



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 93 - 04

INFORME : EVALUACION HIDROACUSTICA DEL
FINAL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL
SUR EN LA ZONA DE GUAFO Y GUAMBLIN,
X Y XI REGIONES

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
EJECUTORA

INFORME FINAL

"EVALUACION HIDROACUSTICA DEL STOCK
DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR EN LA ZONA
DE GUAFO Y GUAMBLIN, X y XI REGIONES"

ENERO 1995



INSTITUTO
DE FOMENTO
PESQUERO
- CHILE -

*30 Años
Contribuyendo al
Desarrollo del
Sector Pesquero*

INFORME FINAL

PROYECTO

"EVALUACION HIDROACUSTICA DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA
DEL SUR EN LA ZONA DE GUAFO Y GUAMBLIN, X Y XI REGIONES"

REQUIRENTE : FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

EJECUTOR : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

AUTORES

Evaluación Directa : Sergio Lillo
Adrián Paillamán
Víctor Correa

Aspectos Biológicos : Emilio Figueroa
Renato Céspedes
Hernán Miranda

Aspectos Oceanográficos: José L. Blanco
Andrés Vega

Aspectos Reproductivos : Fernando Balbontín
Ricardo Bravo
Rolando Bernal

INFORME FINAL

PROYECTO

"EVALUACION HIDROACUSTICA DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR EN LA ZONA DE GUAFO Y GUAMBLIN, X Y XI REGIONES"

Personal Participante (*)

Fernando Balbontín	- Aspectos Reproductivos
Roberto Bahamonde	- Evaluación Directa
Rolando Bernal	- Aspectos Reproductivos
José L. Blanco	- Oceanografía
Ricardo Bravo	- Aspectos Reproductivos
Renato Céspedes	- Aspectos Biológicos
Sergio Contreras	- Aspectos Oceanográficos
Víctor Correa	- Evaluación Hidroacústica
José Donoso	- Aspectos Biológicos
René Durán	- Aspectos Oceanográficos
Emilio Figueroa	- Aspectos Biológicos
Sergio Lillo	- Evaluación Hidroacústica
Hernán Miranda	- Estadística
Adrián Paillamán	- Evaluación Hidroacústica
Luis Rodríguez	- Aspectos Reproductivos
Andrés Vega	- Oceanografía

(*) Ordenados por orden alfabético

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al Informe Final del proyecto "Evaluación Hidroacústica del Stock Desovante de Merluza del Sur en la Zona Guafo y Guamblin, X y XI Regiones". En él se entregan los resultados obtenidos durante un crucero de investigación realizado a bordo del B/I "Abate Molina" en el área de la plataforma continental entre las latitudes 43°00'S (Cabo Quilán) y 47°00'S (Golfo de Penas), en el período comprendido entre el 19 de agosto y 17 de septiembre de 1994.

Durante el crucero se efectuó una evaluación de la merluza del sur mediante el método hidroacústico, muestreo de las capturas de merluza del sur para determinar la estructura poblacional, aspectos reproductivos, abundancia por edad y sexo del stock, estaciones de muestreo oceanográficas y muestreo de la fauna acompañante.

La zona de estudio fue cubierta con 38 transectas de muestreo acústico entre los veriles de 120 a 550 m de profundidad, 44 lances de pesca de identificación 31 realizados con una red de arrastre de mediana y 13 con red de arrastre de fondo. Además de 38 estaciones oceanográficas distribuidas en 13 transectas.

En la evaluación acústica se utilizó un diseño de muestreo de tipo sistemático, con transectas perpendiculares a la costa y una separación entre ellas de 6 millas náuticas. La ecointegración se realizó con un sistema de ecointegración marca Simrad modelo EK 500, operando en la frecuencia de 38 KHz.

La biomasa de merluza del sur estimada mediante métodos acústicos alcanzó a 23.123 t con un error de estimación del 29% y una densidad promedio para 7,6 t/mn², en un área de 3.037 mn².

Aunque latitudinalmente la merluza del sur estuvo presente a lo largo de toda la zona de estudio y longitudinalmente su distribución se localizó en el área comprendida entre las profundidades de 300 a 540 m de profundidad. Las mayores densidades se detectaron ^{EN LA} zona ubicada al sur de isla Guamblin y que corresponde a las principales áreas de operación de la flota arrastrera tanto fábrica como hielera durante los meses de julio y agosto del presente año.

La abundancia en número de ejemplares de merluza del sur alcanzó a 7,65 millones, de las cuales 5,2 millones (68%) correspondieron a machos y 2,41 millones (32%) a hembras. Siendo en ambos sexos el mayor aporte el realizado por los grupos de edades completamente reclutados (12+), los cuales efectúan en promedio un aporte del 82% de la abundancia estimada.

Las edades capturadas correspondieron de 6 a 23 años en machos y 7 a 24 años en hembras, teniendo en ambos sexos una fuerte representatividad el grupo de edad de 13 años.

En términos de biomasa, en machos los grupos de edades mas abundantes correspondieron a los 13 y 15 años con un aporte de 2 mil t cada uno y donde el grupo de edades completamente reclutadas alcanzó a 12.500 t, equivalentes al 86,7% del total del sexo.

En hembras los grupos de edades mas abundantes, correspondieron a los grupos de edades de 12-13 y 16-17 años con un valor cercano a las mil t cada uno. El aporte del grupo de edades completamente reclutadas alcanzó a 7.605 t representando el 87,3% de la biomasa de hembras.

Las estructuras de tallas presentan una distribución unimodal para machos con una longitud promedio de 75 cm, en tanto en

hembras la distribución es mas aplanada sin que se note el predominio de algún grupo de longitud en particular, situación que también ha sido observada en los muestreos realizados en la flota arrastrera en el área de estudio durante períodos reproductivos.

La proporción sexual muestra en general un claro dominio de los machos los cuales están presentes en razón de 2:1 con respecto a las hembras, lo cual es similar a lo observado en 1993 en muestreos de la flota industrial en el área de la unidad de pesquería norte.

En el aspecto reproductivo se aprecia el desarrollo de un proceso de este tipo en el período del estudio, con un alto porcentaje (23%) de hembras en estado de maduración con desove parcial reciente (EMS 3A). La presencia de ovarios en estado virginal (EMS 1) correspondió a principalmente a ejemplares de longitudes inferiores a 69 cm, lo que concuerda con la estimaciones de talla de 50% de primera madurez sexual, la cual se ha estimado en 69,4 cm.

Los bajos valores de índices gonádicos conjuntamente con la escasa presencia de hembras en estadio maduras, indican que probablemente el stock de merluza del sur no estaba en el máximo de su actividad reproductiva, situación que pudo afectar los resultados de fecundidad modal a la talla los cuales correspondieron en promedio a la mitad de los estimados para el año 1991.

En relación a la fauna acompañante la merluza de cola, constituye la principal especie en los lances realizados con red de media-gua, donde representa el 96,36% de la captura total y la merluza del sur 3,4%, siendo ellas las principales especies capturadas

con este tipo de red, registrándose un aporte minoritario de especies como congrio dorado y reineta.

En las capturas con red de arrastre de fondo, la principal especie de fauna acompañante lo constituye el congrio dorado, con un aporte a la captura total obtenida con esta red tipo de red que alcanza al 13,21%, donde la merluza del sur constituye el principal recurso capturado con un 69%, registrándose aportes minoritarios de cojinoba, brótula, pejegallo y rayas.

En lo que respecta a la composición de la dieta de merluza del sur, esta es eminentemente piscívora compuesta principalmente por merluza de cola, con un bajo valor de diversidad (0,92). De los resultados obtenidos se podrían distinguir dos unidades ontogénicas tróficas, una compuesta por juveniles de merluza del sur (<70 cm) y otra por adultos (70 cm), donde la diferencia entre ellos estaría dada por la composición de la dieta antes que por su tipo.

Desde el punto de vista oceanográfico se observó una disminución de los valores superficiales de temperatura, salinidad y densidad en el sentido norte-sur, en cambio la distribución de oxígeno superficial se presentó homogénea.

El aporte de agua dulce produce una disminución de la salinidad y un aumento del oxígeno superficial al norte de la península de Taitao. En el sentido vertical se observó entre la superficie y los 100 m la temperatura estuvo homogénea, en cambio la salinidad muestra una fuerte estratificación produciendo una fuerte haloclina y pycnoclina. Bajo los 100 m de profundidad las isolíneas se presentaron horizontales no registrándose grandes cambios entre la zona oceánica y la costera.

Las masas de agua presentes en la zona fueron Agua de Canales y Fiordos, Subantártica, Intermedia Antártica y Ecuatorial Subsuperficial, donde esta última se observó hasta los 47°S. Tanto la distribución de los distintos parámetros como sus valores se asemejan a las observaciones encontradas en estudios anteriores.

2. INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
1. RESUMEN EJECUTIVO	1
2. INDICE GENERAL	6
3. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	10
3.1 Indice de figuras	10
3.2 Indice de tablas	14
4. OBJETIVO GENERAL	16
5. OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
6. ANTECEDENTES	17
7. METODOLOGIA DE TRABAJO	18
7.1 Aspectos generales del crucero	18
7.2 Evaluación directa por métodos hidroacústicos	19
7.2.1 Diseño muestral	19
7.2.2 Información acústica	20
7.2.3 Muestreo de las capturas	22
7.2.4 Estimación de la biomasa por métodos acústico y su varianza	23
7.2.5 Distribución espacial de la biomasa de la merluza del sur	28
7.3 Estimación de la abundancia en número y biomasa por edades y sexo del stock de merluza del sur en el área de estudio	29
7.4 Caracterización de la distribución espacial de la estructura de tallas del stock y su proporción sexual, a partir de los lances de identificación	31
7.5 Determinación del índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur, a partir de los lances de identificación	35

7.6	Determinación de la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, a partir de los lances de identificación	39
7.7	Determinación de la composición de la dieta de merluza del sur, a partir de los lances de identificación	40
7.7.1	Procesamiento de las muestras en laboratorio	40
7.7.2	Análisis de contenido estomacal	40
7.7.3	Heterogeneidad trófica	41
7.7.4	Unidades ontogenéticas tróficas (U.O.T. <u>sensu</u> Livingston, 1982)	41
7.8	Condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de la merluza del sur.	43
7.8.1	Variables oceanográficas físicas	43
8.	RESULTADOS	44
8.1	Evaluación de los recursos	44
8.1.1	Calibración electroacústica	44
8.1.2	Biomasa y distribución de la merluza del sur	44
8.2	Estimación de la abundancia en número y biomasa por edades del stock de la merluza del sur en el área de estudio	46
8.2.1	Abundancia en número de individuos por edad y sexo	46
8.2.2	Biomasa por edades y sexo	47
8.3	Caracterización de la distribución espacial de la estructura de tallas del stock y su proporción sexual, a partir de los lances de identificación	48

