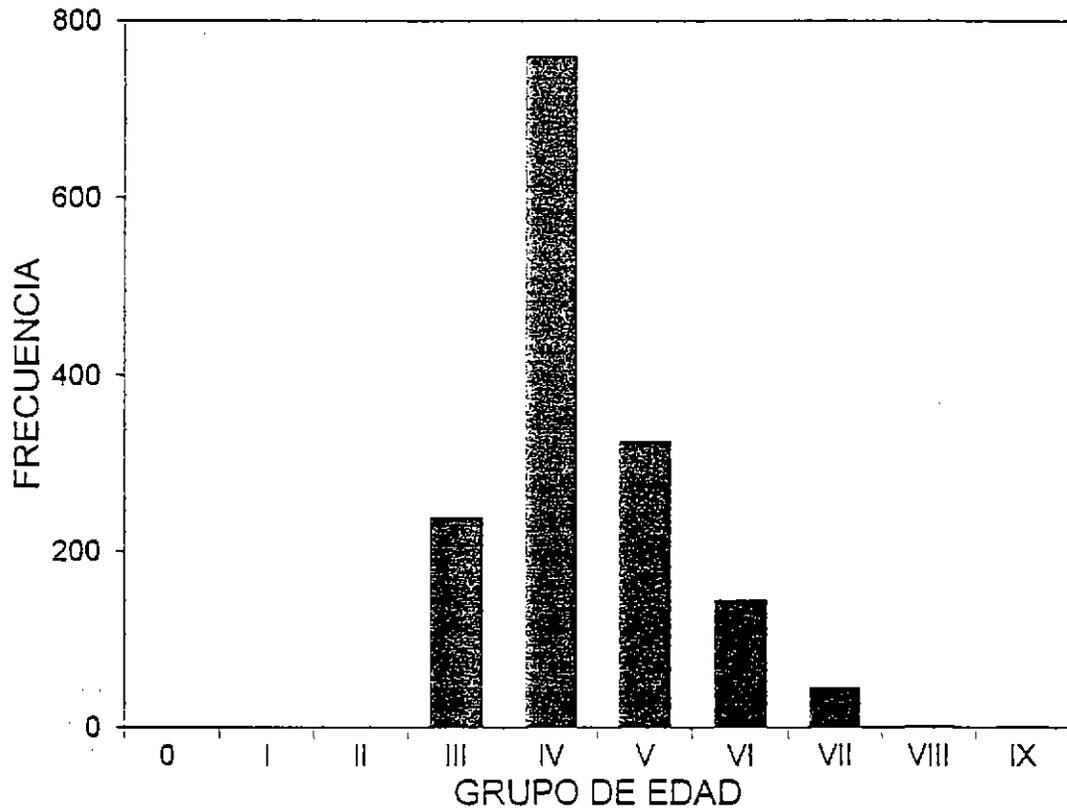


Figura 4. Composición por grupo de edad de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile, obtenida de las claves talla-edad (no de la expansión de la captura), para el semestre de 1995.

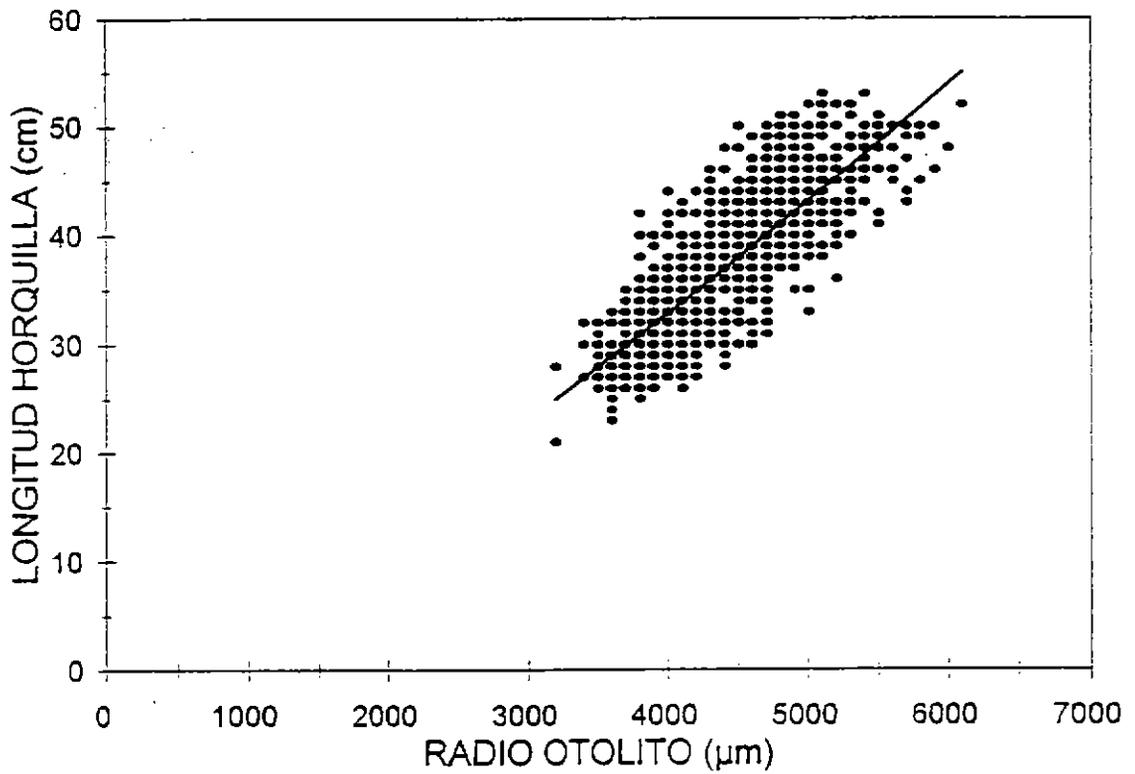


Figura 5. Relación entre el radio del otolito ( $\mu\text{m}$ ) y la longitud horquilla (cm) de *T. s. murphyi* de la zona centro-sur de Chile. La línea representa el ajuste de la función.

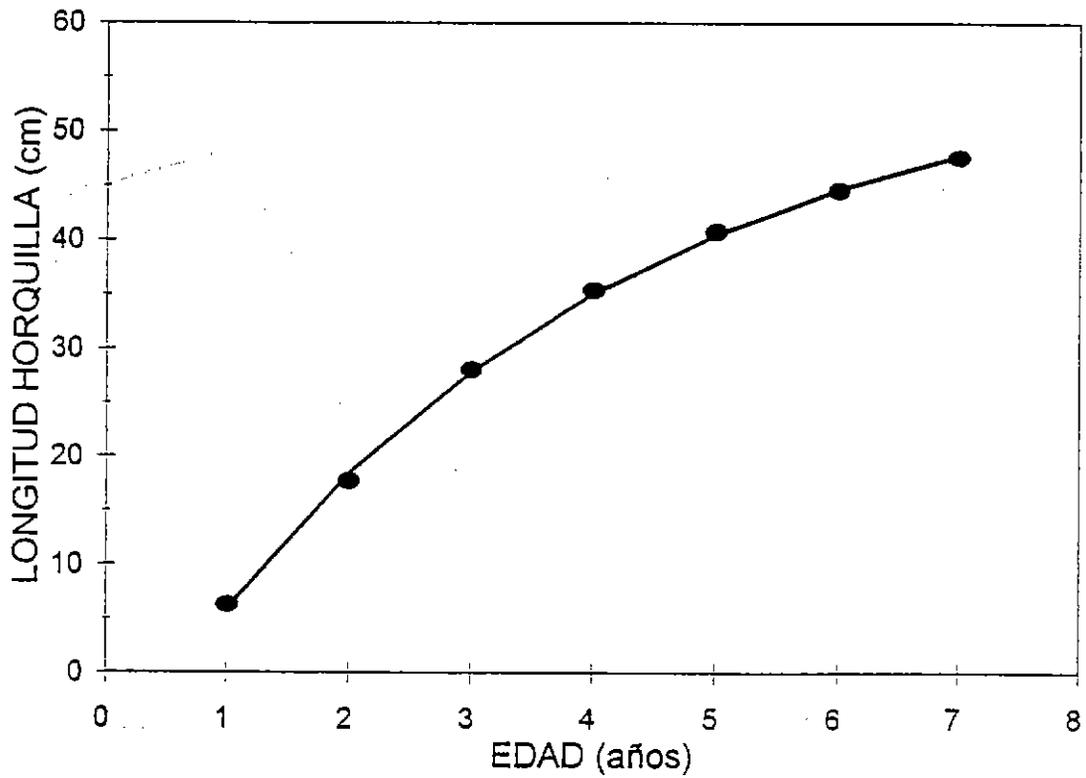


Figura 6.. Curva de crecimiento de *T. s. murphyi* ajustada con información de la longitud horquilla retrocalculada.

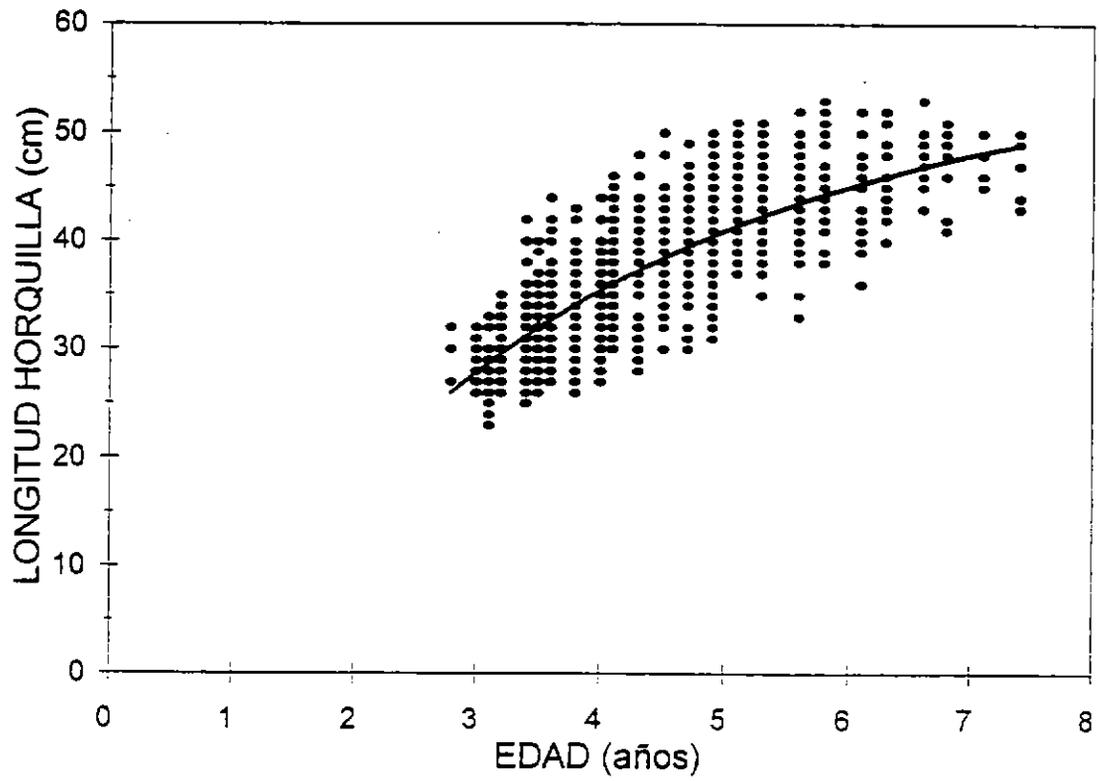


Figura 7. Curva de crecimiento de *T. s. murphyi* ajustada con información de edad actual.

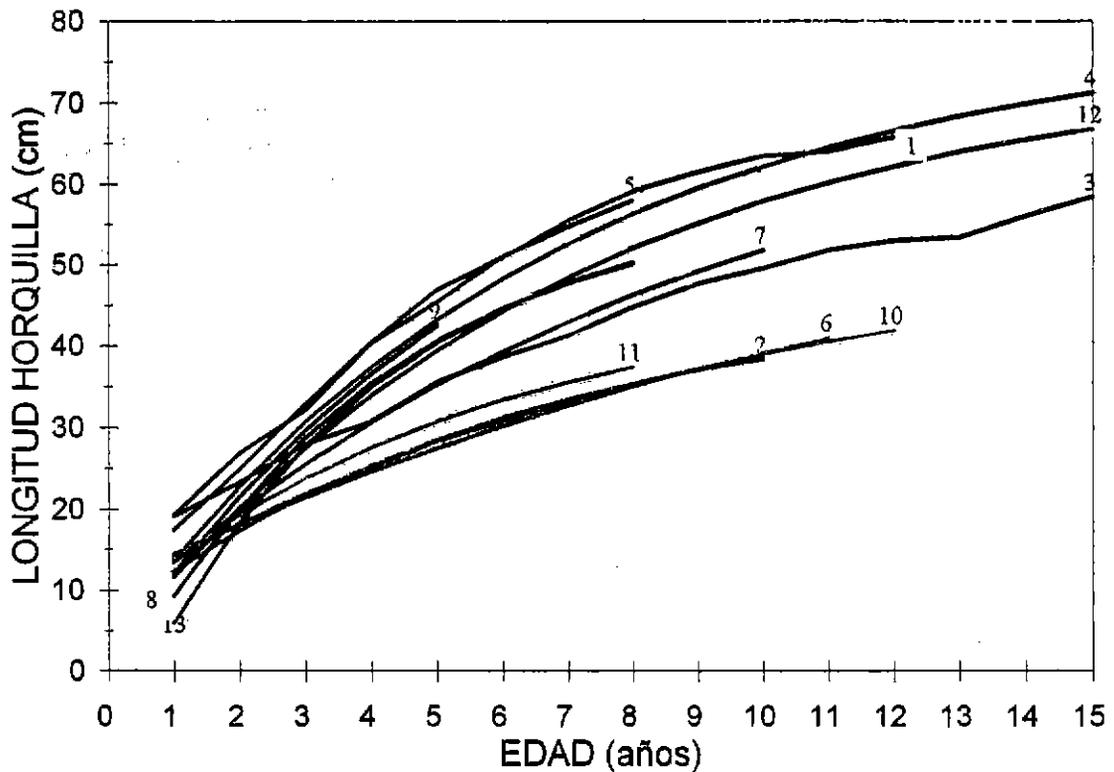


Figura 8. Curvas de crecimiento para *T. s. murphyi* informadas por varios autores. Nomenclatura: líneas negras son resultados de investigadores de diferentes centros de investigación; líneas azules son estimaciones realizadas en este estudio en base a las líneas de crecimiento diario presentes en los otolitos *sagittae*; líneas rojas representan las comunicaciones de investigadores del Instituto de Fomento Pesquero. (1): Kaiser (1973); (2): Aguayo et al. (1981); (3): Abramov & Kotlyar (1981); (4): Dioses (1983); (5): Shevshuk & Chur (1984); (6): Castillo & Arrizaga (1987); (7): Kochkin (1994); (8): Araya et al. (1983a); (9): Alegría et al. (1995), incrementos diarios; (10): Alegría et al. (1995), lectura rutinaria; (11): Alegría et al. (1995), lectura cortes; (12): Cubillos et al. (1995); (13): Presente análisis.



## **CAPITULO 7**

Identificación de unidades ecológicas poblacionales del jurel  
mediante el análisis de la carga de parásitos y  
de la morfometría.

**Sección Fauna de parásitos**

## RESUMEN EJECUTIVO

Se informa los hallazgos de los análisis parasitarios y morfométricos de 924 ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados desde agosto de 1994 hasta julio de 1995 en Iquique, San Antonio y Talcahuano, en el marco de los requerimientos del presente proyecto. Además, se incorpora a los análisis los datos del año 1990 existentes para Iquique, Caldera, Coquimbo y Talcahuano, y que han sido informados por George-Nascimento y Arancibia (1992).

Las muestras de Iquique y Talcahuano de los años 1994-95 han estado compuestas principalmente de ejemplares de *T. s. murphyi* de distinto tamaño, por lo que algunas comparaciones entre las zonas extremas fueron efectuadas entre ejemplares de similar tamaño, contrastándose estados equivalentes de la ontogenia de *T. s. murphyi*. Se registró 15 taxa de parásitos, de los que sólo *Hepatoxylon trichiuri* apareció como nuevo registro para este hospedador.

Se observó que prácticamente la totalidad de las muestras mensuales del período 1990-95, y también las del período 1994-95, están correctamente clasificadas en su respectiva zona de pesca, según, por ejemplo, un análisis discriminante no paramétrico de los vectores comunitarios de parásitos recolectados en las 52 muestras mensuales que comprenden alrededor de 2.300 individuos de *T. s. murphyi*, muestreados desde 1990. Esto corrobora la utilidad de la información parasitaria en la distinción de unidades de stocks de *T. s. murphyi*.

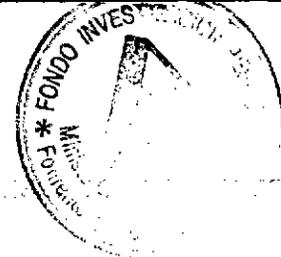
Los ejemplares de *T. s. murphyi* de tamaño entre 26 y 31 cm de longitud total muestreados en 1994-95 presentaron mayores abundancias de 3 de parásitos en Talcahuano (*Rhadinorhynchus*

... (*Trachuri*, *Anisakis* tipo I e *Hysterothylacium* sp.), que  
... acontecieron ser las especies dominantes. Por consiguiente, el  
... 50% de la varianza de la composición parasitaria de los  
... ejemplares de *T. s. murphyi* provenientes de Iquique y  
... Talcahuano estaba explicado por la macrozona de pesca. La  
... prevalencia y abundancia de isópodos *Ceratothoa* spp. ha sido  
... inusualmente baja en el período 1994-95, por lo que su uso  
... como marcador biológico-poblacional de *T. s. murphyi* ha  
... resultado impracticable. Sin embargo, en las muestras del año  
... 1990, estos parásitos mostraron claras diferencias entre  
... Iquique y Talcahuano.

TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....	ii
LISTADO DE FIGURAS .....	iii
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
3. RESULTADOS .....	6
3.1. Composición de las muestras .....	6
3.2. Resultados parasitarios .....	6
4. DISCUSION .....	9
5. CONCLUSIONES .....	10
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	12
ANEXO FIGURAS .....	18

## LEYENDAS DE LAS TABLAS



- Tabla 1. Composición taxonómica, prevalencia (P, % de peces parasitados), abundancia parasitaria (A, promedio de parásitos por pez examinado) y longitud total (en cm, con su desviación estándar entre paréntesis), en 924 ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados del desembarque en Talcahuano, Iquique y San Antonio entre agosto de 1994 y julio de 1995; n= número de ejemplares examinados.
- Tabla 2. Número de individuos de 15 taxa parasitarios y longitud total promedio de los 924 ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados entre agosto de 1994 y julio de 1995, según puerto de desembarque y mes.
- Tabla 3. Resultados de análisis discriminantes efectuados sobre datos de 52 muestras mensuales de ejemplares de *T. s. murphyi*: (a) método paramétrico (lineal) sobre los puntajes de las observaciones en los 4 primeros ejes del DCA (b) método no paramétrico sobre los datos sin transformar, hasta el tercer vecino más cercano.
- Tabla 4. Longitud corporal (desviación estándar) según el sexo de los isópodos, junto a la fecundidad y porcentaje de hembras con crías para *Ceratothoa gaudichaudii* y *C. trigonocephala* recolectados de ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados entre agosto de 1994 y julio de 1995 en la zona norte y centro-sur de Chile (n= número de ejemplares analizados).

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Distribuciones de frecuencias porcentuales de la longitud total (cm) de 924 jureles muestreados en Iquique, San Antonio y Talcahuano, entre agosto de 1994 y julio de 1995.
- Figura 2a. Posición en los dos primeros gradientes del DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100) de los taxa parasitarios de *T. s. murphyi*, encontrados en las muestras mensuales de hospedadores, colectadas entre 1990 y 1995 en las macrozonas de pesca Norte y Sur.
- Figura 2b. Posición en los dos primeros gradientes del DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100) de la composición de la fauna parasitaria de ejemplares de *T. s. murphyi* y de las muestras mensuales de hospedadores, de la macrozona de pesca Norte (Iquique, Caldera, Coquimbo).
- Figura 2c. Posición en los dos primeros gradientes del DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100) de la composición de la fauna parasitaria de ejemplares de *T. s. murphyi* y de las muestras mensuales de hospedadores, de la macrozona de pesca Sur (San Antonio, Talcahuano, muestra oceánica).
- Figura 3a. Relación entre el gradiente de composición de la fauna parasitaria de *T. s. murphyi* en el primer eje DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100), y la longitud total promedio de los hospedadores (cm) en las muestras mensuales, en la macrozona de pesca Norte (Iquique, Caldera, Coquimbo).
- Figura 3b. Relación entre el gradiente de composición de la fauna parasitaria de *T. s. murphyi* en el primer eje DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100), y la longitud total promedio de los hospedadores (cm) en las muestras mensuales, en la macrozona de pesca Sur (San Antonio, Talcahuano, oceánica).

## 1. INTRODUCCION

En estudios en que se emplea a los parásitos como indicadores ecológicos de peces marinos, usualmente se indaga en la estructura poblacional (discriminación de stocks), reclutamiento, migraciones, ecología trófica y conducta de sus hospedadores (Lester, 1990; Williams et al., 1992; MacKenzie, 1993; Williams & Jones, 1994). Además, son escasísimos los estudios de largo plazo, como éste.

Aunque *T. s. murphyi* es el principal recurso pesquero de Chile, anteriormente sólo un estudio trató de identificar unidades de stock mediante la comparación de la morfometría y parasitofauna de ejemplares provenientes de zonas de pesca oceánicas y de las vecindades de Iquique y Talcahuano (George-Nascimento & Arancibia 1992). Allí se mostró la existencia de stocks ecológicos de *T. s. murphyi* en Iquique y Talcahuano, los que se originarían de la diferenciación geográfica por aislamiento acumulado a lo largo de la ontogenia. Estos resultados se contraponen con lo propuesto por Serra (1991), quien sugirió que existiría sólo un stock frente a Chile, en base a alguna información biológica y de capturas. Sin embargo, otros estudios morfológicos y genéticos en *T. s. murphyi* del Océano Pacífico Suroriental han señalado la existencia de poblaciones diferenciadas en el área norte y centro-sur de Chile (Storozhuk et al., 1994).

En este informe se evalúa:

- (a) si existen diferencias significativas en la composición de la fauna parasitaria de ejemplares de *T. s. murphyi* desembarcados en Iquique, San Antonio y Talcahuano, con

caracterización de muestras recolectadas entre agosto de 1994 y julio de 1995, incluyendo los datos de 1990 recolectados en Iquique, Caldera, Coquimbo y Talcahuano.

- (b) Además, se evalúa si aspectos de la biología poblacional de los isópodos parásitos *Ceratothoa gaudicahudii* y *C. trigonocephala* (Isopoda: Cymothoidae) pueden servir como indicadores de la biología poblacional de *T. s. murphyi*. (Pisces: Carangidae).

La hipótesis nula subyacente es que si no existen poblaciones distintas de *T. s. murphyi* en las zonas en estudio, entonces se debería esperar que tanto la composición de la fauna parasitaria como la composición poblacional de los isópodos mostrasen homogeneidad en las variables registradas, al comparar muestras tomadas en forma simultánea en distintas zonas de pesca.

## 2. MATERIALES Y METODOS

En el período 1994-95, se colectó 12 muestras mensuales de ejemplares de *T. s. murphyi* desembarcados en Talcahuano, 1 de San Antonio, y 6 bimensuales de Iquique, comprendiendo un total de 924 ejemplares. En los análisis que incorporan datos de 1990 se agrega 25 muestras mensuales obtenidas en el año 1990 (12 de Iquique, 12 de Talcahuano y 1 oceánica). La mayoría de las muestras mensuales son de cerca de 50 ejemplares, excepto la oceánica (n= 183; ver George-Nascimento & Arancibia, 1992). En total existen entonces 52 muestras mensuales que comprenden el examen de 2.307 ejemplares.



## EXAMENES PARASITARIOS

Cada ejemplar fue medido en su longitud total y sexado. Se le realizó necropsia completa en cada individuo para recolectar, bajo estereomicroscopio, todos los parásitos presentes. Luego de la determinación taxonómica y conteo, se calculó los siguientes descriptores parasitológicos: prevalencia (P, en la Tabla 1), que corresponde al porcentaje de peces infectados por cada taxon parasitario, y por el conjunto de ellos, en cada muestra; y la abundancia (A, en la Tabla 1), que corresponde al promedio de parásitos de cada taxon, y del conjunto, por ejemplares de *T. s. murphyi* examinado en cada muestra.

Se procedió a la búsqueda de los isópodos a través del examen visual de la cámara branquial y cavidad bucal de los ejemplares de *T. s. murphyi*. Una vez recolectados, fueron guardados en frascos individuales por pez examinado luego de ser fijados en formalina al 10% y rotulados con el mes y la localidad de muestreo.

La talla corporal de los isópodos fue definida como la longitud máxima (mm) y medida con un vernier de 0,1 mm de precisión. Se determinó el sexo de cada isópodo según Brusca (1981). Las hembras grávidas fueron categorizadas de acuerdo al estado de desarrollo de las crías en el marsupio, según: (1) hembras con huevos, (2) hembras con crías en estado intermedio, definido como huevo-larva, y (3) hembras con larvas. Se determinó la fecundidad de cada hembra grávida mediante conteo de la progenie en el marsupio, bajo estereomicroscopio..

Para distinguir las hembras maduras de *Ceratothoa gaudichaudii* y *C. trigonocephala* se utilizó la clasificación taxonómica

propuesta por Avdeyev (1992), la cual establece que: (1) *C. gaudichaudii* presenta la mayor amplitud torácica en el cuarto segmento, mientras *C. trigonocephala* la presenta en el quinto segmento, (2) la diferencia en amplitud entre el segmento más ancho y el primer segmento es significativamente mayor en *C. trigonocephala* que en *C. gaudichaudii*, y (3) en *C. gaudichaudii* el abdomen es más ancho que el último segmento torácico, mientras que en *C. trigonocephala* éstos son iguales.

Se pretende comparar, entre las zonas de pesca, la composición de tallas corporales de los isópodos, la proporción de especies, la proporción de hembras con crías en distintos estados de desarrollo, y la fecundidad de los isópodos.

El análisis de los datos parasitológicos comprendió diversas aproximaciones uni y multivariadas, a saber: (a) la comparación entre zonas de pesca de la prevalencia y abundancia de cada taxon por separado, y (b) por otra parte, de la composición de los ensambles comunitarios de parásitos.

Se considera a la longitud total (LT) del hospedador como variable potencialmente relevante para explicar las variaciones de los parámetros parasitarios y morfométricos entre las zonas de pesca. La LT puede ser importante en la interpretación de los resultados si existen diferencias entre las muestras en las distribuciones de frecuencias de la LT.

Los análisis univariados del parasitismo consistieron en la comparación de su magnitud según zonas de pesca entre ejemplares de similar LT, mediante la prueba de Wilcoxon (Siegel & Castellan, 1988). En el análisis que consideró al conjunto de los taxa parasitarios se empleó diversos análisis multivariados, y sobre algunos de cuyos resultados se aplicó análisis univariados.

Una primera aproximación fue la ya empleada por el George-Nascimento & Arancibia (1992, 1994) y George-Nascimento (1995). El análisis de correspondencia DECORANA (DCA) permitió la ordenación y representación simultánea de los taxa parasitarios y de las muestras de hospedadores en un espacio reducido a una dimensión (Hill, 1979; Gauch, 1982). Estas dimensiones representan gradientes de composición de la fauna parasitaria, y sus unidades son desviaciones estándar (\* 100) de la tasa de reemplazo de taxa en el gradiente. En los DCA, la composición parasitaria fue evaluada como un vector de abundancias relativas expresadas como porcentaje del total de individuos parásitos que cada taxon aporta en las muestras mensuales.

Luego se realizó un análisis indirecto de gradientes sobre los puntajes de las observaciones (muestras mensuales), en los ejes derivados del DCA (Ludwig & Reynolds 1988), con el objeto de averiguar si este gradiente covariaba con alguna de las variables de interés (LT, zona de pesca). Por lo cual, el análisis de la varianza de la composición parasitaria de las muestras mensuales consideró como variable independiente a la zona de pesca, luego de corregir por el efecto de la LT. Esta "corrección" se realizó mediante el examen de la significancia estadística de las sumas de cuadrados secuenciales en un modelo lineal generalizado (PROC GLM, SAS, 1985).

Una segunda aproximación consistió en aplicar análisis discriminante no paramétrico a los vectores de abundancia parasitaria mensual con datos sin transformar. Para estimar las densidades de las probabilidades grupo-específicas, se empleó el método del tercer vecino más cercano, o bien, el análisis discriminante fue aplicado sobre los puntajes de las muestras en los cuatro primeros ejes del DCA.

En los análisis multivariados se incluyó las 52 muestras recolectadas desde el año 1990, y se consideró por convención que las 26 de la zona norte eran las 12 de Iquique del año 1990, 4 de Caldera del año 1990, 4 de Coquimbo, del año 1990 y 6 de Iquique de los años 1994-1995. Las 26 de la zona sur eran las 12 de Talcahuano del año 1990, 12 de Talcahuano de los años 1994-95, 1 de la zona oceánica del año 1990 y 1 de San Antonio del año 1994. Las muestras del año 1990 fueron obtenidas por George-Nascimento & Arancibia (1992), cuyo detalle se encuentra contenido en tal documento.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. COMPOSICION DE LAS MUESTRAS

Los ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados en 1994-95 han sido diferentes en longitud corporal entre puertos de desembarque. En general, los más pequeños provinieron de Iquique (Fig. 1). Los de mayor tamaño promedio fueron muestreados en agosto de 1994, desembarcados tanto en San Antonio como en Talcahuano.

#### 3.2. RESULTADOS PARASITARIOS

El 64,0% de los 924 ejemplares de *T. s. murphyi* examinados estaba parasitado, y de ellos se recolectó 2.011 individuos parásitos pertenecientes a 13 taxa (Tabla 1). Entre estos son

dominantes en los ejemplares de *T. s. murphyi* de Talcahuano los parásitos *Anisakis* tipo I, *Anisakis* tipo II, *Rhadinorhyncus trachuri*, *Hysterothylacium* sp. y *Ceratothoa* spp.

En los ejemplares de *T. s. murphyi* de Iquique, el taxon de mayor prevalencia fue *Lernanthropus trachuri*, seguido de *Ceratothoa* spp. Las prevalencias y abundancias de cada taxon se indican en la Tabla 1, para el total de las muestras. El número de parásitos de cada taxon recolectados en las muestras mensuales, se muestran en la Tabla 2. Las diferencias en parasitismo en las muestras totales deben ser cautelosamente observadas como consecuencia de las grandes diferencias en composición de tamaños de los ejemplares de *T. s. murphyi* (Fig. 1).

Al comparar mediante una prueba de Wilcoxon a los ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados en Talcahuano e Iquique que poseen longitudes totales entre 26 y 31 cm, se detectó abundancias significativamente mayores de 3 de ellos en Talcahuano (*R. trachuri*, *Anisakis* tipo I e *Hysterothylacium* sp.), lo que coincide con lo observado para el total (Tabla 1).

El análisis indirecto de gradientes realizado sobre la ordenación mediante un DCA de la abundancia relativa de los taxa parasitarios en las muestras mensuales (Tabla 2), señala que la composición de la fauna parasitaria de los ejemplares de *T. s. murphyi* de la zona norte es significativamente distinta de la de la zona sur ( $F(1; 49) = 64,5; P < 0,001$ ). Esto se observa al comparar la distribución de los taxa parasitarios en el espacio de la Fig. 2a, con la distribución en el mismo espacio correspondiente, de la fauna parasitaria de los ejemplares de *T. s. murphyi* de la macrozona de pesca Norte (Fig. 2b) y de la macrozona de pesca Sur (Fig 2c).