8.4	Determinación del índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad de merluza del sur, a partir de los lances de identificación	54
8.4.1	Estadios de madurez gonadal	54
8.4.2	Indices gonádicos	55
8.4.3	Estado reproductivo de las hembras en la captura total	56
8.4.4	Fecundidad modal	56
8.5	Identificación y determinación de la fauna importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la merluza del sur, a partir de los lances de identificación	58
8.5.1	Especies registradas en los lances de identificación	58
8.5.2	Capturas totales por especie	59
8.6	Determinar la composición de la dieta de merluza del sur, a partir de los lances de identificación	60
8.7	Condiciones meteorológicas y oceanográficas asociadas a la distribución de la merluza del sur	63
8.7.1	Temperatura	63
8.7.2	Salinidad	63
8.7.3	Densidad	64
8.7.4	Oxígeno	65
8.7.5	Vientos	65
9.	ANALISIS Y DISCUSION	66
9.1	Biomasa y distribución de la merluza del sur	66
9.2	Estimación de la abundancia en número y biomasa por edades del stock de merluza del sur en el área de estudio	68

9.3	Caracterización de la distribución espacial de la estructura de tallas del stock y su proporción sexual, a partir de los lances de identificación	69
9.4	Determinación del índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur, a partir de los lances de identificación	71
9.5	Fauna acompañante	74
9.6	Determinación de la composición de la dieta de merluza del sur, a partir de los lances de identificación	75
9.7	Condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de la merluza del sur	76
10.	CONCLUSIONES	79
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	81
	FIGURAS	
	TABLAS	
12.	ANEXOS	

3. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

3.1 Indice de Figuras

- Fig. 1 Localización de las transectas y lances de pesca en la zona de estudio
- Fig. 2 Localización de las estaciones oceanográficas en la zona de estudio
- Fig. 3 Distribución de la biomasa de merluza del sur
- Fig. 4 Abundancia en número por edades de machos de merluza del sur
- Fig. 5 Abundancia en número por edades de hembras de merluza del sur
- Fig. 6 Biomasa por edades de machos de merluza del sur
- Fig. 7 Biomasa por edades de hembras de merluza del sur
- Fig. 8a Distribución ponderada de la frecuencia de tallas de la merluza del sur (red de mediagua)
- Fig. 8b Distribución ponderada de la frecuencia de tallas de la merluza del sur (red de fondo)
- Fig. 8c Distribución de la frecuencia de tallas, flota arrastrera fábrica agosto 1993
- Fig. 9a Distribución de tallas ponderadas cuadrante 1 (Red de fondo).

- Fig. 9b Distribución de tallas ponderadas cuadrante 2 (Red de fondo).
- Fig. 9c Distribución de tallas ponderadas cuadrante 3 (Red de fondo).
- Fig. 10a Distribución de frecuencias acumuladas a la talla de merluza del sur (red de mediagua).
- Fig. 10b Distribución de frecuencias acumuladas a la talla de merluza del sur (red de fondo).
- Fig. 11a Distribución de frecuencias acumuladas a la talla de merluza del sur, cuadrante 1 (red de mediagua).
- Fig. 11b Distribución de frecuencias acumuladas a la talla de merluza del sur cuadrante 2 (red de fondo).
- Fig. 11c Distribución de frecuencias acumuladas a la talla de merluza del sur cuadrante 3 (red de fondo).
- Fig. 12a Distribución de frecuencias acumuladas de machos por cuadrantes (red de fondo)
- Fig. 12b Distribución de frecuencias acumuladas de hembras por cuadrantes (red de fondo)
- Fig. 13 Distribución porcentual de los estadios de madurez sexual en hembras de merluza del sur.
- Fig. 14 Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual por grupo de longitud total en hembras.

- Fig. 15 Valores de índices gonádicos por grupo de longitud total en hembras de merluza del sur.
- Fig. 16 Distribución de frecuencias de longitudes en la captura total de hembras de merluza del sur.
- Fig. 17 Distribución de frecuencia de longitudes de hembras sexualmente maduras e inmaduras.
- Fig. 18 Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur (Merluccius australis)
- Fig. 19 Valores de los residuos correspondientes al modelo de regresión lineal entre la fecundidad modal y la longitud total de merluza del sur.
- Fig. 20 Relación entre el peso de la gónada y la longitud total en la merluza del sur.
- Fig. 21 Longitud de total de merluza del sur versus longitud total de la merluza de cola consumida
- Fig. 22 Dendograma de clasificación de grupos de la merluza del sur por clase de talla
- Fig. 23 Distribución superficial de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno.
- Fig. 24 Distribución latitudinal en profundidad de: a) Temperatura y b) Salinidad
- Fig. 25 Distribución vertical de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno en la transecta 2.

- Fig. 26 Distribución vertical de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno en la transecta 3.
- Fig. 27 Distribución vertical de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno en la transecta 4.
- Fig. 28 Distribución latitudinal en profundidad de: a) Sigma-t y b) Salinidad
- Fig. 29 Dirección e intensidad del viento medida en las estaciones oceanográficas.
- Fig. 30 Areas de operación de la flota arrastrera en la unidad de pesquería norte a) julio, b) agosto
- Fig. 31 Diagrama de: a) Temperatura-Salinidad y b) Temperatura-Oxígeno.

3.2 Índice de Tablas

- Tabla 1 Categorías de densidad
- Tabla 2 Número de merluzas del sur capturadas por lance y proporción sexual, redes de mediagua y fondo
- Tabla 3 Resultados de la calibración electroacústica
- Tabla 4 Biomasa y densidad de merluza del sur
- Tabla 5 Varianza, coeficientes de variación y error de estimación de la biomasa de merluza del sur
- Tabla 6 Estadísticos de longitud de merluza del sur para red de mediagua y fondo.
- Tabla 7 Distribuciones de longitud ponderada y coeficientes de variación, red de mediagua.
- Tabla 8 Distribuciones de longitud ponderada y coeficientes de variación, red de fondo
- Tabla 9 Comparaciones de distribuciones de tallas para la red de fondo
- Tabla 10 Número de merluzas del sur y proporción sexual por cuadrante
- Tabla 11 Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico por longitud (IGL) por estadio de madurez sexual

- Tabla 12 Listado de especies capturadas durante los lances de identificación
- Tabla 13 Capturas totales por especie y red
- Tabla 14 Composición específica de la dieta de merluza del sur
- Tabla 15 Agrupación de los estómagos muestreados durante el crucero
- Tabla 16 Número de merluzas y proporción sexual muestreo de tallas. Buques fábricas, agosto 1993
- Tabla 17 Estadísticos de longitud de merluza del sur. Buques fábricas, agosto 1993

4. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar por el método hidroacústico el stock de merluza del sur (Merluccius australis) existente en el área de la plataforma continental comprendida entre los paralelos 43°20' L.S. y 47° L.S., por fuera de las líneas de base recta y área adyacente de aguas interiores, con el propósito de disponer de información actualizada y oportuna acerca de la abundancia y composición de dicho stock.

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la biomasa (en peso) y la distribución espacial del stock de merluza del sur en la zona de estudio.
2. Estimar la abundancia en número y biomasa por edades del stock de merluza del sur en el área de estudio.
3. Caracterizar la distribución espacial de la estructura de tallas del stock y su proporción sexual, a partir de los lances de identificación.
4. Determinar el índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.
5. Identificar y determinar la importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.
6. Determinar la composición de la dieta de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.

7. Registrar y analizar las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de la merluza del sur.

6. ANTECEDENTES

La pesquería industrial de la merluza del sur en las aguas exteriores de la zona sur-austral, se inició en 1978 con la operación de una flota de buques arrastreros fábricas, a la cual se incorporó en 1984 una flota de buques arrastreros hieleros y en 1986-1987 lo hacen dos flotas compuestas por embarcaciones palangreras fábricas y hieleras. A partir de 1984 se produce además, un fuerte desarrollo de una pesquería de carácter artesanal en las aguas interiores de las regiones X, XI y XII.

El ingreso de estas nuevas flotas provocó un quiebre en la tendencia decreciente que mostraban los desembarques de merluza del sur en el período 1982-1985, registrándose en 1988 el mayor desembarque histórico de este recurso con alrededor de 70 mil t, 30 mil de las cuales fueron aportadas por el sector artesanal. Sin embargo al año siguiente nuevamente los desembarques de esta especie inician una paulatina disminución situándose en la actualidad entorno a las 20 mil t, situación que ha sido atribuída al alto nivel de explotación ejercida sobre este recurso en el período 1987-1990.

Desde 1980 el manejo de esta pesquería se ha realizado a través del establecimiento de cuotas anuales de captura, que han sido determinadas mediante evaluaciones indirectas del stock de merluza del sur y sus correspondientes excedentes productivos. Estableciéndose además a partir de 1990 vedas de carácter reproductivo en el área del principal fondo de desove y que se sitúa en la zona aledaña a las Islas Guafo y Guamblín.

No obstante lo anterior, las evaluaciones indirectas del stock realizadas mediante el análisis secuencial de poblaciones (ASP), basada en información obtenida de la actividad pesquera, muestran un decremento progresivo del tamaño del stock el cual en el último quinquenio ha disminuído a una tasa superior al 25% anual.

La utilización de los métodos de evaluación directa de la abundancia de merluza del sur tiene como objeto estimar su biomasa de una manera independiente de la actividad pesquera, así como también calibrar las evaluaciones indirectas del stock de merluza del sur.

Teniendo en cuenta estos antecedentes y considerando la variación registrada en las capturas anuales de merluza del sur y que dicha área de concentración reproductiva constituye un fondo de desove que permite estimar la biomasa del recurso, el Consejo del Fondo de Investigación Pesquera identificó e incluyó este proyecto de evaluación directa dentro del programa de investigación del año 1994.

De acuerdo a las bases administrativas y especiales del proyecto, corresponde la entrega del Informe Final.

7. METODOLOGIA DE TRABAJO

7.1 Aspectos generales del crucero

El crucero de investigación se realizó a bordo del B/I "Abate Molina", en el período comprendido entre el 19 de agosto y 17 de septiembre de 1994 en la zona comprendida por el área de la plataforma continental localizada entre los paralelos 43°20'S y 47°S, por fuera de las líneas de base recta y el área de

distribución de la merluza del sur en la zona adyacente de aguas interiores, comprendidas entre las líneas de base recta y la línea imaginaria que une Cabo Quilán e Isla Menchuán, entre las profundidades de 120 a 500 m (Fig. 1).

Una vez finalizada la evaluación acústica se procedió a efectuar un muestreo con una red de arrastre de fondo, en aquellas zonas con presencia de merluza del sur, con el objeto de identificar la composición de la fauna acompañante en la pesca de arrastre de fondo de la merluza del sur.

Durante el desarrollo del crucero se efectuaron 38 transectas de muestreo hidroacústico, con el objeto de evaluar la biomasa y determinar la distribución de la merluza del sur, 31 lances de pesca con red de arrastre de mediana, 12 con red de arrastre de fondo y 38 estaciones de muestreo oceanográfico (figs 1 y 2).

7.2 Evaluación directa por métodos hidroacústicos

7.2.1 Diseño muestral

En la evaluación de la biomasa de merluza del sur mediante métodos hidroacústicos, se aplicó un diseño muestral correspondiente a un muestreo sistemático de conglomerados de tamaño variable, donde cada conglomerado corresponde a una transecta.