La Figura 3 se interpreta de la siguiente manera: en el extremo inferior del primer gradiente se ubican los taxa que destacan a los ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados en la zona norte, en tanto que en el otro extremo del gradiente se ubican los taxa parasitarios dominantes en los ejemplares de *T. s. murphyi* de la zona sur. De hecho, la macrozona de pesca explica cerca de un 50% de la varianza de la composición parasitaria estimada por la ordenación en el primer eje del DCA, luego de corregir por la longitud total (Fig. 3).

Los resultados de dos de los análisis discriminantes se detallan en la Tabla 3. Allí se observa que tanto al aplicar métodos paramétricos como no paramétricos, y ya fuese sobre los puntajes de las observaciones en los cuatro primeros ejes de una ordenación por DCA, o bien sobre los datos crudos, se obtiene resultados similares. En efecto, alrededor del 90% de las muestras está correctamente asignada a su respectiva zona de pesca.

El empleo de los isópodos ectoparásitos como eventuales marcadores poblacionales de *T. s. murphyi* ha resultado impracticable en este año de estudio. Del examen de las branquias y cavidad bucal de los 924 jureles se recolectó sólo 201 isópodos *Ceratothoa* spp., encontrados en 72 ejemplares de *T. s. murphyi* (7,3%). De éstos, sólo 56 isópodos han sido hembras y por ende factibles de determinar a nivel específico: 18 *C. gaudichaudii* y 34 *C. trigonocephala*, y 4 indeterminadas (Tabla 4). Además, 42 de las 56 hembras venían emparejadas. El máximo temporal de parejas de *Ceratothoa* se observó en noviembre en Talcahuano. El resto de los ejemplares eran machos o juveniles (87 isópodos juveniles fueron recolectados en octubre en un solo ejemplar de *T. s. murphyi* muestreado en Iquique). De 52 hembras determinadas a nivel específico, sólo 31 han tenido crías en el marsupio (*C. gaudichaudii*: 7, 2 y 1 ejemplares de Talcahua-

no, San Antonio e Iquique, respectivamente; *C. trigonocephala*: 19, 2 y 0, en el mismo orden). Por lo expuesto, no se ha realizado la comparación de la proporción de especies ni de la fecundidad entre localidades, como consecuencia del bajo número de isópodos hembra recolectados para cada especie y localidad.

#### 4. DISCUSION

Durante el período 1994-95, el tamaño corporal de los ejemplares de *T. s. murphyi* de Iquique ha sido significativamente menor que el los de Talcahuano, lo que puede dificultar la comparación de los resultados parasitarios (Fig. 1). Sin embargo, existen suficientes ejemplares en el intervalo 26-31 cm de LT como para efectuar comparaciones entre ejemplares de tamaño similar.

Los resultados del análisis comparativo de la composición de la fauna parasitaria de ejemplares de *T. s. murphyi* provenientes de las zonas de pesca de Iquique, Talcahuano, y en menor medida de San Antonio, revelan diferencias significativas (Tablas 1 y 2). Estas radican en que los ejemplares de Iquique poseen abundancias menores de los tres taxa parasitarios dominantes en los ejemplares de Talcahuano (*R. trachuri*, *Anisakis* tipo I e *Hysterothylacium* sp). Estas diferencias no son adjudicables a las diferencias de tamaño de los ejemplares de *T. s. murphyi*. La presencia ocasional de la larva del cestodo *Hepatoxylon trichiuri* es un nuevo registro para la fauna de parásitos de este hospedador.

Al comparar estos resultados con los del año 1990 (George-Nascimento & Arancibia, 1992), se destaca que *Hysterothylacium* sp. ya había mostrado ser indicador diferencial de ejemplares de *T. s. murphyi* de la zona de Talcahuano. En especial, este parásito fue considerado indicador de la entrada de ejemplares desde el océano, o bien, del hecho que los individuos de *T. s. murphyi* habían sido capturados en aguas relativamente alejadas de la costa.

La baja prevalencia, y por ende de la abundancia del isópodo *Ceratothoa* (= *Meinertia*), y el ostensible aumento del acantocéfalo *R. trachuri*, especialmente en Talcahuano a partir de diciembre de 1994, revelan que el empleo de los parásitos como marcas debe entenderse en el sentido de sacar provecho de lo que está ocurriendo en un año en particular. Ambos son taxa que alcanzan su madurez sexual en *T. s. murphyi*, y por consiguiente son marcas transitorias, aunque de longevidad desconocida. El parasitismo por isópodos, así como por *Rhadinorhynchus*, es muy variable interanualmente, por lo que es imposible pensar que su habilidad como indicadores poblacionales del hospedador que nos preocupa sea persistente. Esto no permite desecharlos acá, pero su utilidad debe ser reinterpretada en toda nueva oportunidad.

## 5. CONCLUSIONES

En forma coincidente a lo propuesto por George-Nascimento y Arancibia (1992), se postula que en las etapas tempranas de ingreso a la pesquería, los ejemplares de *T. s. murphyi* ya han

Se experimentó una clara diferenciación poblacional entre localidades distantes, a saber, entre el norte y centro-sur de Chile, lo que se apoya en las diferencias significativas de la prevalencia e intensidad de su parasitosis. Esto implica que, al menos, los reclutas de la zona norte del país son de un grupo poblacional distinto al grupo de reclutas de la zona centro-sur. Los resultados del año en estudio (1994-95) se ven parcialmente confirmados, aunque de manera importante, con los resultados de un estudio realizado en 1990, bajo el mismo esquema de muestreo y análisis.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Avdeyev, V. V. 1992. On the possible use of parasitic Isopods as bioindicators of the migratory routes of Horse Mackerels in the Pacific Ocean. *Journal of Ichthyology* 32(7): 14-21.
- Gauch, H.G., Jr. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 298 p.
- George-Nascimento, M. & H. Arancibia. 1992. Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. *Revista Chilena de Historia Natural* 65:453-470.
- George-Nascimento, M. 1995 (In press). Populations and assemblages of metazoan parasites in the hake *Merluccius gayi* (Guichenot) (Gadiformes: Merluccidae) from the Southeastern Pacific Ocean: stock implications. *Journal of Fish Biology*.
- George-Nascimento, M. & H. Arancibia. 1994. La fauna parasitaria y la morfometría de la merluza austral *Merluccius australis* (Hutton) y su aporte a la distinción de unidades de stock. *Biología Pesquera (Chile)* 23:47-61.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA: A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York.
- Lester, R. J. 1990. Reappraisal of the use of parasites for fish stock identification. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 41:855-64.
- MacKenzie, K. 1993. Parasites as biological indicators. *Bulletin of Scandinavian Society for Parasitology* 1:1-10.
- SAS. 1985. SAS Institute Inc. *SAS User's guide: Statistics, Version 5*. Cary, North Carolina, 956 p.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. *Investigaciones Pesqueras (Chile)* 36:67-83.
- Siegel, S. & N.J. Castellan Jr. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw-Hill Book Co., New York, 399 p.

Storozhuk, A.Y., K.A. Truveller, A. L. Baturin, I. L. Guleva & G. N. Nefedov. 1994. Estructura poblacional del jurel peruano. En: Biología y Pesca comercial del jurel en el Pacífico Sur, D. Arcos & AS Grechina (eds.):131-139.

Williams, H. H., K. MacKenzie & A. M. McCarthy. 1992. Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries (2):144-172.

Williams, H. H. & A. Jones. 1994. Parasitic worms of fish. Francis & Taylor, London.

Tabla 1. Composición taxonómica, prevalencia (P, % de peces parasitados), abundancia parasitaria (A, promedio de parásitos por pez examinado) y longitud total (en cm, con su desviación estándar entre paréntesis), en 924 ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados del desembarque en Talcahuano, Iquique y San Antonio entre agosto de 1994 y julio de 1995; n= número de ejemplares examinados.

PARASITOS	TALCAHUANO (n=595)			IQUIQUE (n=283)			SAN ANTONIO (n=46)		
	P	A (de)	suma	P	A (de)	suma	P	A (de)	suma
Longitud total (cm)	34,45	(6,03)		22,76	(4,71)		42,25	(1,76)	
(a) Ectoparásitos.									
<i>Lernanthropus trachuri</i>	10,6	0,15 (0,53)	89	12,0	0,14 (0,40)	39	6,5	0,130 (0,54)	6
<i>Ceratothoa</i> spp.	8,2	0,14 (0,48)	83	6,4	0,38 (5,18)	107	10,9	0,240 (0,70)	11
(b) Endoparásitos adultos.									
<i>Rhadinorhynchus trachuri</i>	33,4	0,96 (2,51)	571	2,1	0,02 (0,14)	6	8,7	0,087 (0,28)	4
(c) Endoparásitos larvales.									
<i>Contracaecum</i> sp.	1,0	0,01 (0,10)	6	0,4	0,00 (0,06)	1	2,2	0,022 (0,15)	1
Anisakis tipo I	33,8	1,21 (2,53)	718	1,1	0,01 (0,10)	3	69,6	3,174 (3,36)	146
Anisakis tipo II	13,1	0,37 (1,22)	221	1,1	0,01 (0,10)	3	8,7	0,261 (0,88)	12
<i>Bolbosoma turbinella</i>	0,0	-	0	0,7	0,01 (0,08)	2	0,0	-	0
<i>Pseudoterranova decipiens</i>	7,1	0,11 (0,46)	64	2,5	0,03 (0,19)	8	1,6	0,174 (0,53)	8
<i>Hysterothylacium</i> sp.	20,3	0,32 (0,77)	193	0,0	-	0	19,6	0,261 (0,61)	12
<i>Corynosoma</i> sp.	0,5	0,01 (0,17)	7	0,4	0,00 (0,07)	1	2,2	0,022 (0,15)	1
<i>Nybelinia</i> sp.	5,5	0,08 (0,42)	47	0,4	0,00 (0,06)	1	17,4	0,369 (1,02)	17
<i>Pseudophyllidea</i> gen. sp.	0,5	0,01 (0,07)	3	1,1	0,01 (0,15)	4	4,3	0,043 (0,21)	2
<i>Hepatoxylon trichiuri</i>	1,3	0,02 (0,14)	9	0,0	-	0	2,2	0,022 (0,15)	1
TOTAL	73,8	3,38 (4,44)	2011	26,1	0,62 (4,44)	176	87,0	4,804 (4,39)	221

Tabla 2. Número de individuos de 15 taxa parasitarios y longitud total promedio de los 924 ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados entre agosto de 1994 y julio de 1995, según puerto de desembarque y mes.

	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
<b>TALCAHUANO 1994-95</b>												
Lernanthropus	13	5	8	6	9	4	6	9	6	9	7	7
Ceratothoa	0	12	2	41	7	0	2	1	6	2	3	7
Opecoelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhadinorhynchus	7	7	4	1	99	61	162	76	72	34	22	26
Contraecaecum	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Anisakis I	212	112	50	149	6	6	10	69	48	29	9	18
Anisakis II	110	23	9	43	2	5	0	3	25	0	0	1
Bolbosoma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetrarhynchida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudoterranova	3	12	1	28	4	2	3	0	4	2	2	3
Hysterothylacium	8	20	38	40	0	1	2	35	2	16	0	31
Corynosoma	0	0	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0
Nybelinia	15	2	7	2	4	2	3	7	1	2	2	0
Cestoda larva	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Hepatoxylon	0	4	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0
Longitud total	38.3	31.9	38.0	29.5	30.7	20.4	27.9	34.4	34.3	31.5	34.5	34.1
<b>IQUIQUE 1994-95</b>												
Lernanthropus	11		7		9			5		6		1
Cerathotoa	2		87		4			1		11		2
Opecoelidae	0		0		0			0		0		0
Rhadinorhynchus	0		2		2			0		1		1
Contraecaecum	0		0		0			0		0		1
Anisakis I	2		0		1			0		0		0
Anisakis II	3		0		0			0		0		0
Bolbosoma	0		1		0			0		1		0
Tetrarhynchida	0		0		0			0		0		1
Pseudoterranova	3		3		2			0		0		0
Hysterothylacium	0		0		0			0		0		0
Corynosoma	0		0		0			1		0		0
Nybelinia	0		0		0			0		1		0
Cestoda larva	0		0		0			0		0		4
Hepatoxylon	0		0		0			0		0		1
Longitud total	20.4		30.5		24.4			24.5		23.8		15.6
<b>SAN ANTONIO 1994</b>												
Lernanthropus	6											
Cerathotoa	11											
Opecoelidae	0											
Rhadinorhynchus	4											
Contraecaecum	1											
Anisakis I	146											
Anisakis II	12											
Bolbosoma	0											
Tetrarhynchida	0											
Pseudoterranova	8											
Hysterothylacium	12											
Corynosoma	1											
Nybelinia	17											
Cestoda larva	2											
Hepatoxylon	1											
Longitud total	42.3											

Tabla 3. Resultados de análisis discriminantes efectuados sobre datos de 52 muestras mensuales de ejemplares de *T. s. murphyi*: (a) método paramétrico (lineal) sobre los puntajes de las observaciones en los 4 primeros ejes del DCA (b) método no paramétrico sobre los datos sin transformar, hasta el tercer vecino más cercano.

(a)

De la ZONA DE PESCA	ZONA NORTE	ZONA SUR	Total
Número de observaciones y % clasificados en:			
ZONA NORTE	25 96.15	1 3.85	26 100.00
ZONA SUR	5 19.23	21 80.77	26 100.00
Total	30	22	52
Porcentaje	57.69	42.31	100.00
Tasas de error por muestra:			
	ZONA NORTE	ZONA SUR	Total
Tasa	0.0385	0.1923	0.1154
Probabilidad Previa	0.5000	0.5000	

(b)

De la ZONA DE PESCA	ZONA NORTE	ZONA SUR	Total
Número de observaciones y % clasificados en:			
ZONA NORTE	23 88.46	3 11.54	26 100.00
ZONA SUR	4 15.38	22 84.62	26 100.00
Total	27	25	52
Porcentaje	51.92	48.08	100.00
Tasas de error por muestra:			
	ZONA NORTE	ZONA SUR	Total
Tasa	0.1154	0.1538	0.1346
Probabilidad Previa	0.5000	0.5000	

Tabla 4. Longitud corporal (desviación estándar) según el sexo de los isópodos, junto a la fecundidad y porcentaje de hembras con crías para *Ceratothoa gaudichaudii* y *C. trigonocephala* recolectados de ejemplares de *T. s. murphyi* muestreados entre agosto de 1994 y julio de 1995 en la zona norte y centro-sur de Chile (n= número de ejemplares analizados).

MACHOS O JUVENILES	HEMRAS	
	<i>C. gaudichaudii</i>	<i>C. trigonocephala</i>
LONGITUD CORPORAL (cm) 2.12 (0.66)	4.12 (0.93)	4.49 (0.62)
FECUNDIDAD (N° de crías)	406 (610)	616 (555)
% CON CRIAS	53.0	59.4
n 145	18	34

ANEXO FIGURAS

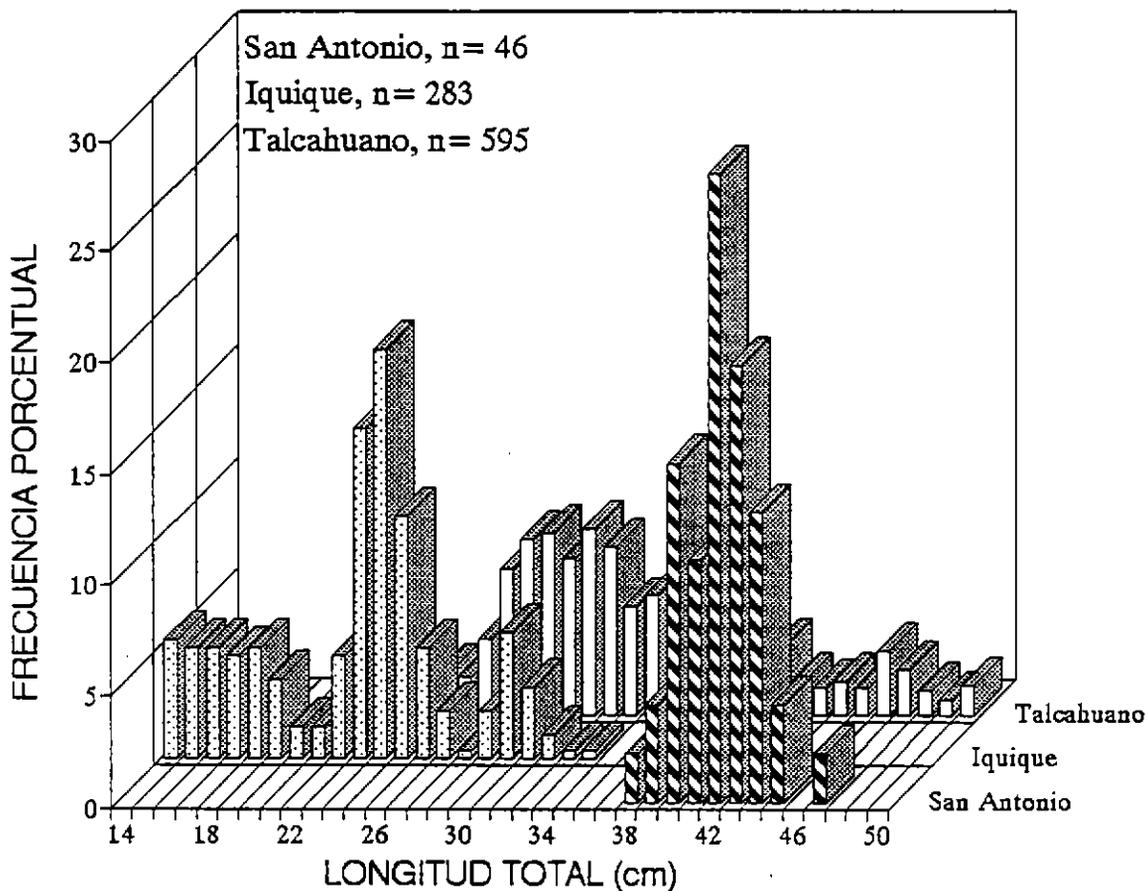


Figura 1. Distribuciones de frecuencias porcentuales de la longitud total (cm) de 924 jureles muestreados en Iquique, San Antonio y Talcahuano, entre agosto de 1994 y julio de 1995.

COPIA  
 INSTITUTO  
 DE INVESTIGACIONES  
 CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

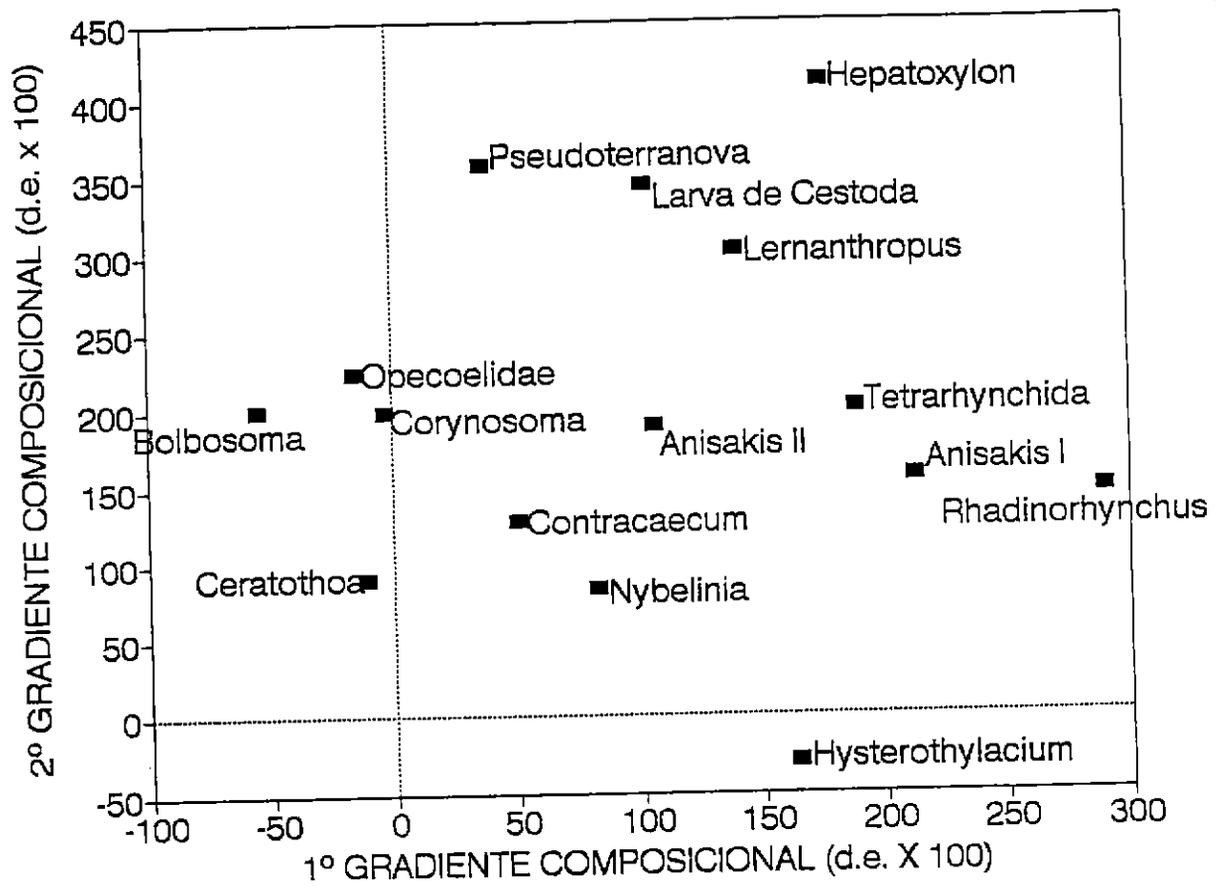


Figura 2a. Posición en los dos primeros gradientes del DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100) de los taxa parasitarios de *T. s. murphyi*, encontrados en las muestras mensuales de hospedadores, colectadas entre 1990 y 1995 en las macrozonas de pesca Norte y Sur.

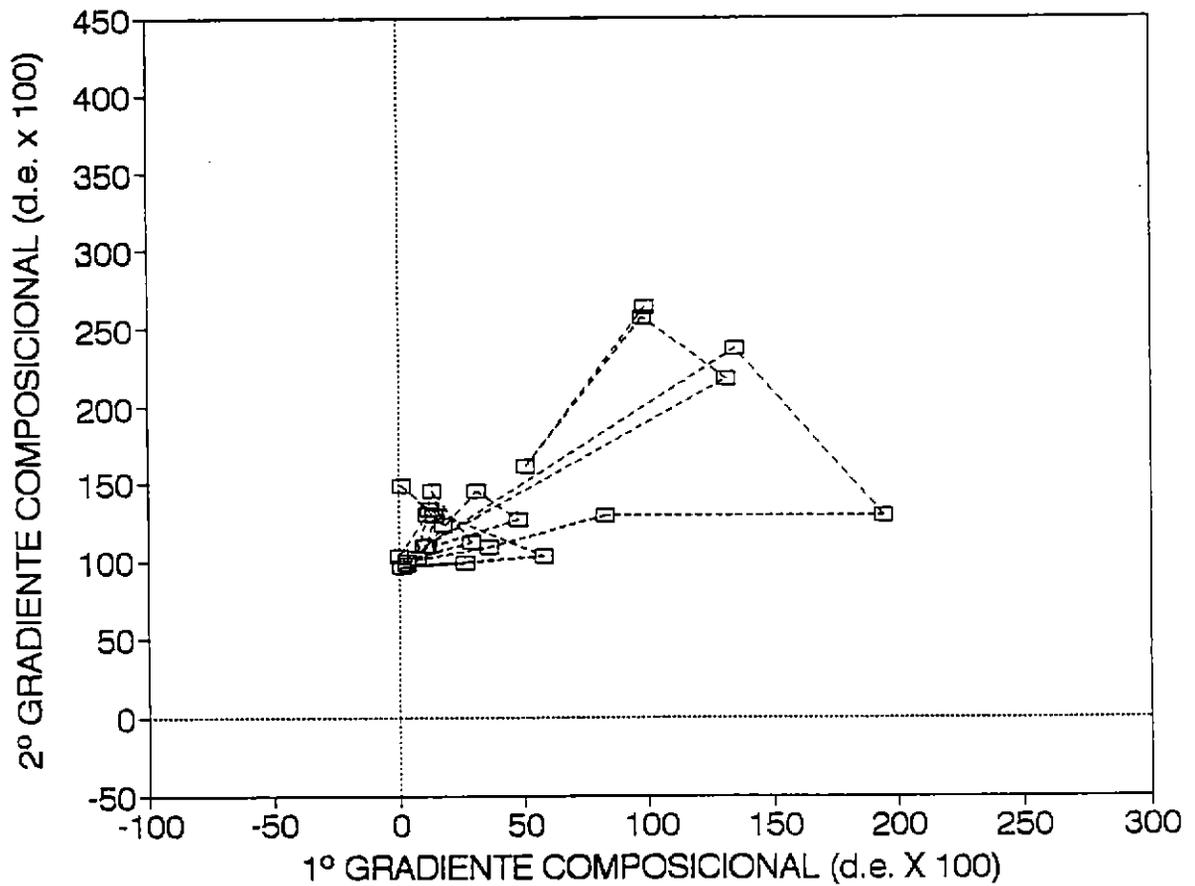


Figura 2b. Posición en los dos primeros gradientes del DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100) de la composición de la fauna parasitaria de ejemplares de *T. s. murphyi* y de las muestras mensuales de hospedadores, de la macrozona de pesca Norte (Iquique, Caldera, Coquimbo).

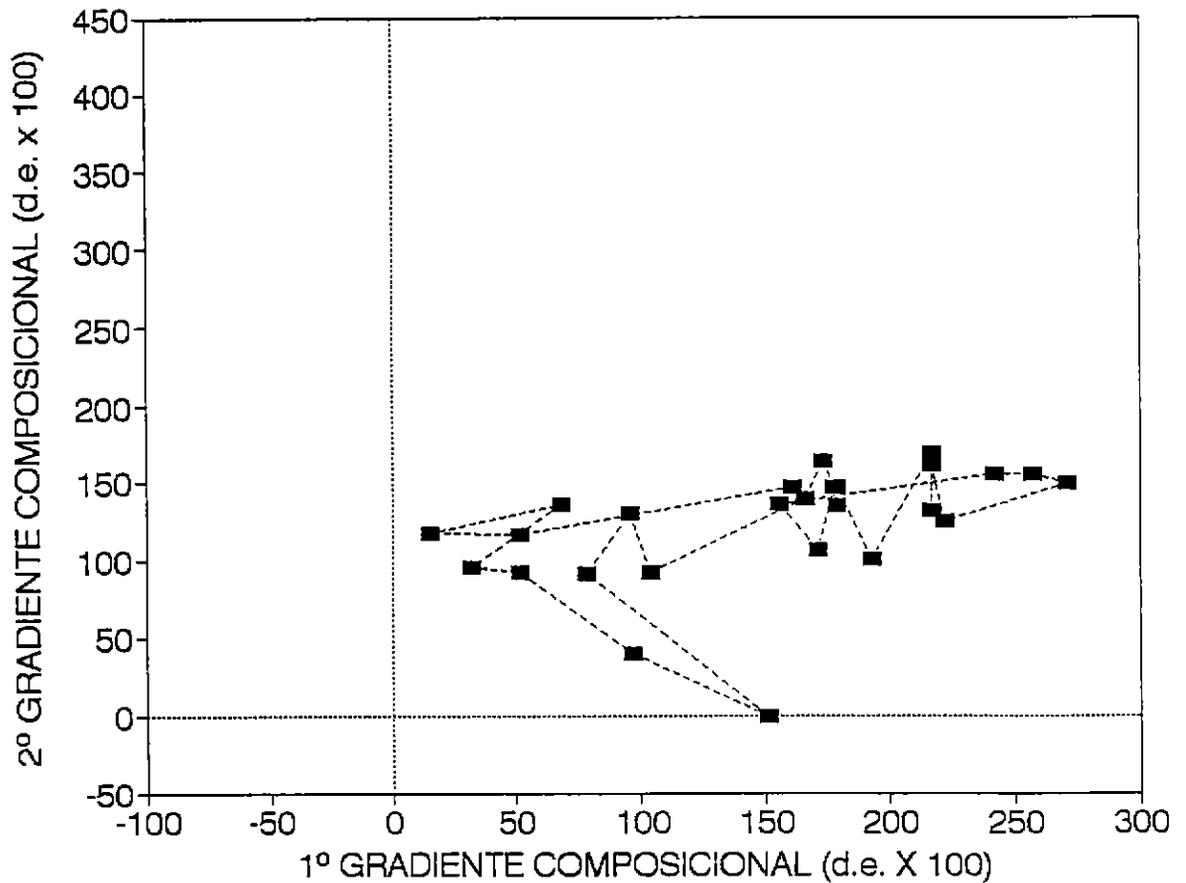


Figura 2c. Posición en los dos primeros gradientes del DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100) de la composición de la fauna parasitaria de ejemplares de *T. s. murphyi* y de las muestras mensuales de hospedadores, de la macrozona de pesca Sur (San Antonio, Talcahuano, muestra oceánica).

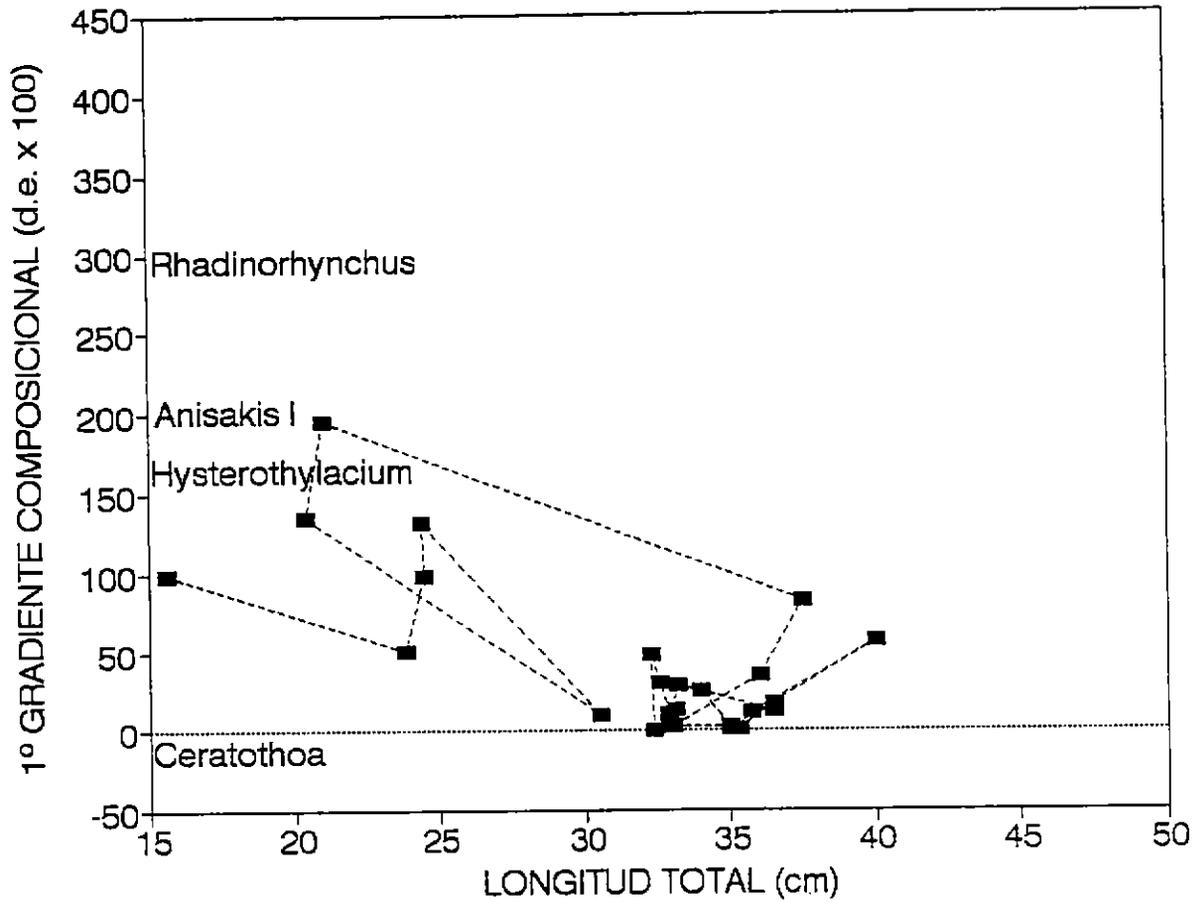


Figura 3a. Relación entre el gradiente de composición de la fauna parasitaria de *T. s. murphyi* en el primer eje DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100), y la longitud total promedio de los hospedadores (cm) en las muestras mensuales, en la macrozona de pesca Norte (Iquique, Caldera, Coquimbo).