Este tipo de diseño supone aleatoriedad de la distribución de los recursos con respecto a la posición de las transectas, lo cual permite la disminución de la varianza del estimador de la biomasa cuando los datos presentan una gradiente de densidad en el sentido de las transectas Shotton y Bazigos (1984), Simmonds et al (1991) y MacLennan y Simmonds (1992). La

varianza obtenida con este método, es similar a la alcanzada con un muestreo aleatorio cuando no existe tendencia lineal en la dirección del muestreo (Shotton y Bazigos, *op. cit*; Jolly y Hampton, 1990), lo que permite además obtener una información adecuada sobre la distribución de los recursos (MacLennan y Simonds *op. cit*).

La intensidad de muestreo o número de transectas se estimó mediante el procedimiento propuesto por Aglen (1989), el cual permite estimar el número de transectas a partir del coeficiente de variación de la evaluación acústica y el área estimada de estudio, considerando una distribución del recurso, obteniéndose un total de 38 transectas para el área de estudio.

Las transectas paralelas y equidistantes 6 millas náuticas entre ellas, se realizaron en sentido perpendicular a la costa durante las horas de oscuridad, con el fin de aprovechar las migraciones nictimerales de la merluza del sur.

7.2.2 Información acústica

La información acústica recolectada correspondió al valor de densidad promedio expresada en energía retrodispersada referida al área de una milla náutica cuadrada (S_a) y la intensidad de blanco (TS) de los peces detectados dentro de los límites de ecointegración. Lo anterior se efectuó mediante la utilización de un sistema de ecointegración digital marca Simrad modelo EK500, operando en la frecuencia de 38 KHz.

La calibración de los equipos de evaluación hidroacústicos, se efectuó en la bahía de Talcahuano, mediante el

procedimiento descrito por su fabricante (Simrad, 1991), el cual consiste en medir las diferencias en las señales de la intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco de referencia de fuerza de blanco conocida, ubicado a una distancia mínima de 15 m de la cara radiante del transductor y en el centro del haz acústico; de este modo se determinan las posibles diferencias entre los valores reales y el teórico y se procede al ajuste de los parámetros de operación del sistema (Simrad, 1991).

Teniendo en cuenta las diferentes condiciones oceanográficas existentes entre el lugar de calibración y el área de estudio, elemento que influye en la velocidad de propagación del sonido y en consecuencia en los valores de integración, luego de cada estación oceanográfica se ingresaba al sistema de ecointegración los valores de velocidad de propagación del sonido, el cual se obtiene como resultado del procesamiento de los datos obtenidos por el CTDO.

Para la identificación de los ecotrazos de merluza del sur detectada durante el muestreo acústico, se realizó una inspección de los ecogramas considerando los valores de fuerza de blanco generadas por los blancos detectados, tipo y profundidad de los ecotrazos. Además se utilizó una red de mediagua de diseño japonés con un desarrollo frontal de 1200 m² a una velocidad de 3,5 a 4,0 nudos.

El muestreo de la fauna acompañante sobre el fondo, una red de arrastre de fondo con un desarrollo vertical de 4 m y tamaño de malla en el copo de 10 cm.

7.2.3 Muestreo de las capturas

La composición específica de las capturas en los lances de pesca de identificación se estimó a partir de muestreos biológico-pesqueros, lo cual permitió además la recolección de datos para ser utilizados en la consecución de los diferentes objetivos específicos del proyecto.

El tratamiento de la captura a bordo fué el siguiente:

- a) Una vez que la pesca estuvo en cubierta, se separó y encajonó la captura de merluza del sur, registrándose el número de ejemplares diferenciados por sexo presentes en cada caja.
- b) La distribución de frecuencia de tallas y proporción sexual de la merluza del sur, se obtuvo del censo de la captura.
- c) Las especies de la fauna de acompañamiento de interés comercial (congrío dorado, merluza de cola y merluza de tres aletas), se encajonaron separadamente, determinándose el peso y número de ejemplares del lance.
- d) El resto de la fauna acompañante se encajó y pesó, estimándose su captura total por lance.

Las variables medidas en el muestreo de las capturas fueron:

- Captura en peso y número de la merluza del sur
- Captura en peso y número de la fauna acompañante de interés comercial (congrío dorado y otras merluzas)
- Captura en peso del resto de la fauna acompañante
- Captura en peso de la fauna de acompañamiento
- Datos de longitud, sexo y peso de merluza del sur

- Estadio de madurez, longitud, peso, sexo y fijación de ovarios de merluza del sur.
- Recolección de estómagos, identificando el estado del estómago, longitud, sexo y peso individual del ejemplar muestreado.
- Muestreo de longitud de la fauna acompañante de interés comercial.

Los procedimientos de medición y recolección de muestras se realizaron según lo establecido en el Manual de Muestreo Biológico del IFOP.

7.2.4 Estimación de la biomasa por métodos acústicos y su varianza

La biomasa de merluza del sur se estimará mediante el método de análisis estadístico para conglomerado descrito por Hansen et al., (1953), el cual ha sido analizado y recomendado para estimaciones acústicas por Shotton, (1979) y Williamson (1982). Al respecto cabe señalar que el método por conglomerado es usado cuando el muestreo aleatorio simple es ineficiente y costoso, situación que corresponde a los datos provenientes de prospecciones acústicas (Simmonds et al. 1991).

El muestreo mediante conglomerados se basa en un diseño con una selección bi-etápica de las muestras, donde las unidades de la primera etapa corresponden a las transectas o conglomerados, los que pueden ser de igual o distinto tamaño, y las unidades de segunda etapa corresponden a los intervalos básicos de muestreo existente dentro de cada conglomerado.

Un estimador apropiado para evaluar la biomasa (B) en la zona de estudio está dado por :

$$\hat{B} = A \times \hat{R} \times \hat{C}_b$$

donde A es el área de estudio en millas náuticas cuadradas y \hat{R} un estimador de razón de densidad media por número de intervalos básicos de muestreo y \hat{C}_b es la constante de transformación estimada a partir de los datos de fuerza de blanco promedio obtenidos durante los lances de pesca de identificación, mediante la ecuación propuesta por Bodholt (1991).

$$\hat{C}_b = \frac{S_a \cdot \bar{w} \cdot 1000}{4 \cdot \pi \cdot 10^{(\overline{TS})}}$$

donde,

\hat{C}_b : constante de ecointegración (t/mn²)

\bar{w} : peso promedio de la merluza del sur (kg)

\overline{TS} : fuerza de blanco promedio (dB)

Sa : unidades de retrodispersión

y

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{\sum_{i=1}^n Y_i}$$

donde,

n : número de transectas de la muestra

x_i : densidad de la transecta i-ésima.

y_i : número de I.B.M. en la transecta i-ésima.

Para diseños sistemáticos donde se considera un único punto de arranque, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con buenos resultados, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen al menos tres estimadores alternativos de varianza $V_i(R)$, estando el estimador para la varianza de la biomasa estimada B , expresado por:

$$\hat{V}(\hat{B}) = A^2 \times \hat{V}_i(\hat{R})$$

a) Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen et al., 1953)

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n\bar{y}^2} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

donde, N es el número total de transectas en el área, y

$$s_{xy} = \sum_i^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad ; \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

donde, el intervalo de confianza $1 - \alpha$ para la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})})$$

b) Estratos agrupados (Volter, K, M., 1985).

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n} \frac{\hat{R}^2}{(n-1)} (s_x^2 + s_y^2 - 2 s_{xy})$$

donde,

$$s_{xy} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})(y_i - y_{i+1})}{\bar{x} \bar{y}}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

donde, el intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la biomasa B está dado por la expresión:

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})}) \quad ; \quad (\hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})})$$

c) Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990).

donde,

$$\bar{\hat{R}} = \sum_{i=1}^G \frac{\hat{R}_i}{G}$$

siendo \hat{R}_i un estimador de razón obtenido de la i -ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones "bootstrap".

El intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la biomasa B se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC)

$$(\hat{F}^{-1} \{ \Phi(2Z_0 - Z_\alpha) \}) \quad ; \quad (\hat{F}^{-1} \{ \Phi(2Z_0 + Z_\alpha) \})$$

donde \hat{F}^{-1} es la función inversa de la distribución acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob} (\hat{R}_x \leq \hat{R})$$

y donde,

$$Z_\alpha = \phi^{-1} (\hat{F}(\hat{R}))$$

siendo ϕ^{-1} la función inversa de la distribución normal estándar y Z_α es el percentil superior de una normal estándar.

7.2.5 Distribución espacial de la biomasa de merluza del sur

La distribución espacial de la merluza del sur en el área prospectada se presenta como una carta de contornos, en donde estos representan curvas que unen puntos de igual densidad y permiten ver de manera clara las áreas de mayor concentración de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1991).

La carta de distribución espacial de la merluza del sur, se realizó mediante la utilización de programas comerciales de computación (Surfer, 1991), las categorías de abundancia consideradas son similares a las utilizadas por Payá et al. (1993), donde el límite superior de la categoría (n) responde a la relación 3^{n+1} (Tabla 1).

Tabla 1

Categorías de densidad

Categorías	Intervalo (t/mn ²)
1	0,1 - 9
2	9,1 - 27
3	27,1 - 81
4	81,1 y >

7.3 Estimación de la abundancia en número y biomasa por edades del stock de merluza del sur en el área de estudio.

La expansión en número por sexo y grupo de edad se realizó mediante la utilización de una clave talla-edad calculada por IFOP para la zona, obtenidos a partir de muestreos de la flota industrial del año 1993. Los datos de esta clave fueron codificados, digitados y luego procesados mediante un programa computacional que clasifica las lecturas de los otolitos según el grupo de edad y talla del pez, calculando la probabilidad del grupo de edad para cada longitud.

La obtención de composición por edad de la biomasa estimada durante la evaluación requiere convertir la biomasa a número de individuos mediante un algoritmo computacional, que a partir del número y el peso de la distribución de tallas de los lances de identificación, determina un factor de ponderación que distribuye la biomasa en número de acuerdo a la frecuencia por clase de tallas, mediante las siguientes ecuaciones:

$$nL_{(x)} = PL_{(x)} * NL$$

$$N_{(x)} = \sum PL_{(x)} * NL$$

donde :

- x : Grupo de edad
 L : Longitud total del pez
 N (x) : N° de individuos a la edad x
 NL : N° de individuos a la longitud L
 PL(x) : Probabilidad de la edad x de individuos de longitud L.
 nL (x): N° de individuos de longitud L correspondientes a una edad determinada x.

Este cálculo fué realizado separadamente para machos y hembras debido a sus diferencias en crecimiento (Ojeda y Aguayo, 1986), calculándose para cada sexo la relación longitud-peso correspondiente y corrigiéndose los pesos promedios con el procedimiento de Piennar y Ricker (1968), el que incorpora la variabilidad existente en torno a cada longitud promedio.

La frecuencia de talla utilizadas correspondió a la distribución de longitud obtenida de los lances de media agua ponderado por la densidad obtenida durante la evaluación hidroacústica.

Las evaluaciones indirectas para la zona se presentan con fines de comparación y fueron obtenidas utilizando las estimaciones de

la captura total permisible de la unidad de pesquería norte exterior de cada año a cada edad (Aguayo y Payá, 1993 y 1994), con la cual se obtuvo el número a la edad mediante la utilización de la ecuación de captura de Baranov. Esto permitió obtener el número de cada edad al 1 de enero para el año correspondiente, estimándose mediante la ecuación de sobrevivencia el número de ejemplares a la mitad del año.