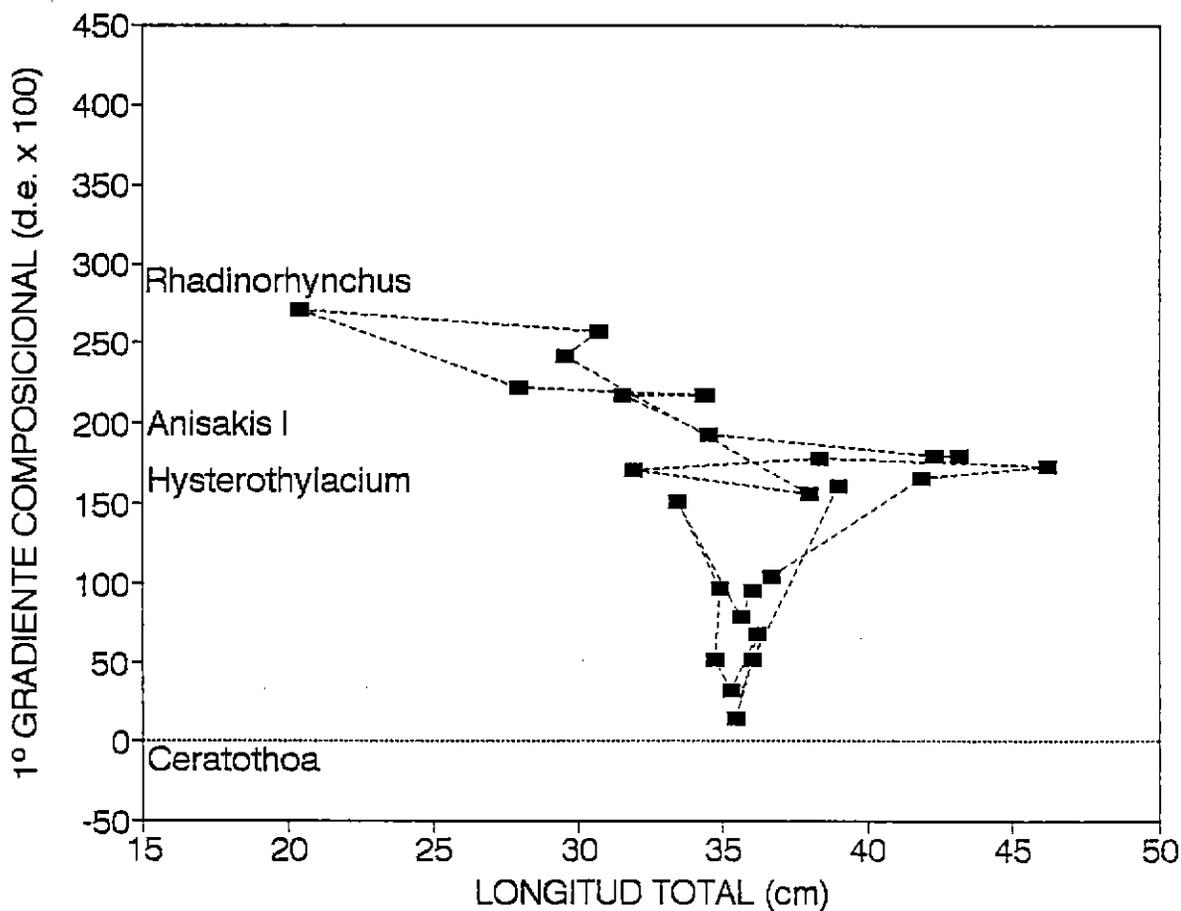


Figura 3b. Relación entre el gradiente de composición de la fauna parasitaria de *T. s. murphyi* en el primer eje DCA (expresado en unidades de desviación estándar \* 100), y la longitud total promedio de los hospedadores (cm) en las muestras mensuales, en la macrozona de pesca Sur (San Antonio, Talcahuano, oceánica).

## **CAPITULO 7**

Identificación de unidades ecológicas poblacionales del jurel  
mediante el análisis de la carga de parásitos y  
de la morfometría.

### **Sección Morfometría**



## RESUMEN EJECUTIVO

Se compara 26 caracteres morfométricos de ejemplares de jurel provenientes de los desembarques de Iquique (n=283), San Antonio (n=46) y Talcahuano (n=545) muestreados desde agosto de 1994 hasta junio de 1995. Mediante Análisis Discriminante Múltiple (ADM) se identificó diez medidas corporales como las más discriminantes, las que caracterizan las zonas anterior, media y posterior del cuerpo del pez. Un Análisis de Componentes Principales (ACP), realizado sobre las variables elegidas, revela que las 2 primeras componentes principales explican el 58% de la variabilidad total de los datos. Los resultados del ADM realizado sobre las variables discriminantes indican que los ejemplares provenientes de Iquique aparecen morfométricamente más segregados que los de San Antonio y Talcahuano. Un análisis factorial de varianza, que utilizó como variable dependiente los puntajes del primer eje de un ACP realizado sobre las 26 mediciones morfométricas, y como fuentes de variación la zona, la estación del año, y la longitud de horquilla (LH), revela que el 83% de la varianza total queda explicada por la "zona", mientras que la "estación" explica el 10% y la "talla" sólo el 7%.

Los análisis multivariados que consideran sólo un mismo rango de tamaños de peces, y no al conjunto, indican que los individuos de Iquique y Talcahuano se diferencian morfométricamente desde temprano en la ontogenia. Se concluye la existencia de stocks dinámicos en *T. s. murphyi*, uno en el norte y otro en la zona centro-sur de Chile. Se postula la hipótesis que el stock del norte constituiría la parte más austral de un stock de jurel localizado en aguas frente a Perú.

TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
TABLA DE CONTENIDOS .....	i
LEYENDAS DE LAS TABLAS .....	ii
LISTADO DE FIGURAS .....	iv
1. INTRODUCCION .....	1
2. MATERIALES Y METODOS .....	2
3. RESULTADOS .....	4
4. DISCUSION .....	8
5. BIBLIOGRAFIA .....	15
6. ANEXO FIGURAS .....	18

## LEYENDAS DE LAS TABLAS

- Tabla 1. Número de ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados por mes y localidad (I=Invierno 1994; II=Primavera 1994; III=Verano 1995).
- Tabla 2. Valores de F y P resultado del Análisis Canónico realizado sobre 26 mediciones morfométricas de jurel para la diferenciación por zona y mes; con asterisco (\*) se señalan las mediciones con mayores valores del estadístico F ( $F > 50$ ).
- Tabla 3. Frecuencia de clasificación de las localidades (1=Iquique; 2=San Antonio; 3=Talcahuano), resultado del ADM; "grupo" corresponde a la asignación por localidades; "predicho" corresponde a la reclasificación con el ADM.
- Tabla 4. Componentes de carga de las distancias morfométricas para las tres primeras componentes principales en *T. s. murphyi*; con el símbolo "\*" se indica la mayor asociación de cada medida corporal con alguna componente (C<sub>Pi</sub> = i-ésima componente principal; V.E(%) = porcentaje de varianza explicada); V.E<sub>acum.</sub> = porcentaje de varianza acumulada).
- Tabla 5. Resultados del Análisis de efectos para los puntajes del primer eje de un ACP realizado sobre 26 trazos morfométricos de *T. s. murphyi*, donde las fuentes de variación fueron la zona, la estación del año y la longitud de horquilla (LH).
- Tabla 6. Valores de F y P resultado del Análisis Canónico realizado sobre 26 mediciones morfométricas de jureles menores a 31 cm. para la diferenciación por zona y mes; con asterisco (\*) se señalan las 7 mediciones con mayores valores del estadístico F.
- Tabla 7. Componentes de carga de las distancias morfométricas para las tres primeras componentes principales en *T. s. murphyi* con LH ≤ 31 cm., con el símbolo "\*" se indica la mayor asociación de cada medida corporal las componentes (C<sub>Pi</sub> = i-ésima componente principal; V.E(%) = porcentaje de varianza explicada); V.E<sub>acum.</sub> = porcentaje de varianza acumulada).
- Tabla 8. Frecuencia numérica de clasificación de las localidades (1=Iquique; 2=Talcahuano), resultado del ADM realizado para ejemplares de *T. s. murphyi* con LH ≤ 31 cm., "grupo" corresponde a la asignación por localidades; "predicho" corresponde a la reclasificación con el ADM.

Tabla 9. Resultados del Análisis Factorial para los puntajes del primer eje de un ACP realizado sobre 26 trazos morfométricos de *T. s. murphyi* con LH  $\leq$  31 cm., donde los efectos estuvieron representados por las variables zona, estación y LH.

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación de las localidades de muestreo de los ejemplares de *T. s. murphyi* analizados.
- Figura 2. Esquema de los trazos que definen las variables morfométricas para *T. s. murphyi*.
- Figura 3. Distribución de frecuencias de tallas (en porcentaje) para los ejemplares de *T. s. murphyi* obtenidos en las distintas localidades de muestreo, por estación (a=Iquique; b=San Antonio; c=Talcahuano; INV=Invierno; PRM=Primavera; VER= Verano).
- Figura 4. Histogramas de frecuencia realizados para las 10 medidas corporales discriminantes elegidas mediante Análisis Canónico. Nota: El eje horizontal señala la medida relativizada a LH; el eje vertical izquierdo señala la proporción de individuos; y el eje vertical derecho señala el número de individuos.
- Figura 5. Puntajes de ordenación para las componentes canónicas 1 y 2 en la discriminación por zona. Los círculos grandes indican los centroides con un intervalo de confianza del 95%. Nomenclatura: círculos pequeños=Iquique; triángulos= San Antonio; puntos=Talcahuano.
- Figura 6. Puntajes de ordenación para las componentes canónicas 1 y 2 en forma independiente para cada localidad. (a) Iquique; (b) San Antonio; (c) Talcahuano. Nomenclatura en Figura 5.
- Figura 7. Puntajes de ordenación de las 2 primeras componentes principales resultado de un ACP realizado sobre las 9 variables discriminantes (círculos=Iquique; triángulos= San Antonio; puntos=Talcahuano).
- Figura 8. Frecuencia de los puntajes de un Análisis Discriminante Múltiple para los ejemplares de *T. s. murphyi* con  $LH \leq 31$  cm. en la discriminación por localidad (1=Iquique; 2=Talcahuano).

## 1.1 INTRODUCCION

El jurel *Trachurus symmetricus murphyi* es una especie pelágica de amplia distribución en el Océano Pacífico Sur, abarcando desde las costas de Ecuador, Perú y Chile hasta las de Nueva Zelanda y Tasmania (Grechina, 1992). En Chile, el jurel es el principal recurso pesquero y sus desembarques en 1994 sobrepasaron los 4,04 millones de toneladas, correspondiendo el 91% a la unidad de pesquería de la V a la IX Región (Arancibia et al., 1995).

Un requisito primario en el ordenamiento pesquero es la identificación de unidades de stock sobre los que ejerce su acción la pesquería (Tyler, 1988). Winans (1987) señala que el propósito de la identificación de stocks es entender la dinámica de su diferenciación espacial y temporal, para ayudar a las medidas de ordenamiento pesquero. Spanakis et al. (1989) precisan dos acepciones del concepto de stock. La primera, de *stock puro o discreto*, se basa en la idea de poblaciones conespecíficas que han evolucionado independientemente, alcanzando algún grado de diferenciación genética. La segunda, de *stock dinámico*, se limita a una escala temporal mucho menor que la anterior, analizando la persistencia de patrones de distribución y abundancia a una escala temporal ecológica, sin que necesariamente exista diferenciación genética.

La aplicación de técnicas citológicas, bioquímicas y morfológicas ha permitido discriminar stock de peces (Ihssen et al., 1981). Las metodologías más conocidas son: (1) el método de marcaje y recaptura (Hislop & Mackenzie, 1976; Krebs, 1985); (2) el método de electroforesis de proteínas polimórficas (Cross & Payne, 1978); (3) el método morfométrico

y/o merístico (June) 1965; Copeman, 1977; Sharp et al., 1978; Fournier et al., 1984; Winans, 1984; King, 1985; Quast, 1987; Epperly, 1989; Schaefer, 1991); y, (4) el método de la parasitofauna (Lester et al., 1988; George-Nascimento & Iriarte, 1989; George-Nascimento & Arancibia, 1992; 1994).

La metodología morfométrica analiza la variación morfológica entre marcas corporales distinguibles del cuerpo de un pez (Winans, 1987). Ihssen et al. (1981) han cuestionado su uso en base al desconocimiento de la condición heredable de la variación morfológica. Sin embargo, Spanakis et al. (1989) han postulado que estos caracteres se encuentran claramente bajo la influencia de la selección natural. Por lo que, esta metodología debería ser aplicada en la determinación de stocks dinámicos más que en la identificación de stocks discretos.

Consecuentemente, el objetivo de este trabajo es determinar la existencia de unidades de stocks dinámicos de jurel con muestras provenientes de los desembarques de Iquique, San Antonio y Talcahuano, utilizando la técnica de los caracteres morfométricos.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Entre agosto de 1994 y junio de 1995 se recolectó 625 ejemplares de *T. s. murphyi* (Tabla 1), provenientes de los desembarques comerciales de Iquique (n=183), San Antonio (n=46) y Talcahuano (n=396) (Fig. 1).

Tabla 1. Número de ejemplares de *T. s. murphyi* recolectados por mes y localidad.

MES	AÑO	ESTACION	IQUIQUE	SAN ANTONIO	TALCAHUANO
Agosto	1994	Invierno	50	46	50
Septiembre	1994	Invierno			50
Octubre	1994	Primavera	33		50
Noviembre	1994	Primavera			50
Diciembre	1994	Primavera			50
Enero	1995	Verano	50		50
Febrero	1995	Verano			48
Marzo	1995	Verano	50		48
Abril	1995	Otoño			50
Mayo	1995	Otoño	50		50
Junio	1995	Otoño	50		49
TOTAL			283	46	545

En cada ejemplar se registró la longitud horquilla (LH; cm) y 26 distancias corporales, según la técnica propuesta por Winans (1987) para la generación de una red de medidas en entrelazado, a partir de los puntos que se señalan en la Fig. 2, y que ha sido aplicada anteriormente por George-Nascimento y Arancibia (1992), para el caso de *T. s. murphyi*. Dichas distancias son las siguientes: (1-2), (1-3), (2-3), (1-4), (2-4), (3-4), (3-5), (4-5), (3-6), (4-6), (5-6), (5-7), (6-7), (5-8), (6-8), (7-8), (7-9), (8-9), (7-10), (8-10), (9-10), (9-11), (10-11), (9-12), (10-12) y (11-12). Todas las medidas corporales fueron efectuadas sobre el lado izquierdo de cada pez, y sólo cuando el ejemplar se encontraba descongelado, manteniendo su posición natural. Las distancias corresponden a una línea recta entre los puntos, tomadas con un compás de 2 puntas y leídas en una regla graduada.

Debido las diferencias en tamaño de los ejemplares analizados (Fig. 3), las mediciones ( $X_i$ ) fueron relativizadas a LH, según la expresión:

$$Y_i = \left( \frac{X_i}{LH} \times 100 \right) \quad (1)$$

donde  $Y_i$  corresponde al valor relativizado a LH.

Para visualizar la normalidad de los datos, las mediciones morfométricas relativizadas a LH fueron graficadas en histogramas de frecuencia individuales. Se identificó los trazos morfométricos que explican mayores diferencias entre localidades mediante Análisis Discriminante Múltiple (ADM), realizado sobre una matriz de covarianza, donde la variable clasificatoria utilizada fue la zona. Mediante este mismo criterio se identificó las variables que aportaron mayor diferenciación morfométrica entre estaciones del año.

Para determinar los efectos de la localidad y estación del año sobre la forma del pez, se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA) factorial que utilizó como variable dependiente los puntajes del primer eje de un Análisis de Componentes Principales (ACP), realizado sobre el total de las mediciones corporales, y como fuente de variación las variables zona, estación y LH.

### 3. RESULTADOS

El Análisis Canónico revela que los mayores valores del estadístico F se obtienen para la diferenciación entre localidades (Tabla 2). Las mediciones relativizadas a LH que explican mayores diferencias entre las zonas ( $F > 70$ ) han sido representadas en sus frecuencias a través de histogramas,

observándose en todos los casos distribución normal o aproximadamente normal (Figs. 4a-4i).

El resultado del ADM realizado sobre las 10 variables morfométricas con mayor valor del estadístico F para la diferenciación por zona (Tabla 2), revela diferencias altamente significativas entre las localidades (Lamda de Wilk=0,368; F=21.129;  $p < 0,001$ ).

Tabla 2. Valores de F y P resultado del Análisis Canónico realizado sobre 26 mediciones morfométricas de jurel para la diferenciación por zona y estación; con asterisco (\*) se señalan las mediciones con mayores valores del estadístico F ( $F > 70$ )

Variable	ZONA		ESTACION	
	F	P	F	P
1-2	8,984	0,000	7,767	0,000
1-3	53,653	0,000	55,182	0,000
* 1-4	132,941	0,000	40,216	0,000
* 2-3	75,614	0,000	52,978	0,000
* 2-4	134,447	0,000	23,510	0,000
3-4	24,612	0,000	28,856	0,000
3-5	21,346	0,000	22,932	0,000
3-6	50,365	0,000	17,823	0,000
4-5	14,596	0,000	16,818	0,000
4-6	19,281	0,000	4,903	0,002
5-6	45,970	0,000	28,774	0,000
* 5-7	96,844	0,000	7,581	0,000
5-8	68,877	0,000	18,388	0,000
* 6-7	139,651	0,000	8,255	0,000
6-8	7,640	0,001	3,943	0,008
* 7-8	79,121	0,000	12,591	0,000
7-9	14,292	0,000	24,154	0,000
* 7-10	74,324	0,000	20,512	0,000
8-9	67,350	0,000	2,124	0,096
8-10	4,699	0,009	4,579	0,003
* 9-10	72,558	0,000	1,579	0,193
9-11	35,976	0,000	65,807	0,000
9-12	41,993	0,000	66,181	0,000
* 10-11	104,870	0,000	1,698	0,166
* 10-12	105,416	0,000	3,061	0,027
11-12	42,693	0,000	40,862	0,000

Las frecuencias de reclasificación indican que el 77% de los individuos están bien clasificados (Tabla 3), correspondiendo a la localidad 2 (=San Antonio) la reclasificación más alta (84%); seguido de la localidad 1 (=Iquique), con 78%; y la localidad 3 (=Talcahuano), con 75%. Sin embargo, los ejemplares de Iquique se encuentran mayormente segregados de los de San Antonio y Talcahuano en el primer eje canónico (Fig. 5). Estas dos últimas localidades se sobreponen largamente en el primer eje canónico, aunque se segregan muy levemente en el segundo, lo que se visualiza de mejor forma en la Fig. 6, donde se ha graficado el resultado del ADM, aunque independientemente para cada localidad; Iquique presenta una alta individualidad grupal, mientras que San Antonio y Talcahuano poseen un alto porcentaje de mezcla.

Tabla 3. Frecuencia numérica de clasificación de las localidades (1=Iquique; 2=San Antonio; 3=Talcahuano), resultado del ADM; "grupo" corresponde a la asignación por localidades; "predicho" corresponde a la reclasificación con el ADM

GRUPO =LOCALIDAD	PREDICHO			TOTAL LOCALIDAD
	1	2	3	
1	222	7	54	283
2	0	39	7	46
3	59	77	409	545
TOTAL PREDICHO	281	123	470	874

Un ACP realizado sobre las variables discriminantes (Tabla 2), revela que las 2 primeras componentes principales explican el 58% de la varianza (Tabla 4). Las medidas que se asocian mayormente con la primera componente principal son (5-7), (6-7), (7-8) y (7-10), que corresponden a la parte media del

tronco. Además, las medidas (9-10), (10-11) y (10-12), que corresponden a la parte posterior del tronco y región caudal, se asocian mayormente con la segunda componente principal; en tanto que a la tercera componente se asocian los trazos (1-4), (2-3) y (2-4), que corresponden a la región de la cabeza.

La primera componente principal, que arrastra 40% de la varianza, explica la diferenciación entre la zona 1 (Iquique) y las zonas 2 (San Antonio) y 3 (Talcahuano); mientras que a lo largo de la segunda componente, que arrastra 20% de la varianza, no se observa una diferenciación muy clara, aunque la localidad de San Antonio tiende a concentrarse al lado negativo de las ordenadas (Fig. 7).

Tabla 4. Componentes de carga de las distancias morfométricas para las tres primeras componentes principales en *T. s. murphyi*; con el símbolo "\*" se indica la mayor asociación de cada medida corporal con alguna componente (CPi = i-ésima componente principal; V.E(%) = porcentaje de varianza explicada; V.E<sub>acum.</sub> = porcentaje de varianza acumulada)

Variable	CP1	CP2	CP3
1-4	-0,275	0,228	0,621*
2-3	-0,168	0,146	0,731*
2-4	-0,346	0,191	0,747*
5-7	1,045*	0,955	-0,562
6-7	1,125*	0,448	0,113
7-8	0,921*	0,210	0,483
7-10	0,878*	0,175	0,517
9-10	0,726	-0,617*	0,074
10-11	0,843	-0,739*	0,032
10-12	0,849	-0,736*	0,037
V.E (%)	40,39	18,14	15,17
V.E <sub>acum.</sub>	40,39	58,53	73,70

En consecuencia, los trazos que definen la forma de las regiones posterior y caudal del cuerpo de los peces (Fig. 2), explican de mejor forma la diferenciación de Iquique versus San Antonio y Talcahuano que los trazos morfométricos asociados a la cabeza de los peces.

La determinación de los efectos realizada mediante un Análisis de Varianza Factorial (Tabla 5), que utilizó como variable dependiente los puntajes de la primera componente de un ACP realizado sobre el total de los ejemplares, revela que la ZONA explica el 83% de la varianza, en tanto que la ESTACION el 10% y la TALLA (LH) el 7%.

Tabla 5. Resultados del ANOVA factorial para los puntajes del primer eje de un ACP realizado sobre 26 trazos morfométricos de *T. s. murphyi*, donde las fuentes de variación fueron la zona, la estación del año y la longitud de horquilla (LH)

Fuente	SC	gl	CM	F	P
Zona	553,607	2	276,804	61,901	0,000
Estación	101,305	3	33,768	7,552	0,000
LH	949,660	38	24,991	5,589	0,000
Error	3711,541	830	4,472		

#### 4. DISCUSION

Previo a las evaluaciones de la abundancia de una población, en el ordenamiento pesquero se debería reconocer el número de stocks sobre los que se ejerce la actividad pesquera. Al respecto, los caracteres morfométricos proporcionan

información útil para describir e identificar stocks de peces (Joseph, 1988).

Los métodos estadísticos multivariados hacen posible el uso de más de una sola medición por individuo, resultando en una mayor discriminación entre stocks a través de la combinación de un conjunto de variables (Mendo, 1991). Al respecto, Sokal & Rinkel (1963, fide Winans, 1987) señalan que la variación geográfica no es un proceso de adaptación de pocos caracteres a una variable ambiental simple, si no más bien un proceso que envuelve la adaptación de varios caracteres a diversos factores ambientales interdependientes. Por lo tanto, el análisis multivariado permite un correcto entendimiento de la variación entre localidades.

Los resultados de los ADM exploratorios (Tabla 2), revelan que las diferencias de las medidas morfométricas de individuos de *T. s. murphyi* son mayores entre localidades que entre estaciones del año. En efecto, aunque la mayoría de las distancias morfométricas muestran diferencias significativas tanto en el análisis por zona, como en el análisis por estación del año, los valores del estadístico F son mucho mayores para el caso de la "zona" que para la "estación" (ver Tabla 2, variables precedidas con asterisco).

El resultado del ADM realizado sobre las 10 variables discriminantes, revela segregación entre las localidades (Tabla 3; ver la diagonal) y entre las elipses trazadas alrededor de los centroides (Fig. 5). La mayor reclasificación ocurre para localidad de San Antonio (84%), que se mezcla exclusivamente con Talcahuano, mientras que para Iquique alcanza a 78%, y para Talcahuano a 75% (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de F y P resultado del Análisis Canónico realizado sobre 26 mediciones morfométricas de jureles menores a 31 cm. para la diferenciación por zona y mes; con asterisco (\*) se señalan las 7 mediciones con mayores valores del estadístico F ( $F > 70$ )

Variable	ZONA		MES	
	F	P	F	P
1-2	1,948	0,163	1,807	0,145
1-3	23,052	0,000	12,443	0,000
1-4	41,330	0,000	0,461	0,709
2-3	28,197	0,000	9,893	0,000
* 2-4	70,133	0,000	1,067	0,363
3-4	0,475	0,491	10,847	0,000
3-5	25,084	0,000	22,202	0,000
3-6	49,063	0,000	19,679	0,000
4-5	3,488	0,062	12,017	0,000
4-6	20,477	0,000	3,739	0,011
5-6	62,414	0,000	34,962	0,000
* 5-7	119,927	0,000	30,301	0,000
* 5-8	89,165	0,000	40,360	0,000
* 6-7	130,903	0,000	42,706	0,000
6-8	10,830	0,001	4,873	0,002
* 7-8	82,453	0,000	21,981	0,000
7-9	1,172	0,280	3,394	0,018
* 7-10	88,275	0,000	29,466	0,000
8-9	61,167	0,000	15,562	0,000
8-10	0,120	0,730	2,770	0,041
9-10	44,632	0,000	20,470	0,000
9-11	0,259	0,611	26,635	0,000
9-12	2,400	0,122	20,644	0,000
10-11	62,037	0,000	19,640	0,000
* 10-12	70,162	0,000	32,628	0,000
11-12	2,669	0,103	25,851	0,000

Al comparar la segregación en los puntajes de las componentes canónicas 1 y 2 (Fig. 5), se observa que la localidad de Iquique se segrega de Talcahuano y San Antonio, mientras que estas dos últimas zonas presentan un alto nivel de mezcla (Fig. 6). La interpretación es la siguiente:

- (i) Los individuos de *T. s. murphyi* provenientes de Iquique presentan una mayor individualidad como grupo que los provenientes de San Antonio y Talcahuano, por lo que se infiere que los primeros permanecen más aislados que los de las otras localidades (Tablas 3 y 6);
- (ii) Debido a la menor distancia geográfica entre San Antonio y Talcahuano, ocurre mayor mezcla entre individuos de *T. s. murphyi* provenientes de estas localidades, y menor mezcla con Iquique (Tablas 3 y 6);
- (iii) Sin embargo, la individualidad al interior de cada localidad aparece alta, aunque disminuye rápidamente de norte a sur (Tabla 3; Figura 6), y;
- (iv) Si se considera como variable clasificatoria a "la zona", ésta explica un 83% de la varianza; el resto lo aportan la estación del año (10%) y la talla (7%) (Tabla 5). En consecuencia, el peso que aporta "la zona" a la diferenciación morfométrica de los individuos de *T. s. murphyi* es 8 veces mayor al que aporta la estación del año y 12 veces mayor al que aporta la talla del pez, aunque se reconoce que la localidad y LH son también significativas.

Aunque la relativización de las medidas corporales a LH (Ec. 1) disminuye el efecto de la talla en la forma del pez (Tabla 5), se ha considerado útil avanzar en nuevos análisis, aunque considerando ahora sólo a peces de tamaños similares, por localidad, *siendo el propósito indagar si los peces se diferencian morfométricamente en la ontogenia temprana*. Al respecto, los peces de Iquique son los más pequeños y tienen un tamaño máximo de 31 cm de LH. Los provenientes de San Antonio quedan fuera de análisis ulteriores, debido a que

todos superan esta talla (Fig. 3).

Un ADM, considerando las 26 medidas corporales en peces de tamaño menor o igual que 31 cm de LH, para las localidades de Iquique y Talcahuano, señala que las medidas más discriminantes ( $F > 70$ ) entre estas localidades son (2-4), (5-7), (5-8), (6-7), (7-8), (7-10) y (10-12) (Tabla 7), que se ubican principalmente en las partes medio-posterior y caudal del cuerpo (Fig. 2). A la primera componente principal, que explica el 47% de la varianza, se asocian mayormente los trazos (5-8), (6-7), (7-8), (7-10) y (10-12), que se ubican en la parte media y posterior del cuerpo del pez, y que se relacionan principalmente con la profundidad corporal (Tabla 8); a la segunda componente principal, que explica el 14% de la varianza, se asocia el trazo (2-4), ubicado en la cabeza del pez; y a la tercera componente principal se asocia el trazo (5-7) que da cuenta de las inserciones de las aletas pectoral y anal.

Tabla 7. Componentes de carga de las distancias morfométricas para las tres primeras componentes principales en *T. s. murphyi* con  $LH \leq 31$  cm., con el símbolo "\*" se indica la mayor asociación de cada medida corporal las componentes (CPi = i-ésima componente principal; V.E(%) = porcentaje de varianza explicada); V.E<sub>acum.</sub> = porcentaje de varianza acumulada)

Variable	CP1	CP2	CP3
2-4	-0,241	0,933*	0,230
5-7	0,654	-0,213	0,618*
6-7	0,819*	-0,004	0,222
5-8	0,738*	0,138	0,243
7-8	0,783*	0,143	-0,357
7-10	0,801*	0,156	-0,301
10-12	0,565*	0,050	0,051
V.E (%)	46,79	14,02	12,49
V.E <sub>acum.</sub>	46,79	60,81	73,20

Tabla 8. Frecuencia numérica de clasificación de las localidades (1=Iquique, 2=Talcahuano), resultado del ADM realizado para ejemplares de *T. s. murphyi* con  $LH \leq 31$  cm., "grupo" corresponde a la asignación por localidades; "predicho" corresponde a la reclasificación con el ADM

GRUPO =LOCALIDAD	PREDICHO		TOTAL LOCALIDAD
	1	2	
1	211	68	279
2	26	185	211
TOTAL PREDICHO	237	253	490

Lo anterior confirma que la diferenciación morfométrica entre las localidades de Iquique y Talcahuano se asocia mayormente a la región media y posterior del cuerpo de los peces (Tabla 4). Por otro lado, el 24% de los individuos desembarcados en Iquique se sobreponen con los de Talcahuano, y sólo el 12% de los de esta última localidad se sobreponen con los de Iquique (Fig. 8; Tabla 8). Finalmente, el efecto de la zona explica el 85% de la varianza, la estación el 9% y LH sólo el 6% (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados del ANCOVA para los puntajes del primer eje de un ACP realizado sobre 26 trazos morfométricos para ejemplares de *T. s. murphyi* con  $LH \leq 31$  cm., donde la variable clasificatoria fue la zona y la covariable la estación del año

Fuente	SC	gl	CM	F	P
Zona	361,801	1	361,801	79,661	0,000
Estación	119,136	3	39,712	8,744	0,000
LH	440,853	18	24,492	5,393	0,000
Error	2121,004	467	4,542		

En consecuencia, los individuos de *T. s. murphyi* desembarcados en el norte (Iquique) y centro-sur de Chile (Talcahuano), se diferencian morfológicamente desde temprano en la ontogenia, lo que se interpreta como que estos peces no se han mezclado de manera importante, por lo que se reafirma la inferencia de que pertenecen a unidades ecológicas fuertemente segregadas, conformando dos unidades de stock dinámicos en Chile, lo que concuerda con lo informado anteriormente para esta especie por George-Nascimento y Arancibia (1992).