7.4 Caracterización de la distribución espacial de la estructura de tallas del stock y su proporción sexual, a partir de los lances de identificación.

Una primera revisión de los datos mostró bajos niveles de capturas en números de individuos de merluza del sur, en ambos tipos de red de pesca empleados (Tabla 2). En efecto de los 31 lances efectuados con la red de mediagua, sólo en 20 de ellos se obtuvieron capturas de merluza del sur.

Considerando que este volumen de información no permitía desarrollar un estudio de la distribución de longitudes a nivel de lances, se realizó el estudio de distribución de tallas a nivel de agrupaciones de lances contiguos, analizando el área total de operación para la red mediagua, en tanto los datos de la red de fondo fueron analizados tanto para el área total como en forma espacial, definiéndose tres cuadrantes identificados como: cuadrante 1 entre las latitudes $43^{\circ}58'$ a $44^{\circ}59'S$, cuadrante 2 entre $45^{\circ}00'$ a $45^{\circ}59'S$ y cuadrante 3 entre $46^{\circ}00'$ a $46^{\circ}59'S$.

TABLA 2: Número de merluzas del sur por lance y proporción sexual (%) total para ambos tipos de red de pesca. Cruceo ag.-sep. de 1994.

NUMERO LANCE	RED MEDIAGUA	
	MACHO (n)	HEMBRA (n)
4	4	
6	1	
7	3	5
9	8	5
10	6	1
12	2	
13		1
14	1	
15		1
17	3	8
18	2	3
19	11	25
20	10	
21	3	1
23	13	2
25	80	15
26	8	
27	2	3
29	16	12
30	7	1
TOTAL	180	83
% SEXUAL	68.44	31.56

NUMERO LANCE	RED DE FONDO	
	MACHO (n)	HEMBRA (n)
32	201	32
33	76	9
34	22	1
35	4	7
36	7	87
37		4
38	4	14
39	43	8
40	13	12
41	1	4
42	105	45
43	22	6
44	76	31
TOTAL	574	260
% SEXUAL	68.82	31.18

Las distribuciones de la frecuencia de tallas para los capturas de merluza del sur provenientes de los lances de pesca realizados con la red de mediagua, fueron estimadas mediante una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance, empleando como factor de ponderación, los valores de densidad estimados mediante métodos hidroacústico en el área de cada uno de los lances. En cambio en el caso de los lances realizados con la red de arrastre de fondo, el factor de ponderación utilizado fué la captura (kg) de merluza del sur obtenida en cada lance.

Las distribuciones de longitud ponderadas fueron estimadas mediante los siguientes estimadores:

a) Estimador para la distribución ponderada de longitud P_{pk}

$$\hat{P}_{pk} = \sum_{j=1}^J \frac{d_j}{D} \hat{P}_{jk}$$

b) Estimador de la varianza del estimador \hat{P}_{pk}

$$\hat{V}[\hat{P}_{pk}] = \sum_{j=1}^J \left[\frac{d_j}{D} \right]^2 \hat{V}[\hat{P}_{jk}]$$

c) Estimador del coeficiente de Variación de \hat{P}_{pk}

$$CV[\hat{P}_{pk}] = \frac{\sqrt{\hat{V}[\hat{P}_{pk}]}}{\hat{P}_{pk}}$$

donde:

j : Lance j = 1, 2... J

k : Clase de talla k = 1, 2...K

d_j : Captura ó densidad del lance j

$$D = \sum_{j=1}^J d_j$$

$$\hat{P}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

$$\hat{V}[\hat{P}_{jk}] = \frac{1}{n_j} \hat{P}_{jk} [1 - \hat{P}_{jk}]$$

n_j: Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j

n_{jk}: Ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

Los diferentes contrastes entre las distribuciones de tallas ponderadas, tanto para el área total y cuadrantes (por sexos),

fueron realizadas mediante la prueba estadística Kolgomorov-Smirnov (Conover, 1980; STATA, 1993).

7.5 Determinación del índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur, a partir de los lances de identificación

Durante el crucero se capturaron 343 ejemplares hembras en los lances de identificación realizados durante la evaluación acústica, de los cuales 194 se utilizaron para caracterizar el estado reproductivo del stock.

El número de ejemplares por cada uno de los grupos de longitud total (LT) definidos fueron:

Grupo	Longitud Total (cm)	Número
1	Menor que 40	0
2	de 40 hasta 49	16
3	de 50 hasta 59	19
4	de 60 hasta 69	32
5	de 70 hasta 79	52
6	de 80 hasta 89	54
7	Mayor que 89	21

Además de la LT, se midió el peso del cuerpo con una balanza de una precisión de 50 g, se extrajeron las gónadas y se estimó el estadio de madurez sexual (EMS), de acuerdo a una escala apreciativa definida por Balbontín y Bravo (1993): (1) Virginal; (2) Inmaduro; (3) En maduración; (3A) En maduración, desove parcial reciente; (4) Maduro; (5) En regresión.

Del par de ovarios, uno se fijó en líquido de Gilson para determinaciones de fecundidad y el otro en formalina al 10%. Este último permitió verificar microscópicamente en el laboratorio el estadio de madurez sexual de la gónada, previamente estimado sobre la base de su aspecto macroscópico.

Al término del estudio, los ovarios fijados a bordo se pesaron en el laboratorio con una balanza de 0,05 g de precisión, aplicándoseles un factor de corrección para eliminar el efecto de los fijadores en el peso fresco de los ovarios.

Sobre la base del peso de los ovarios y del cuerpo del pez menos el peso de la gónada, se calculó el índice gonadosomático (IGS) y utilizando la longitud total del pez, se calculó el índice gonádico (IGL), de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso ovarios}}{\text{Peso cuerpo}} \times 100$$

$$\text{IGL} = \frac{\text{Peso ovarios}}{\text{LT}^3} \times 10^4$$

Por otra parte, se verificó el estadio de madurez sexual estimado a bordo, mediante el examen microscópico de los ovarios fijados en formalina. Este examen incluyó la medición del diámetro máximo en el percentil del 5%, de los ovocitos presentes en tres muestras del ovario; presencia o ausencia de ovocitos con gota de aceite y en estado de reabsorción reciente; observaciones generales sobre el aspecto macroscópico y microscópico del ovario. Este método difiere de estudios anteriores en que se utilizó el percentil del 5% en la medición

del diámetro máximo de los ovocitos presentes (Balbontín y Bravo 1993).

El cálculo de los índices gonádicos y la determinación de los estadios de madurez gonadal de las hembras, permitió establecer el estado reproductivo de la población. Posteriormente, con los datos de distribución de los EMS de acuerdo a la talla de las hembras, se separó la población en sexualmente inmaduros e inmaduros. Se consideraron inmaduros a los ejemplares en los EMS 1 y 2, y como maduros a aquellos en los EMS 3, 3A, 4 y 5. Asimismo, se incluyeron entre los maduros los ovarios en EMS 2 que presentaban ovocitos en vitelogénesis de 0,25 mm de diámetro o mayores, criterio ha sido utilizado por diversos autores (ver Balbontín y Bravo 1993).

Además de verificar el EMS de los ovarios, el examen microscópico permitió separar el material que reunía las condiciones para las determinaciones de la fecundidad modal. Para este fin, se consideraron ovarios en EMS 3, 3A y 4, que a su vez contuvieran ovocitos con un diámetro máximo que fuera superior a 0,65 mm, tamaño al cual se ha completado en los ovocitos el proceso de acumulación de vitelo y es posible separar el grupo que corresponde a la fecundidad modal. Los ovarios que cumplían estos requisitos fueron 76.

Después de un período de almacenamiento de un mes, a los ovarios en líquido de Gilson se les retiró mediante disección la membrana ovárica y parte del tejido conectivo. La limpieza del ovario para liberar los ovocitos se realizó colocando la masa de ovocitos en tres tamices de diferente abertura de malla, siendo el inferior de 0,15 mm y utilizando un chorro de agua para eliminar los trozos remanentes de tejido ovárico. La muestra

limpia se almacenó en formalina la 10 % para su submuestreo posterior (Balbontín & Fischer 1981).

La determinación del número de ovocitos presentes en el ovario se realizó con un aparato submuestreador consistente en una vasija rotatoria inserta en un eje que gira mediante un motor eléctrico y donde el fondo de la vasija está dividido en 16 ó 28 cámaras de igual tamaño (según el modelo). Los ovocitos liberados con el procedimiento detallado, se vaciaron en la vasija mientras giraba, la cual una vez detenida produjo la sedimentación de los ovocitos y se extrajo el contenido de una o más cámaras.

El aparato submuestreador no presentó diferencias significativas al nivel del 5% en el número de ovocitos sedimentados en cada cámara. El coeficiente de variación calculado es de 6,7% para el modelo de 16 cámaras y 7,5% para el de 28 cámaras (Fischer y Balbontín 1970).

Se utilizaron preferentemente ovarios mantenidos en líquido de Gilson, que presentaban ovocitos hidratados y que no habían iniciado el proceso de desove. La ventaja de este método es que la moda hidratada se separa fácilmente del resto de los ovocitos por su gran diámetro. Sin embargo, este estadio de madurez fue poco frecuente en la merluza del sur en el muestreo realizado, al igual que en nuestras observaciones previas.

Las submuestras obtenidas se analizarono microscópicamente para determinar el número de ovocitos y su distribución de tamaños. El número de ovocitos se estimó sobre la base del promedio de los ovocitos presentes al menos en dos cámaras del aparato submuestreador.

Para el cálculo de la fecundidad modal, es decir, el número de ovocitos de la moda de tamaño más avanzada susceptibles de ser desovados, se utilizó la distribución de tamaños de los ovocitos presentes en la submuestra, la que se sometió a un análisis de progresión modal de Bhattacharya (Gayanilo *et al.* 1988). Finalmente, la fecundidad modal se calculó mediante la siguiente relación:

$$\text{Fecundidad} = \frac{\text{Nº de ovocitos de la moda más avanzada} \times \text{Peso total de ambos ovarios}}{\text{Peso ovario examinado}}$$

7.6 Determinación de la importancia relativa de la fauna acompañante de merluza del sur, a partir de los lances de identificación

La información básica consistió en la captura en peso (kg) y número de individuos de la fauna acompañante a la merluza del sur, en los lances realizados tanto con red de arrastre de fondo como de mediagua.

El tratamiento de la captura a bordo fue el siguiente:

- a) Se separó la captura de merluza del sur y censada.
- b) La captura de la fauna acompañante se separó por especies, pesándose en forma separada cada una de ellas.
- c) Las especies de interés comercial (congrío dorado y merluza de cola), fueron sexadas y medida su longitud total con un ictiómetro de 1 cm de precisión.

La información fue agrupada para cada tipo de red utilizada, estimándose su aporte porcentual por lance y a la captura total,

separándose la zona de estudio en los caladeros de isla Guafo (Subzona I) e isla Guamblin (Subzona II).

7.7 Determinación de la composición de la dieta de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.

Los muestreos de estómagos fueron realizados en todos los individuos que se realizó muestreo biológico de longitud (1.097 individuos).

A los peces con contenido estomacal se les extrajo el estómago, el cual se fijó en una solución al 10% de formalina en agua de mar.

7.7.1 Procesamiento de las muestras en laboratorio

A cada estómago se le midió el peso total, peso de la pared estomacal, peso (peso húmedo con 0,01 g de precisión) y longitud de cada presa. El estado de digestión de las presas se registró en una escala de 3 puntos (Arancibia, 1989): (1) completo; (2) semidigerido; (3) digerido.

7.7.2 Análisis del contenido estomacal

En el análisis del contenido estomacal se utilizó el método gravimétrico (Hynes, 1950), que consiste en pesar cada taxón presa presente en cada estómago siendo la variable a utilizar el peso húmedo de cada taxón presa. Se utilizó este método porque se considera que el peso es una variable adecuada cuando se recolecta gran cantidad de material, es relativamente fácil de aplicar y entrega un estimado razonable del alimento consumido (Pillay, 1952 fide Berg, 1979; Hyslop, 1980).

7.7.3 Heterogeneidad trófica

La heterogeneidad trófica se calculó mediante el Índice de Diversidad de Shannon y Wiener, H' (Shannon y Weaver, 1949). Este índice es sensible a cambios en la diversidad de especies (Frame, 1974 fide Berg, 1979) y entrega una indicación de la especialización trófica. Para asignar carácter eurifágico o estenofágico se seguirá el criterio de Berg (1979); altos valores de H' reflejan eurifagia y valores pequeños, estenofagia.

H' se calculó utilizando como variable el peso, siendo la expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i * \log_2 P_i$$

donde:

P_i = es la proporción de biomasa del i -ésimo taxón presa;

s = es el número de taxa presas.

7.7.4 Unidades ontogenéticas tróficas (U.O.T. sensu Livingston, 1982)

Para la identificación y cuantificación de las U.O.T., y del uso de los recursos alimentarios por clase de tamaño del depredador, los ejemplares de Merluccius australis fueron agrupados arbitrariamente cada 10 cm de longitud total (LT).

La similitud trófica entre grupos de tamaños del depredador fue analizada a través del Índice de Similitud de Bray-Curtis (Bloom, 1981), el cual es utilizado para comparar la composición de especies de diferentes grupos (Arancibia, 1988).

El Índice de Similitud (IS_{ik}) se expresa de la siguiente forma:

$$IS_{ik} = \frac{2 \sum_{i=1}^s \min(X_{ij}, X_{kj})}{\sum_{j=1}^s (X_{ij} + X_{kj})}$$

donde:

min = peso mínimo entre X_{ij} y X_{kj} ;

X_{ij} = presencia del j-ésimo taxón presa en la i-ésima clase de tamaño del depredador;

X_{kj} = presencia del mismo ítem presa en la k-ésima clase de talla del depredador;

s = número total de taxa presas.

La significancia de agrupamiento de los dendrogramas se determinó con la metodología desarrollada por Arancibia (1988), que consiste en obtener el promedio de las uniones de los diferentes grupos. Los límites de confianza del nivel de corte de los dendrogramas fueron obtenidos a través del método del "jackknife" (Pauly, 1984; Jaksic, 1989), que consiste en tomar, con posibilidad de reemplazamiento, sucesivas muestras "jackknife" de una matriz de datos originales. Sobre cada una de estas matrices simuladas se determina el coeficiente de similitud correspondiente y un criterio de enlace entre

agrupamientos, como el método de pares no ponderados, utilizando promedios aritméticos (Sokal y Rolf, 1969).

7.8 Condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de la merluza del sur.

7.8.1 Variables Físicas

En 38 estaciones se obtuvieron registros continuos de temperatura, salinidad y oxígeno con profundidad mediante un CTDO marca NEIL BROWN-MK3 incorporado a una roseta equipada con 12 botellas Niskin de 5.0 l. Con el objeto de verificar los valores de salinidad y oxígeno del CTDO se tomaron muestras de agua a distintas profundidades, determinándose la salinidad mediante un salinómetro de inducción marca AUTOLAB 601 y la concentración de oxígeno disuelto mediante el método de Winkler modificado por Carpenter (1965).

La información obtenida fue procesada mediante metodologías estándares y con ella se confeccionaron cartas de distribución superficial de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno. Con el objeto de observar el comportamiento en profundidad de los parámetros físicos más importantes, se confeccionaron además cuatro gráficos verticales, uno paralelo al sentido general de la costa conteniendo la información de las estaciones del borde exterior y tres perpendiculares. La identificación de las masas de agua presentes en la zona, se realizó mediante el análisis de gráficos de temperatura v/s salinidad (diagramas t-s) y temperatura v/s oxígeno (diagramas t-o).

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo las recomendaciones de UNESCO (1981) y omitiendo, por conveniencia, el factor 10^{-3} .

8. RESULTADOS

8.1 Evaluación de los recursos

8.1.1 Calibración electroacústica

La calibración del sistema de ecointegración SIMRAD EK-500 en la frecuencia de 38 KHz, en las modalidades de pulso corto, medio y largo, se realizó en la bahía de Talcahuano previo al inicio del crucero.

Los resultados obtenidos durante la calibración se entregan en la tabla 3.

Tabla 3.- Calibración del sistema de ecointegración

Pulso	TS- transducer gain			Sv-transducer gain		
	Corto	Medio	Largo	Corto	Medio	Largo
	26,0	26,7	26,7	26	26,7	26,8

Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos en anteriores calibraciones (Castillo *et al*, 1994), manteniéndose dentro del rango de ± 1 dB aceptado como normal para este tipo de mediciones (Simrad, 1991).

8.1 Biomasa y distribución de la merluza del sur

La biomasa de merluza del sur estimada mediante métodos hidroacústicos alcanzó a 23.363 t, con una densidad promedio de 7,6 t/mn² (Tabla 4).

Tabla 4

Biomasa y densidad de merluza del sur ($C_b = 0,39 \text{ t/mn}^2$)

Area (m.n. ²)	Biomasa (t)	Densidad (t/m.n. ²)
3.037	23.123	7,6

En la tabla 5 se entregan los coeficientes de variación (Cv) y los porcentajes de error (E%) obtenidas mediante la aplicación de los diferentes métodos propuestos.

Tabla 5

Varianza de la biomasa (V), coeficientes de variación (Cv) y error de estimación (E%) del estimado de la biomasa de merluza del sur.

Método	Varianza	Cv(%)	E%
Conglomerado de tamaño variable	$1,86 \cdot 10^8$	21,04	34,51
Estratos Agrupados	$1,206 \cdot 10^8$	17,95	27,77
Bootstrap	$1,730 \cdot 10^8$	20,07	32,90

En lo relativo a su distribución, la merluza del sur estuvo presente en el 29 % de las observaciones acústicas (IBM) realizadas. Aunque latitudinalmente estuvo presente a lo largo de toda el área de estudio, en el sentido longitudinal su presencia estuvo restringida a una estrecha franja en sentido paralelo a la dirección general de la costa.

Las densidades detectadas (Fig. 3) muestran que en el área comprendida entre el límite norte de la zona de estudio y la latitud $45^{\circ}30'S$, hubo un predominio de las categorías de

densidad bajas y medias ($< 27 \text{ t/mn}^2$), situación que experimentó variaciones hacia el límite sur del área de estudio, donde se manifestó el predominio de densidades mas altas ($> 27,1 \text{ t/mn}^2$).

Batimétricamente la merluza del sur se localizó en profundidades que variaron entre los 300 a 540 m, en la zona del talud continental. La presencia de la merluza del sur entre estos veriles de profundidad y cuya distancia promedio no supera las 2 m.n. se traduce en una alta concentración del recurso en una reducida área de distribución y en la cual la flota ejerce su esfuerzo de pesca.

Como una forma de estimar la abundancia detectada en el área de presencia de la merluza del sur, se calculó un índice de densidad (ID), expresado como el cuociente entre la abundancia (t) y los intervalos básicos de muestreo positivos (IBM⁺), el cual alcanza a 24 t/mn^2 .

8.2 Estimación de la abundancia en número y biomasa por edades del stock de merluza del sur en el área de estudio.

8.2.1 Abundancia en número de individuos por edad y sexo

Los ejemplares capturados estuvieron comprendidos en un rango de edades que fluctuó entre 6 y 24 años, siendo el grupo mas abundante el comprendido entre los 11 y 16 años de edad en los machos y 11 a 19 años en hembras.

La abundancia total alcanzó a 7,65 millones de ejemplares de los cuales 5,2 millones (68%) correspondieron a machos y 2,4 millones (32%) a hembras.

En los machos las mayores abundancias se obtuvieron en el grupo de edades completamente reclutadas (12⁺), siendo la edad 13 con 835 mil individuos la que realiza el mayor aporte, seguida de la edad 12 con 733 mil ejemplares (Fig. 4).

En las hembras el mayor número de ejemplares se obtuvieron en una principal comprendida por los grupos de edades de 12 y 13 años con niveles entorno a los 330 mil ejemplares cada una, una segunda moda de carácter débil se localiza alrededor de los 17 años con niveles de 220 mil ejemplares, decayendo rápidamente hacia las edades mayores. Hacia los grupos de edades menores la abundancia decrece rápidamente hasta alcanzar valores mínimos a los 8 años de edad (Fig. 5).

8.2.2 Biomasa por edades y sexo

La biomasa total reconstituída alcanzó a 23.116 t, estando constituida por 14.400 t de machos y 8.706 t de hembras.

En los machos la biomasa por edades se encuentra fuertemente representadas por los grupos comprendidos entre los 12 y 16 años con un aporte a la biomasa de 2 mil t cada uno. La biomasa de la fracción 9+ alcanza a 14.370 t, lo que equivale a prácticamente el 100% de la biomasa de machos, en tanto la fracción completamente reclutada 12+ alcanza a 12.487 t representando el 86,7% de la biomasa del sexo (Fig. 6).

La biomasa de hembras por su parte presenta dos modas, una secundaria centrada entre los 12 y 13 años y una principal comprendida por las edades de 15 a 19 años. La biomasa de la fracción completamente reclutada (12+) alcanza a las 7.605 t y representa el 87,3% de la biomasa del total del sexo (Fig. 7).

8.3 Caracterización de la distribución espacial de la estructura de tallas del stock y su proporción sexual, a partir de los lances de identificación.

En la tabla 6 se entrega un resumen de los valores estadísticos de la longitud (media, desv. estándar, valor mínimo y máximo, y mediana) de merluza del sur, obtenidos con ambos tipos de redes. En ella se puede apreciar que el rango de tallas obtenidas con la red de arrastre de fondo (31 a 100 cm) está compuesto por ejemplares juveniles y adultos, siendo mas amplio que el registrado con la red de mediagua (58-94 cm) compuesto mayoritariamente por ejemplares adultos y maduros.

Los valores de la media y mediana de la longitud obtenidas en hembras son superiores a las correspondientes a los machos, presentándose en general para el área de estudio una media que fluctuó entre 74 a 75,6 cm y una mediana de 75 cm.

Tabla 6. Estadísticos de longitud de merluza del sur de acuerdo a distribuciones ponderadas. Agosto-septiembre 1994.