Finalmente, nosotros planteamos la hipótesis que los individuos de *T. s. murphyi* del norte de Chile corresponderían a la parte más austral de un stock ecológico peruano, segregado del de Chile centro-sur.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Arancibia, H., L. Cubillos, L. Vilugrón y D. Arcos. 1995. Evaluación del stock de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) entre 1978 y 1994, con énfasis en la pesquería de la zona centro-sur de Chile. Doc. Téc. Inst. Inv. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4, Núm. 1, 38 p. + 24 figs.
- Copeman, D. 1977. Population differences in rainbow smelt, *Osmerus mordax*: multivariate analysis of mensural and meristic data. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34: 1220-1229.
- Cross, T. & R. Payne. 1978. Geographic variation in Atlantic cod, *Gadus morhua*, off eastern North America: a biochemical systematic approach. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 35: 117-123.
- Epperly, S.P. 1989. A meristic, morphometric and biochemical investigation of atlantic menhaden *Brevoortia tyrannus* (Latrobe). Journal of Fish Biology 26: 139-152.
- Fournier, D.A., T.D. Beacham, B.E. Riddell & C. Busack. 1984. Estimating stock composition in mixed stock fisheries using morphometric, meristic, and electrophoretic characteristics. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41: 400-408.
- George-Nascimento M. & J. Iriarte. 1989. Las infracomunidades de parásitos metazoos del chancharro *Helicolenus lengerichi* Norman, 1937 (Pisces, Scorpaenidae): un ensamble no interactivo de especies. Revista Chilena de Historia Natural 62: 217-227.
- George-Nascimento M. & H. Arancibia. 1992. Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. Revista Chilena Historia Natural 65: 453-470.
- Grechina, A.S. 1992. Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en alta mar del Pacífico Sur. H. Arancibia y L. Cubillos (Eds.). Doc. Téc. Inst. Inv. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 1, Núm. 2: 47 p. + 21 figs.

Hyslop, J. & K. Mackenzie. 1979. Population studies of whiting *Merlangius merlangus* (L.) of the northern North Sea. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 37(1): 98-111.

Ihssen, P., H. Booke, J. Casselman, J. McGlade, N. Paine, & F. Utter. 1981. Stock identification: materials and methods. Proceedings of the stock concept International Symposium. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 38: 1838-1855.

Joseph, J. (Editor). 1988. Annual Report of the Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla, California, 20, 264 p.

June, F. 1965. Comparison of vertebral counts of atlantic menhaden. United States Fish and Wildlife Service. Special Scientific Report. Fisheries 513, 12 p.

King, D. P. 1985. Morphological and meristic differences among spawning aggregations of north-east Atlantic herring, *Clupea harengus* L. Journal of Fish Biology 26: 591-607.

Krebs, C.J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. México, HARLA, Harper & Row Latinoamericana. Segunda Edición, 753 p.

Lester, R., K. Sewell., A. Barnes. & K. Evans. 1988. Stock discrimination of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, by parasite analysis. Marine Biology (99):137-143.

Mendo, J. 1991. Stock identification of Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*): morphometric, tagging/recapture, electrophoretic and ecological studies. Dr. rer. nat. Thesis, University of Bremen, RFG, 162 p.

Quast, J., 1987. Morphometric variation of the pacific ocean perch *Sebastes allotus*, off western North America. Fishery Bulletin 85: 663-680.

Schaefer, K. 1991. Geographic variation in morphometric characters and gill-raker counts of yellowfin tuna *Thunnus albacares* from the Pacific Ocean. Fishery Bulletin 89: 289-297.

Sharp, J., K. Able, W. Legget & J. Carscadden. 1978. Utility of meristic and morphometric characters for identification of capelin (*Mallotus villosus*) stocks in Canadian Atlantic waters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 35: 124-130.

- Spanakis, E., N. Tsimenides & E. Zoures. 1989. Genetic difference between populations of sardine *Sardina pilchardus*, and anchovy *Engraulis encrasicolus*, in the Aegean and Ionian seas. *Journal of Fish Biology* 35: 365-378.
- Tyler, A. 1988. Biological bases for management of groundfish resources of the west coast of Canada. *Fishery Science and Management*. W.S. Wooster (Ed.), Springer-Verlag. 28: 216-234.
- Winans, G. 1984. Multivariate morphometric variability in Pacific salmon: technical demonstration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41: 1150-1159.
- Winans, G. 1987. Using morphometric and meristic characters for identifying stocks of fish. National Marine Fisheries Service Northwest and Alaska Fisheries Center. NOAA Technical Memorandum NMI S-SEFC 199: 25-62.

ANEXO FIGURAS

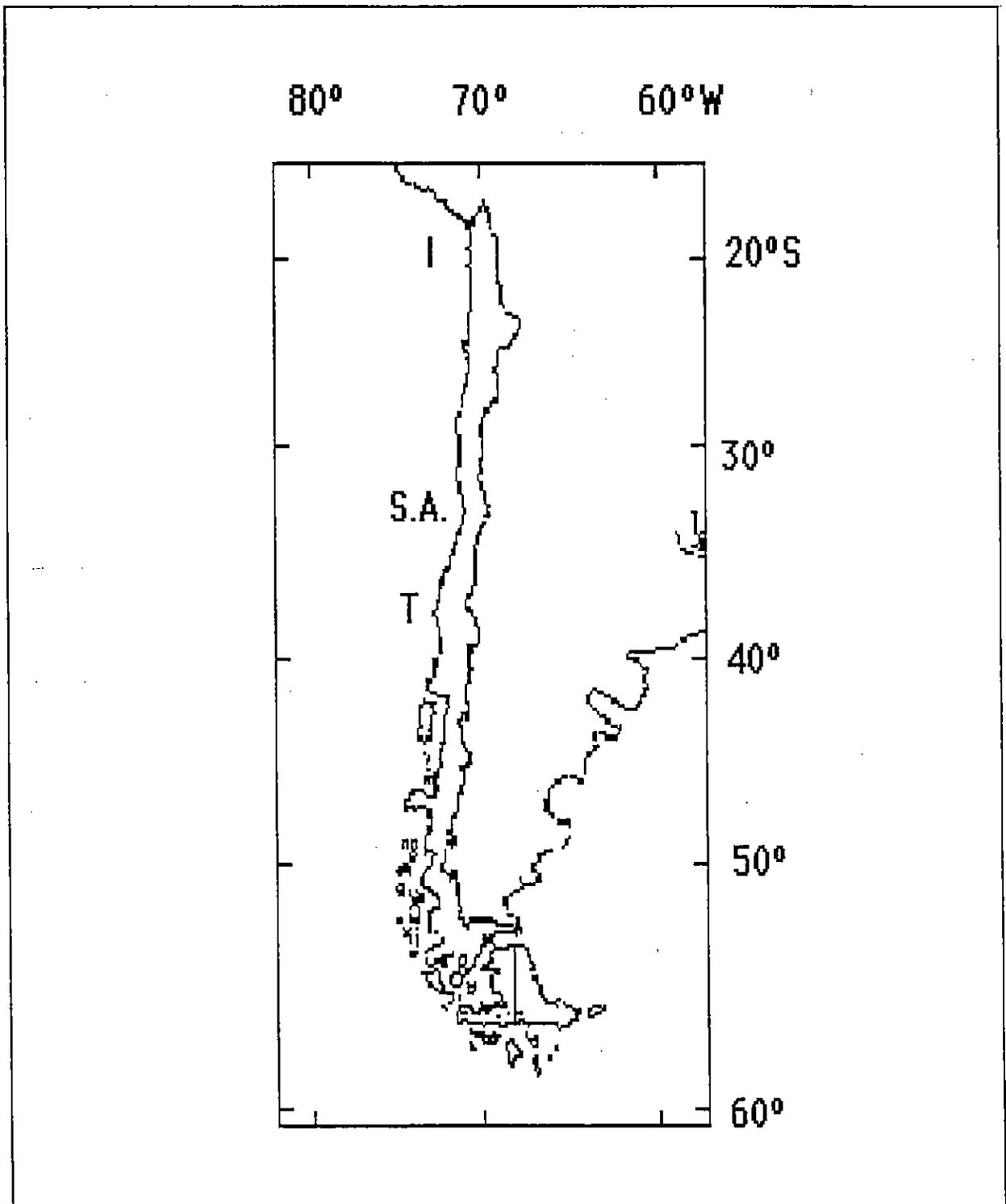


Figura 1. Ubicación de las localidades de muestreo de los ejemplares de *T. s. murphyi*. Nomenclatura: I=Iquique; S.A=San Antonio; T=Talcahuano.



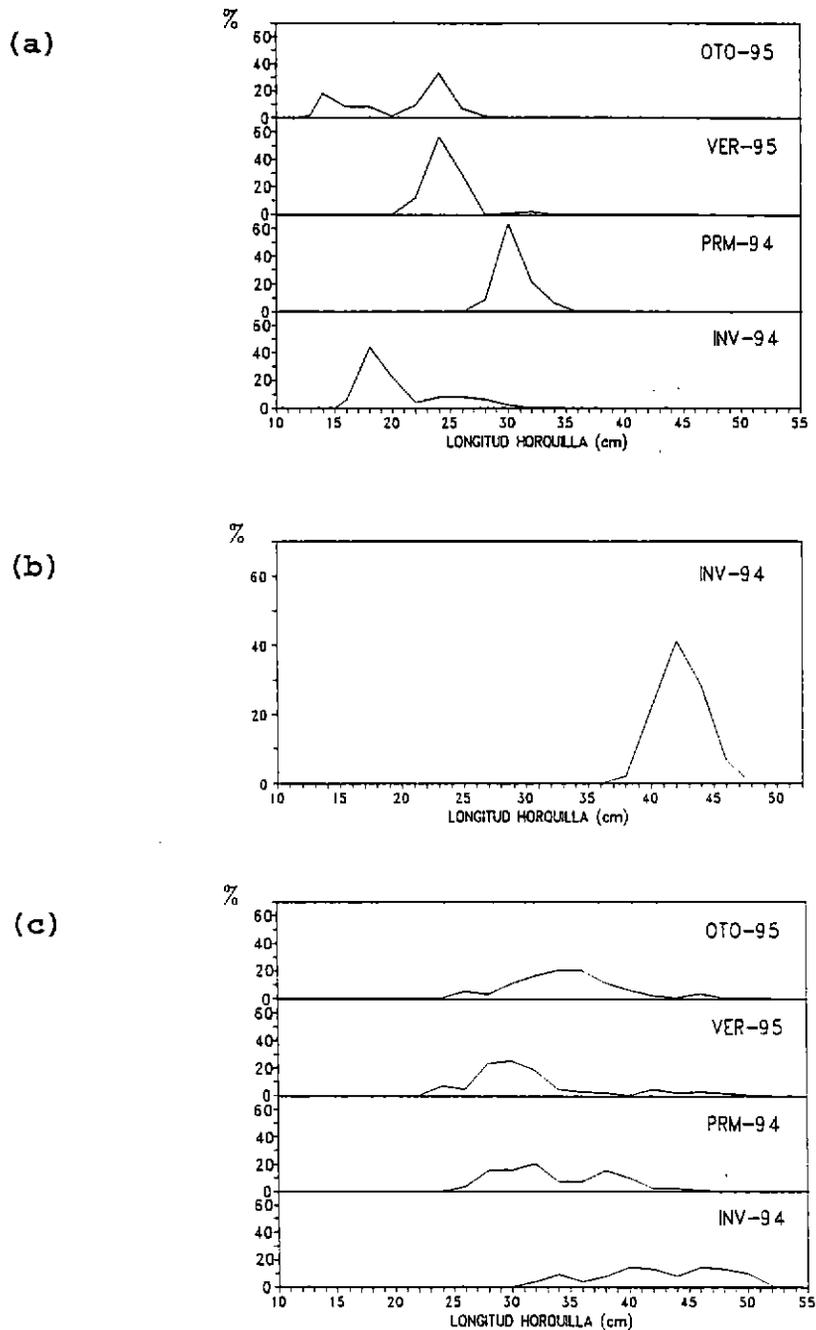
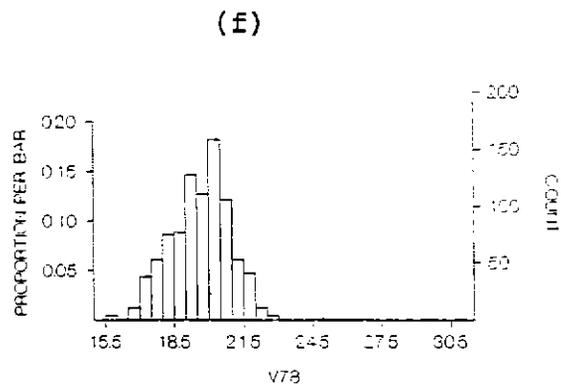
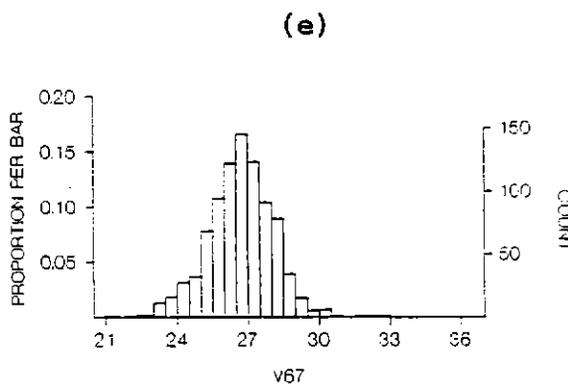
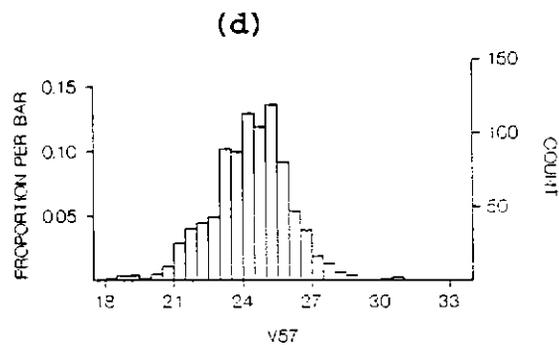
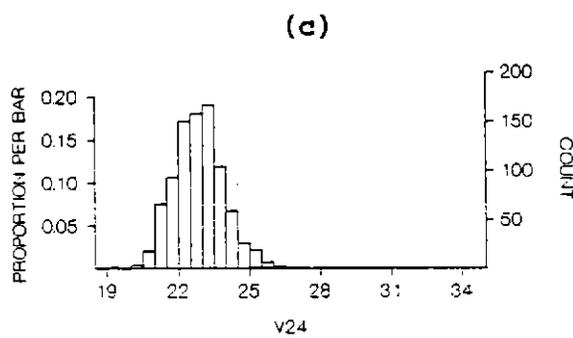
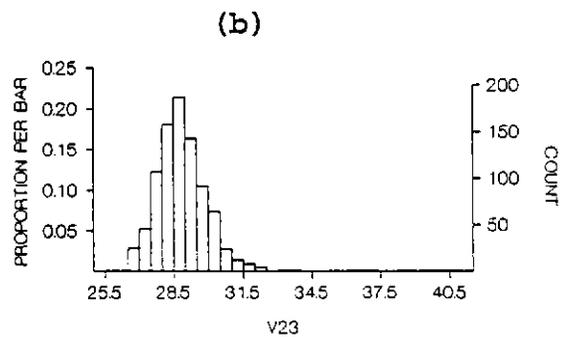
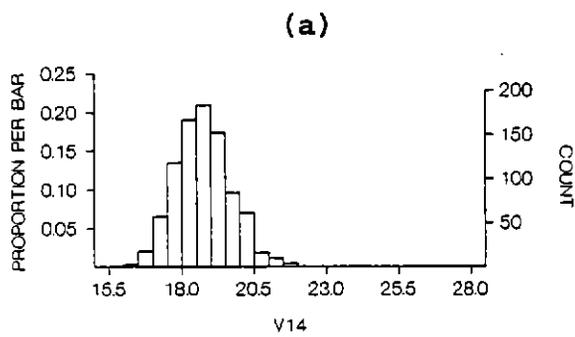


Figura 3. Distribución de frecuencias de tallas (en porcentaje) para los ejemplares de *T. s. murphyi* obtenidos en las distintas localidades de muestreo, por estación (a=Iquique; b=San Antonio; c=Talcahuano; INV=Invierno; PRM=Primavera; VER= Verano; OTO= Otoño).