-----	-----	-----	-----	-----	-----
Especificación		Media	Des. Est.	Min-Max	Mediana
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Red Mediagua	Macho	74,3	6,19	61-90	73
	Hembra	78,3	8,02	58-94	77
	Total	75,6	7,07	58-94	74

Red de Fondo	Macho	74,7	6,16	37- 94	75
	Hembra	75,1	12,03	31-100	76
	Total	74,7	8,51	31-100	75

Cuadrante 1	Macho	74,8	7,28	39-94	75
	Hembra	75,1	12,43	41-96	77
	Total	74,7	9,30	39- 96	75

Cuadrante 2	Macho	73,6	7,20	37-86	75
	Hembra	74,0	11,48	31-94	75
	Total	73,6	10,02	31- 94	75

Cuadrante 3	Macho	75,1	4,61	65- 92	75
	Hembra	77,7	12,06	42-100	80
	Total	75,4	10,02	42-100	75

Las distribuciones de las frecuencias de longitud estimadas según las ponderaciones de densidad hidrocústica en las capturas obtenidas con la red mediagua y respecto a la captura de merluza del sur en las capturas de la red de fondo, muestran altos valores del coeficiente de variación por clase de talla, atribuibles a los bajos niveles de captura logrados, siendo menores los obtenidos con la red de arrastre de fondo (Tablas 7 y 8).

Las distribuciones de tallas ponderadas para el área de estudio diferenciadas por tipo de red y sexo se entregan en las figuras 8a, 8b y 8c. Mientras las figuras 9a, 9b y 9c muestran las distribuciones de tallas por cuadrante y sexo para la red de arrastre de fondo.

Las distribuciones de tallas ponderadas conjuntas (ambos sexos), en las dos redes utilizadas presentan formas relativamente simétricas. La distribución obtenida con la red de mediagua muestra una ligera tendencia hacia la derecha, mientras en la red de fondo es hacia la izquierda. Sin embargo, al desagregar estas distribuciones por sexo, en ambos tipos de redes las distribuciones de tallas ponderadas de los machos presentan una clara simetría (unimodal). En cambio las hembras muestran un valle en las distribuciones de tallas ponderadas conjuntas alrededor del rango comprendido entre los 70 cm a 88 cm (Figs. 8a,b).

Los diferentes contrastes de distribuciones de tallas ponderadas entre sexos se muestran en la Tabla 9.

Tabla 7: Distribuciones de longitud ponderadas (Pk) y coeficiente de variación (C.V.) de merluza del sur por sexo y conjunta (ambos sexos) para el área total en red de mediagua. Crucero agosto - septiembre de 1994.

LONGITUD (cm)	MACHO		HEMBRA		TOTAL	
	PROPOR. POND. Pk	C.V.	PROPOR. POND. Pk	C.V.	PROPOR. POND. Pk	C.V.
58			0.00298	0.980	0.00094	0.986
60			0.00298	0.980	0.00094	0.986
61	0.01322	0.866			0.00902	0.866
63			0.00402	0.966	0.00126	0.994
64	0.01248	0.838	0.00298	0.980	0.00949	0.772
65	0.01383	0.762	0.00298	0.980	0.01042	0.708
66	0.08141	0.595	0.00402	0.966	0.05666	0.589
67	0.01465	0.827	0.02305	0.957	0.01728	0.633
68	0.02370	0.149	0.07615	0.506	0.04024	0.316
69	0.02095	0.315	0.05544	0.574	0.03179	0.354
70	0.03188	0.410	0.03227	0.730	0.03232	0.366
71	0.13664	0.427	0.11941	0.665	0.13105	0.391
72	0.12533	0.394	0.01454	0.662	0.09003	0.418
73	0.04558	0.363	0.00426	0.894	0.03248	0.355
74	0.05623	0.311	0.04376	0.538	0.05175	0.277
75	0.03634	0.372	0.04610	0.677	0.03934	0.349
76	0.07918	0.295	0.00298	0.980	0.05530	0.293
77	0.03986	0.406	0.08416	0.108	0.05412	0.215
78	0.04413	0.383	0.04681	0.544	0.04527	0.318
79	0.03169	0.439	0.00298	0.980	0.02257	0.423
80	0.04855	0.712	0.00998	0.568	0.03616	0.659
81	0.00668	0.493	0.00827	0.657	0.00725	0.402
82	0.03118	0.391	0.01598	0.455	0.02645	0.328
83	0.01630	0.750	0.01650	0.386	0.01604	0.537
84	0.02841	0.550	0.04059	0.209	0.03224	0.344
85			0.02901	0.351	0.00905	0.373
86	0.01064	0.968	0.00700	0.694	0.00949	0.772
87	0.00184	0.994	0.17541	0.435	0.05736	0.619
88	0.01064	0.968	0.00830	0.695	0.00987	0.748
89	0.00184	0.994	0.09338	0.816	0.03102	0.859
90	0.03684	0.926	0.01078	0.445	0.02872	0.820
92			0.00298	0.980	0.00094	0.986
93			0.00298	0.980	0.00094	0.986
94			0.00700	0.694	0.00220	0.708
TOTAL	0.99999996		0.99999999		0.99999993	

Tabla 8: Distribuciones de longitud ponderadas (Pk) y coeficiente de variación (C.V.) de merluza del sur por sexo y conjunta (ambos sexos) para el área total en red de fondo. Crucero agosto - septiembre de 1994.

LONGITUD (cm)	MACHO		HEMBRA		TOTAL	
	PROPOR. POND. Pk	C.V.	PROPOR. POND. Pk	C.V.	PROPOR. POND. Pk	C.V.
31			0.00398	0.994	0.00137	0.994
37	0.00184	0.988			0.00130	0.990
39	0.00095	0.960			0.00051	0.979
41			0.00935	0.653	0.00329	0.666
42			0.00439	0.943	0.00112	0.994
43	0.00079	0.865	0.00398	0.994	0.00210	0.731
45			0.00671	0.508	0.00747	0.495
46	0.00174	0.655	0.00111	0.957	0.00174	0.572
47	0.00095	0.960	0.01395	0.458	0.00525	0.408
48	0.00379	0.480	0.00902	0.626	0.00515	0.417
49	0.00316	0.000	0.00828	0.649	0.00488	0.538
50			0.00976	0.638	0.00305	0.673
52			0.01408	0.428	0.00510	0.431
53			0.00111	0.957	0.00051	0.979
54			0.00559	0.578	0.00196	0.569
56	0.00079	0.865			0.00073	0.971
57			0.00290	0.926	0.00103	0.953
58	0.00095	0.960	0.00874	0.597	0.00319	0.511
59			0.01574	0.485	0.00494	0.497
60	0.00218	0.977			0.00146	0.978
61			0.00290	0.926	0.00103	0.953
62	0.00473	0.556			0.00398	0.575
63			0.00817	0.584	0.00268	0.580
64	0.00492	0.562	0.00504	0.799	0.00557	0.460
65	0.00166	0.993	0.00907	0.572	0.00413	0.500
66	0.01199	0.374	0.01412	0.506	0.01328	0.303
67	0.00851	0.445	0.00796	0.703	0.00859	0.377
68	0.03165	0.231	0.02408	0.403	0.02923	0.201
69	0.05200	0.184	0.03488	0.333	0.04602	0.162
70	0.06155	0.168	0.05207	0.274	0.05989	0.144
71	0.05777	0.174	0.02431	0.402	0.04651	0.160
72	0.06079	0.168	0.04821	0.285	0.05759	0.145
73	0.08083	0.146	0.06400	0.248	0.07536	0.126
74	0.07853	0.149	0.01984	0.444	0.06016	0.141
75	0.11060	0.126	0.02439	0.405	0.08371	0.121
76	0.07941	0.148	0.04649	0.297	0.06918	0.133
77	0.05696	0.175	0.02817	0.375	0.04824	0.159
78	0.05772	0.173	0.03575	0.331	0.05151	0.154
79	0.06757	0.161	0.03569	0.329	0.05695	0.145
80	0.01767	0.314	0.04040	0.313	0.02474	0.223
81	0.02798	0.249	0.02693	0.379	0.02736	0.208
82	0.02683	0.257	0.02105	0.441	0.02455	0.223
83	0.01554	0.332	0.02762	0.370	0.01978	0.249
84	0.01246	0.373	0.06451	0.236	0.02685	0.213
85	0.01778	0.315	0.04447	0.298	0.02636	0.218
86	0.01245	0.376	0.03033	0.371	0.01744	0.266
87	0.00354	0.704	0.04265	0.306	0.01476	0.288
88	0.00523	0.576	0.01783	0.489	0.00879	0.377
89	0.00905	0.445	0.02207	0.437	0.01229	0.315
90	0.00184	0.995	0.00790	0.701	0.00386	0.575
91			0.00930	0.683	0.00255	0.702
92	0.00349	0.705	0.00848	0.700	0.00495	0.499
93			0.00450	0.984	0.00124	0.995
94	0.00184	0.995	0.01085	0.553	0.00485	0.495
95			0.00450	0.984	0.00124	0.995
96			0.00450	0.984	0.00124	0.995
100			0.00813	0.696	0.00234	0.705
TOTAL	1		1		1	

Tabla 9: Comparaciones (test) de distribuciones de tallas ponderadas entre sexos diferentes en ambos tipos de red y cuadrantes, y entre cuadrantes para un mismo sexo, en red de fondo. Crucero agosto - septiembre de 1994.

TEST ENTRE SEXOS			TEST ENTRE CUADRANTES PARA MACHOS.			
	MACHO (n)	HEMBRA (n)	TEST	CUADR. 1	CUADR. 2	CUADR. 3
RED MEDIAGUA	180	83	D.S.		N.S.	N.S.
RED DE FONDO	574	280	D.S.			N.S.
CUADR. 1	217	98	D.S.			
CUADR. 2	80	121	D.S.			
CUADR. 3	277	41	D.S.			

TEST ENTRE CUADRANTES PARA HEMBRAS.			
	CUADR. 1	CUADR. 2	CUADR. 3
CUADR. 1		D.S.	N.S.
CUADR. 2			D.S.

Observ.: TEST = Test Kolgomorov-Smirnov
D.S.: Diferencias significativas, $p < 0,05$.
N.S.: No hay diferencias significativas.

Tabla 10: Numero de merluzas del sur y proporción sexual (%) por cuadrante en red de fondo. Crucero agosto - septiembre de 1994.

NUMERO CUADRANTE	MACHO		HEMBRA	
	n	%	n	%
1	217	68.89	98	31.11
2	80	39.8	121	60.2
3	277	87.11	41	12.89

En el área total por tipo de red (Figs. 10a y b) y en cada cuadrante (Figs. 11a, b y c), las distribuciones de tallas entre machos y hembras presentan diferencias significativas ($p < 0,05$), y además, las distribuciones de tallas de machos contienen valores menores respecto a las hembras.

Las distribuciones de tallas de los machos entre cuadrantes no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$), pudiendo responder a una distribución de tallas en el área estudiada (Fig. 12a). Sin embargo, en las distribuciones de tallas en hembras, entre los cuadrantes 1 y 3 no presentan diferencias significativas, es decir entre cuadrantes extremos (Fig. 12b), pero si la presenta el cuadrante 2 lo cual se debe a la baja frecuencia de hembras en el rango de tallas comprendido entre 73 y 84 cm en dicho sector, lo cual coincide con la forma de valle que presenta la distribución de tallas ponderadas en el área total de estudio.

En lo relativo a la proporción sexual, en ambos tipos de redes (Tabla 2) los machos (68%) prácticamente duplican a las hembras (32%), siendo posible distinguir cambios espaciales en los valores de la proporción sexual (Tabla 10), con un predominio de los machos en cada cuadrante identificado a excepción del cuadrante 2 en que dicha relación se invierte.

8.4 Determinación del índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.

8.4.1 Estadios de madurez gonadal

Los ejemplares de hembras de merluza del sur capturados presentaron un amplio rango de tallas, desde individuos con ovarios virginales (EMS 1) hasta ovarios en regresión (EMS 5),

lo que señala la existencia de una actividad reproductiva en el período del estudio (Fig. 13)

La distribución de los EMS de acuerdo a los grupos de longitud definidos, muestra que el EMS 1 correspondió a ovarios pertenecientes a ejemplares de hasta 69 cm (GL 4) y a algunos del GL 5 (Fig. 14), talla en que se inicia la actividad reproductiva de la merluza del sur. Entre las hembras maduras la mayor participación correspondió al EMS 3 con un 23%, que corresponde a ejemplares que habiendo desovado recientemente se preparan para un nuevo desove en la misma temporada de puesta. Sin embargo llama la atención para una época reproductiva, el bajo porcentaje de hembras en EMS 4 (maduras).

8.4.2 Índices gonádicos

Los índices gonádicos reflejaron adecuadamente el grado de maduración gonadal de las hembras, confirmando lo observado en los EMS. Hasta el GL 4 (69 cm LT), el IGS y el IGL alcanzaron un valor promedio menor que 1. Empero a partir del GL 5 (70-79 cm) se observó un brusco aumento en ambos índices, alcanzando el promedio más alto (5,6) en el IGS del GL 6 (80 a 89 cm LT), el que también presentó la desviación estándar más elevada (Fig. 15). Esto último refleja el hecho que el GL 6 incluyó hembras en EMS 2 hasta 5 (Fig. 15), donde los EMS 2 y 5 correspondieron a índices gonádicos con valores de hasta 2,1; en cambio el EMS 4 alcanzó un valor equivalente en el IGS a 16,5 (Tabla 11).

Tabla 11

Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y de índice gonádico por longitud (IGL) y sus desviaciones estándar (DE), según el estadio de madurez sexual (EMS) de hembras de merluza del sur, Merluccius australis.

EMS	IGS	DE	IGL	DE
1	0,48	0,19	0,34	0,13
2	0,84	0,22	0,60	0,19
3	5,12	2,42	3,45	1,61
3A	5,54	2,79	3,93	2,01
4	16,52	6,88	11,66	5,13
5	2,08	0,76	1,44	0,56

8.4.3 Estado reproductivo de las hembras de la captura total

Los resultados del análisis de los EMS, se extrapolaron al total de hembras obtenidas en los lances de identificación. Los datos obtenidos se resumieron de manera de agrupar las hembras en sexualmente inmaduras y maduras. En las pescas de media agua, el 77% de los ejemplares correspondió a hembras maduras, en cambio en las pescas de fondo este porcentaje fue de 47%, reflejando este menor valor promedio la captura de ejemplares juveniles por la red de arrastre de fondo (Fig. 16). Del total de hembras, un 59% estaba sexualmente madura (Fig. 17).

8.4.4 Fecundidad modal

Los valores obtenidos de la fecundidad modal (F) se relacionaron con la talla de las hembras (LT) y se ajustaron a modelos de regresión. Para seleccionar el mejor ajuste se

tomó en cuenta el valor que presentó el coeficiente de correlación (r) y la homoscedasticidad de los residuos.

El mejor ajuste correspondió a un modelo lineal simple (Fig. 18), con los siguientes parámetros:

$$F = -1795120 + 30233 * LT \quad r = 0,39 \quad (p > 0,001)$$

El ajuste de los mismos datos a un modelo multiplicativo entregó un $r = 0,34$ ($p > 0,01$).

A pesar que en ambos casos la relación entre la fecundidad y la talla fue estadísticamente significativa, el coeficiente de correlación se consideró bajo, lo que es concordante con la dispersión observada en los residuos (Fig. 19).

Para obtener otro enfoque de los resultados obtenidos, se relacionó el peso de las gónadas (PG) con la LT (Fig. 20). En este caso, el modelo multiplicativo dio un mejor ajuste, con los siguientes valores:

$$PG = -12,7079 * LT^{4.09832} \quad r = 0,56$$

Los mismos datos ajustados a un modelo de regresión lineal simple dio un $r = 0,47$. En ambos casos, las gónadas fueron las mismas que se emplearon en las determinaciones de fecundidad.

8.5 Identificación y determinación de la importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la merluza del sur, a partir de los lances de identificación

8.5.1 Especies registradas en los lances de identificación

Las especies registradas en las capturas en todo el crucero de investigación, se señalan en la Tabla 12.

Tabla 12

Listado de especies registradas durante los lances de identificación.

Nombre Común	Nombre Científico
Peces Oseos	
Brótula	Salilota australis
Cojinoba	Serirolella sp.
Congrio dorado	Genypterus blacodes
Merluza de cola	Macruronus magellanicus
Merluza del sur	Merluccius australis
Merluza 3 aletas	Micromesistius australis
Reineta	
Pejerrata sp.	Caelorinchus sp.
Peces Cartilaginosos	
Pejegallo	Callorinchus callorinchus
Raya sp.	Raja sp.

8.5.2 Capturas totales por especie

Las capturas totales estuvieron dominadas por merluza de cola (83,84%), seguidas por las de merluza del sur (12,17%), otras especies (1,87%), congrio dorado (1,85%), reineta (0,24%), y merluza de tres aletas (0,026%).

La merluza de cola alcanzó un 96,36% en la captura con red de media agua, seguida por merluza del sur con un 3,40%. En cambio en la captura con red de fondo la merluza del sur alcanzó un 69,08%, seguida de otras especies con un 14,02% y congrio con un 13,21% (Tabla 13).

Tabla 13

Capturas totales por especie

Especie	Totales		Capturas			
	kg	%	Red media agua kg	%	Red de fondo kg	%
Merluza de cola	22357	83,84	22265	96,36	92	2,59
Merluza del sur	3245	12,17	785	3,40	2460	69,08
Otras especies (*)	499	1,87	0	0,00	499	14,02
Congrio dorado	492	1,85	22	0,09	470	13,21
Reineta	63	0,24	26	0,12	37	1,06
Merluza tres aleta	7	0,03	6	0,02	1	0,04

(*):Corresponde a cojinoba, brótula, pejerrata, pejegallo y raya.

8.6 Determinar la composición de la dieta de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.

La dieta de merluza del sur consistió principalmente en merluza de cola (66,6% del peso del contenido estomacal) y con el ítem restos de peces asignado como segundo en importancia (24%). Si se considera que gran parte de los restos de peces pueden ser merluza de cola, la suma de ambos ítem (91%) resulta en un valor muy aproximado a lo obtenido por Payá *et al.*, 1993 (93,5%). Los ítems pejerrata y calamar se mantienen como tercer y cuarto ítem en importancia, al igual que Payá *et al.*, 1993 (Tabla 14).

Sin embargo, en términos de peso se observó una fuerte disminución que alcanzó al 52%, en relación a lo obtenido por Payá *et al.*, 1993, aunque alcanzando durante el presente estudio una mayor diversidad (0,92 H') (Tabla 14).

Para la definición de Unidades Ontogenéticas Tróficas, se obtuvieron 4 grupos separados cada 10 cm de longitud total, variando el número de individuos en cada grupo de 21 a 39. En todos los grupos se detectaron los ítems Eufaúsidos, merluza de cola y restos de peces, aunque con diferente intensidad en cada grupo (Tabla 15).

En merluza del sur no se observa una relación clara entre tamaño predador y tamaño de presa (merluza de cola), aunque bajo los 60 cm de longitud del depredador, se observa una leve tendencia a disminuir el tamaño de la presa (Fig. 21).

Existe similitud trófica en la composición de especies de los grupos 1-2 y en los grupos 3-4, resultando ambas uniones significativas al nivel del 95% de confianza (Fig. 22).

Tabla 14: Composición específica de la dieta de merluza del sur en porcentaje en peso (gr). Obtenida en el crucero actual (1994) y por Paya et al. 1993 (1992).

ITEMS ALIMENTARIO	1994 (%)	1992 (%)
Merluza de Cola	66.61	88.55
Restos de Pez	24.43	4.98
Merluza de tres Aletas	0.00	0.20
Peje - Rata	5.22	1.90
Calamar	3.35	1.06
Merluza del Sur	0.00	1.13
Pulpo	0.27	0.00
Mictofidos	0.07	0.00
Eufausidos	0.02	0.00
Otros	0.00	2.15
CONTENIDO ESTOMACAL		
Peso promedio	120	230
Peso máximo	524	1477
Peso mínimo	1.13	8
Total muestreado	102	121
INDICE DE DIVERSIDAD (H')		
	0.92	0.52

Nota :

Los datos de Paya et al. 1992, corresponden sólo a las muestras tomadas en la Unidad de pesquería Norte Exterior.

Tabla 15: Agrupación de los estómagos muestreados durante el crucero.
 peso (gr) del contenido estomacal estandarizado a 100 individuos

Grupos de Merluza del sur
 (separados por longitud total)

N° grupo	1	2	3	4
Intervalo (cm)	59 < - 5	60 - 69	70 - 79	80 - > 8
N° individuos	(21)	(22)	(39)	(39)
ITEM				
Calamar	0.0	0.0	0.0	1092.1
Eufausido	36.4	7.3	73.8	8.7
M. de cola	2427.1	7276.8	8434.7	8500.3
Mictófido	0.0	42.3	0.0	0.0
Pejerrata	0.0	0.0	574.1	1126.6
Pulpo	0.0	0.0	90.5	0.0
Restos de peces	1059.0	5491.9	2562.6	2414.9

8.7 Condiciones meteorológicas y oceanográficas asociadas a la distribución demersal de la merluza del sur.

8.7.1 Temperatura

La distribución de temperatura superficial (Fig. 23a) muestra una disminución de norte a sur y hacia la costa, con valores bastante homogéneos, registrándose un máximo de 10.3°C al sur de Chiloé y un mínimo de 8.9°C al sur de la Península de Taitao (44°S).

La distribución vertical de las isotermas en la transecta que une las estaciones más oceánicas (transecta 1, Fig. 24a), presenta una elevación de las isotermas de norte a sur con un gradiente cercano a 0.3 m/mn . La temperatura muestra una disminución monótona con la profundidad, sin presentarse una termoclina estacional, con valores homogéneos en los primeros 100 m de profundidad.

En las transectas perpendiculares a la costa 2, 3 y 4 (Figs. 25a, 26a y 27a), las isotermas se distribuyen casi horizontalmente observándose valores homogéneos en el sector costero entre los 100 y 200 m de profundidad. En la transecta 2 se aprecia además que la topografía del fondo impide el avance de las aguas bajo los 100 m hacia la zona costera

8.7.2 Salinidad

La salinidad superficial (Fig. 23b) presenta valores entre 30.5 y 33.5 , y en forma similar a la distribución de temperatura, muestra una disminución de norte a sur, alcanzando los mayores valores (>33.0) al sur de Chiloé y valores cercanos a 32.0 al sur de la Península de Taitao. Se

presenta un núcleo de baja salinidad (< 31.0) en el sector costero en la latitud $46^{\circ}10'S$ (Península Skyring).