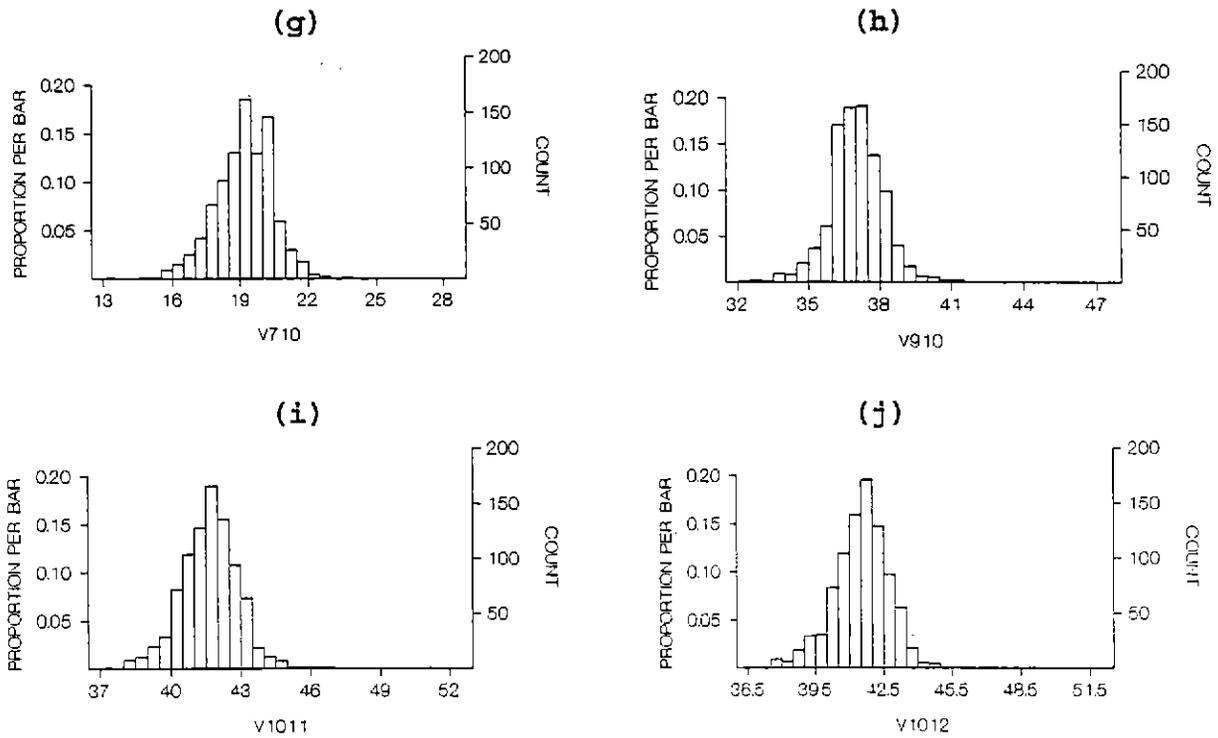


Figura 4. Histogramas de frecuencia realizados para las 10 medidas corporales discriminantes elegidas mediante Análisis Canónico. Nota: El eje horizontal señala la medida relativizada a LH; el eje vertical izquierdo señala la proporción de individuos; y el eje vertical derecho señala el número de individuos (a=trazo 1-4; b=trazo 2-3; c=trazo 2-4; d=trazo 5-7; e=trazo 6-7; f=trazo 7-8; g=trazo 9-10; h=trazo 10-11; i=trazo 10-12).

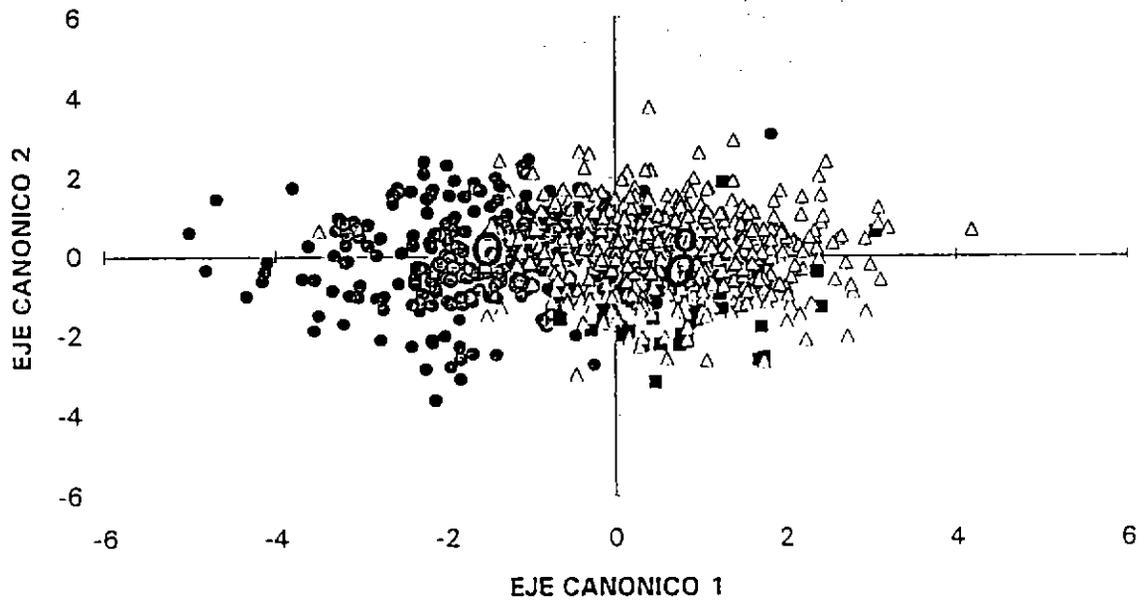


Figura 5. Puntajes de ordenación para las componentes canónicas 1 y 2 en la discriminación por zona. Los círculos grandes indican los centroides con un intervalo de confianza del 95%. Nomenclatura: círculos pequeños=Iquique; cuadrados=San Antonio; triángulos=Talcahuano.

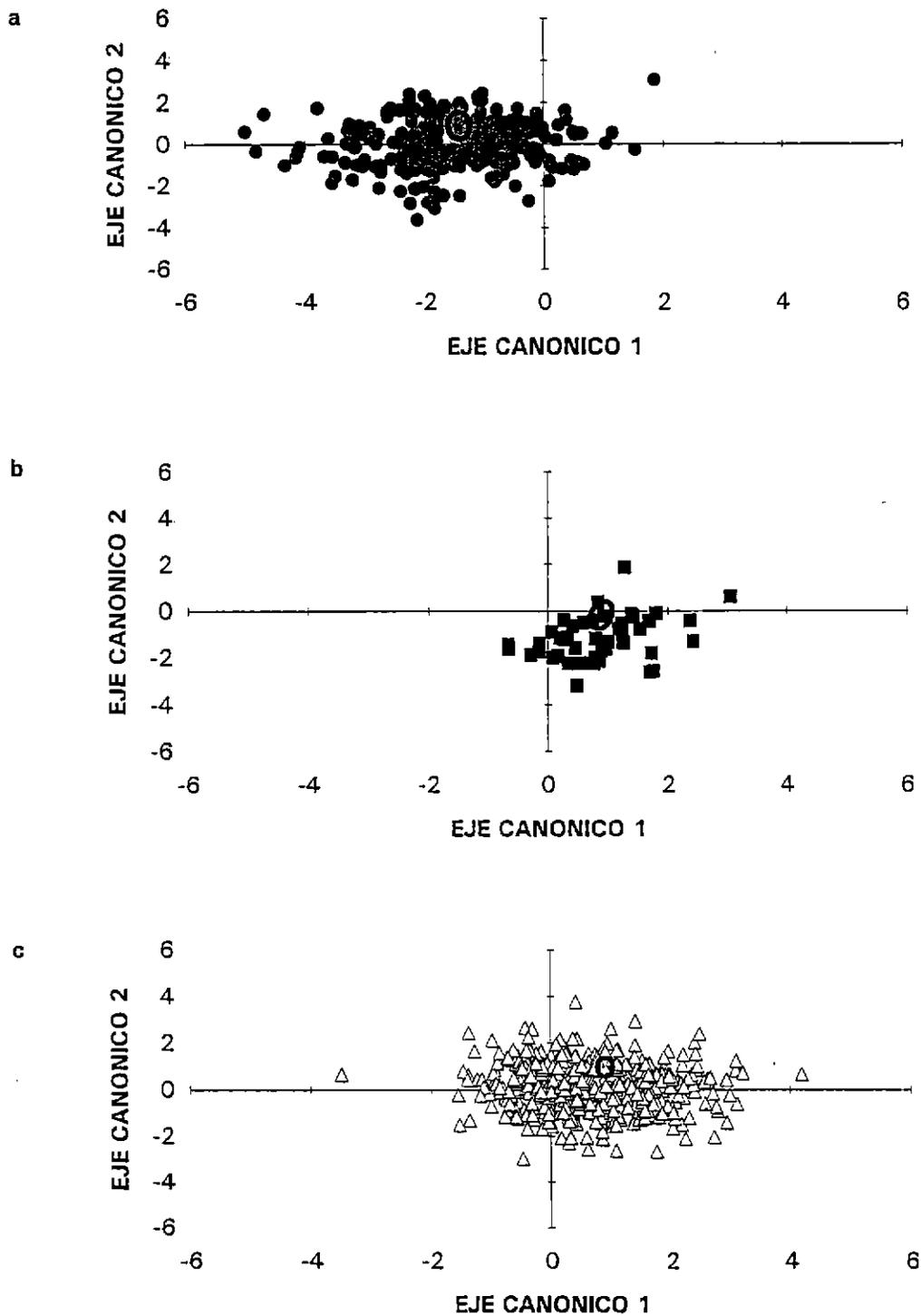


Figura 6. Puntajes de la ordenación para las componentes canónicas 1 y 2 en forma independiente para cada localidad. (a) Iquique; (b) San Antonio; (c) Talcahuano. Los círculos grandes representan los centroides con 95% de confianza.

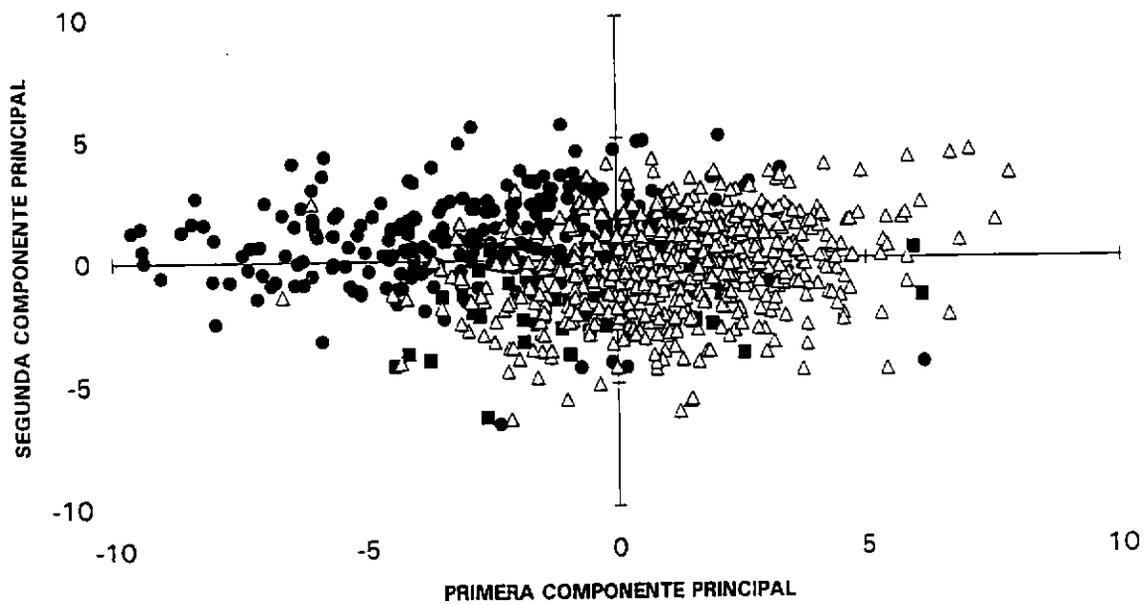


Figura 7. Puntajes de ordenación de las 2 primeras componentes principales resultado de un ACP realizado sobre las 7 variables discriminantes (círculos=Iquique; cuadrados= San Antonio; triángulos=Talcahuano).

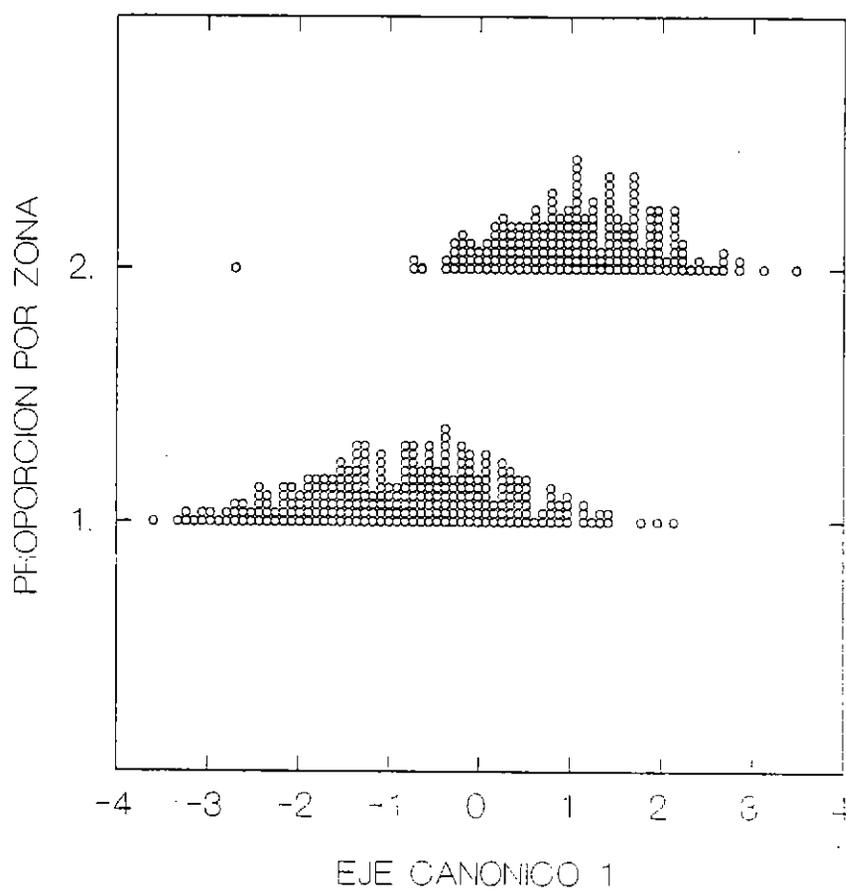


Figura 8. Frecuencia de los puntajes de un Análisis Discriminante Múltiple para los ejemplares de *T. s. murphyi* con  $LH \leq 31$  cm en la discriminación por localidad (1=Iquique; 2=Talcahuano).