La distribución vertical de salinidad entre los 43 y $47^{\circ}S$ (transecta 1, Fig. 24b), presenta un aumento de la salinidad hasta alcanzar valores sobre 34.3 , asociados al Agua Ecuatorial Subsuperficial. La franja de máxima salinidad se presenta entre los 200 y 500 m en la estación de más al norte, y disminuye su espesor hacia el sur, no observándose pasado los $47^{\circ}S$. Las transectas perpendiculares 2, 3 y 4 (Figs. 25b, 26b y 27b) muestran un comportamiento similar de la salinidad con la profundidad en el sector oceánico, presentando isohalinas horizontales. Sin embargo en la zona costera aparece en la transecta 3 una profundización de las isohalinas, en tanto en la transecta 2 están ausentes las isohalinas de 34.2 y 34.3 que aparecen entre los 150 y 180 m en la estación más oceánica, lo cual se atribuye a la topografía del fondo.

8.7.3 Densidad

La densidad superficial (Fig. 23c) presenta valores entre 25.8 y 23.6 , disminuyendo de norte a sur. Al sur de Chiloé se observan valores mayores de 25.5 y al sur de la Península de Taitao valores cercanos a 25.0 . Un núcleo de baja densidad, con valores menores a 24.0 , se presenta frente a la Península de Skyring.

La distribución de isopicnas con la profundidad se presenta bastante uniforme a lo largo de la transecta 1 (Fig. 28c). Se observa una fuerte estratificación en los primeros 100 m, la que se acentúa al sur de los $45^{\circ}S$. Las transectas perpendiculares a la costa (Figs 25c, 26c y 27c) muestran una

inclinación de las isopícnas entre la superficie y los 100 m, y bajo esta profundidad las isopícnas son horizontales.

8.7.4 Oxígeno

La concentración de oxígeno disuelto superficial (Fig. 23d), presenta una distribución homogénea en casi toda el área de estudio con valores entorno a 6 ml/l, a excepción de las cercanías del límite norte y la península Skyring donde se observaron valores mayores a 7 ml/l.

En el sentido latitudinal (N-S) la concentración de oxígeno alcanza valores mayores a 5 ml/l en los primeros 100 m de profundidad, los que disminuyen hasta alcanzar el mínimo de oxígeno (< 3 ml/l) entre los 200 y 300 m, aumentando bajo esa profundidad a niveles superiores a los 5 ml/l a 500 m (transecta 1, Fig. 28b). En las transectas perpendiculares 3 y 4 (Figs. 26d y 27d) valores sobre 5 ml/l dominan los primeros 100 m, mientras que en la transecta 2 (Fig. 25d) a 50 m ya aparecen valores bajo 5 ml/l.

8.7.5 Vientos

Los vientos medidos en las estaciones oceanográficas durante el transcurso del crucero presentan una gran variabilidad, tanto en su dirección como intensidad (Fig. 29). No se observa una predominancia en la dirección del viento, produciéndose una alternancia entre los vientos con una componente norte y los con una componente sur. La intensidad media fue de 8 m/s y la máxima de 15 m/s, los vientos de mayor intensidad provienen del norte y noroeste.

9. ANALISIS Y DISCUSION

9.1 Biomasa y distribución de la merluza del sur

La biomasa estimada de merluza del sur alcanzó a 23.123 t en un área de 3037 mn², cifra que presenta una fuerte disminución en relación a las 71.000 t estimada para un área de 4370 mn² también por métodos hidroacústicos para la unidad de pesquería norte en 1992.

Considerando las fuertes diferencias en la extensión del área de estudio (44%), una forma válida de comparar ambos resultados es mediante el índice de densidad promedio, el cual tuvo un valor de 16,4 t/mn² en 1992 y 7,6 t/mn² en 1994 lo que representa una disminución del 54% entre ambos años.

La aparentemente fuerte caída en los niveles de densidad estimadas mediante métodos hidroacústicos entre los años 1992 y 1994, muestran una clara concordancia con los resultados obtenidos mediante el método indirecto de análisis secuencial de stock (ASP), donde los estimados de biomasa para el área total y exterior de la pesquería han disminuído en el último quinquenio a una tasa superior al 25% anual, lo cual equivaldría a una disminución del 47% de la biomasa en los últimos dos años.

Sin embargo, aunque las evaluaciones de stock realizadas tanto con métodos directos como indirectos muestran concordancia entre ellas, sus resultados aparecen como contradictorios con los rendimientos de pesca obtenidos por las flotas arrastrera fábrica en la unidad de pesquería norte, donde estos presentaron un fuerte aumento en relación a 1993, variando en julio de 1,17 t/ha en 1993 a 2,37 t/ha en 1994 , en tanto para el mes de

agosto se mantuvieron similares en ambos años en valores entorno a 1,4 t/ha.

Los rendimientos de pesca de la flota arrastrera hielera por su parte se incrementaron de 0,28 t/ha en julio de 1993 a 0,39 t/ha en igual mes de 1994, en tanto en agosto este cambio es aún mas fuerte variando de 0,27 a 0,51 t/ha.

Sin embargo, estos rendimientos de pesca son inferiores al índice de densidad (IBM+) el cual alcanzó a 24 t/mn², considerando que una captura de 2,4 t/ha equivale a una densidad 21,1 t/mn².

No obstante el fuerte alza experimentada por los rendimientos de pesca de la flota arrastrera en los meses de julio y agosto de 1994 en la unidad de pesquería norte, y que pueden marcar el inicio de la actividad reproductiva en la zona, estos son bastante inferiores en comparación a los obtenidos en 1992, donde alcanzaron un promedio de 4,7 y 0,8 t/ha para las flotas arrastrera fábrica y hielera respectivamente.

La disminución en la biomasa estimada de merluza del sur, concuerda también con la disminución de los rendimientos de pesca de la flota arrastrera los cuales alcanzan al 50 y 40% para cada una de las flotas entre los años 1992 y 1994. Lo anterior permite señalar que incrementos en la abundancia relativa del recurso, como ocurrió en 1992 no necesariamente significan una mayor biomasa, por cuanto a pesar de los altos niveles de rendimiento de dicho año, las biomاسas estimadas mediante métodos indirectos no presentaron un cambio significativo de la tendencia decreciente que se observa desde 1989.

En relación a la distribución del recurso, su presencia en un área bastante restringida sobre la cual la flota dirige su operación, permite al menos en la unidad de pesquería norte concentrar el esfuerzo en áreas cuyo ancho promedio no supera las 2 mn, lo cual ha posibilitado de cierta manera mantener los rendimientos de pesca en niveles que aún son considerados rentables, a pesar de haber disminuido en cerca de un 60% en el período 1982-1993.

La operación de la flota en un área relativamente restringida, se aprecia claramente en las actividades correspondientes a los meses de julio y agosto del presente año, donde las flotas arrastreras fábricas y hieleras se concentraron principalmente desde la isla Guamblin al sur, coincidiendo con la distribución del recurso detectado durante el crucero (Figs. 29a y b).

Un hecho que además debe haber posibilitado una tasa de decremento de los rendimientos de pesca inferior a la disminución de la biomasa, lo constituye la renovación tecnológica que ha experimentado la flota con la incorporación de nuevos artes de pesca, como son el uso de redes semipelágicas por parte de algunos buques arrastreros tanto fábricas como hieleros y la renovación de embarcaciones antiguas.

9.2 Estimación de la abundancia en número y biomasa por edades del stock de merluza del sur en el área de estudio.

Tanto en machos como en hembras, destaca el claro descenso de la biomasa evaluada tanto mediante métodos indirectos y directos en relación a 1992, lo que concuerda con la tendencia decreciente de la biomasa del stock comentada por Aguayo *et al.* (1991, 1992 y 1993).

Al comparar la evaluación directa del crucero (1994) con la indirecta para el mismo año (Figs. 6-8), se observa en general, una mayor coincidencia en los machos que en las hembras. Esta diferencia se debería principalmente a que la evaluación indirecta es realizada considerando una distribución homogénea de los sexos en el área norte exterior, sin embargo, en el período reproductivo se observa un aumento de los machos en la zona (machos 68% y hembras 32%), situación que ha sido observada en otras especies de merluzas como Merluccius hubsi en la plataforma argentina (Giacomo et al., 1993).

Destaca que tanto en machos como en hembras, las mayores diferencias entre las evaluaciones directas e indirectas se centran en individuos con edades menores de 12 años, lo cual es posible que se haya debido principalmente a una baja presencia de estos grupos edades, como también se sumen características selectivas del arte de pesca, por cuanto en años anteriores la flota arrastrera ha presentado valores modales de 70 cm de longitud en la captura de merluza del sur (Aguayo et al., 1992).

En este contexto estas diferencias se podrían atribuir al hecho que los valores de la evaluación indirecta, para la zona y período, fueron obtenidos de la estimación de base anual de aguas exteriores, lo que dificulta la comparación con un período reproductivo como el existente en el presente crucero.

9.3 Caracterización de la distribución espacial de la estructura de tallas del stock y su proporción sexual, a partir de los lances de identificación.

Los valores estadísticos globales, obtenida de las distribuciones de tallas ponderadas, tienden a ser muy similares a los valores registrados para la misma área y período en 1993 en los

muestreos realizados en la flota arrastrera fábrica (Fig. 8c, Tabla 16), y también similar a los registros señalados por Aguayo et al. 1993 y 1994, Payá et al. 1993, aunque los bajos niveles de captura de merluza del sur no son suficiente para aseverar que las distribuciones de tallas estimadas representan adecuadamente a la población de merluza del sur en el área de estudio.

Aunque las distribuciones de tallas para ambos sexos encontradas en el presente estudio muestran formas similares a las distribuciones globales registradas por Aguayo et al. 1993 y Payá et al. 1993, en el caso de las hembras, se aprecia al igual que en el crucero realizado en 1992 un valle en la distribución de hembras en el rango de tallas comprendidas entre los 70 cm a 90 cm.

No existen antecedentes claros que permitan justificar las causas de lo antes descritos, pudiéndose describir una serie de factores que la pueden originar como son: cambios en el patrón reproductivo de la especie, fuerte explotación de la población adulta de merluza del sur en meses anteriores del crucero en estudio. Aguayo et al. (1994) señala también una tendencia histórica a la disminución de las tallas promedios y modales de merluza del sur, con mayor acentuación en las hembras en la unidad de pesquería norte, donde la talla modal de las hembras (80 cm) disminuyó en un 29,5% entre 1992-1993, señalando como razones la disminución que ha experimentado la abundancia del recurso y los altos niveles de explotación a que fue sometido entre 1987 a 1990.

Las comparaciones de las distribuciones de tallas confirman las diferencias entre machos y hembras, producto de las mayores tallas de estas últimas. En la distribuciones de talla para machos es posible sugerir que pueden provenir de una distribución

poblacional, pero en hembras los datos e información generada no son suficiente para llegar a un resultado similar.

En el área de estudio, la proporción sexual es dominada por los machos, situación registrada también en agosto de 1993 (Tabla 17). Registros globales de la proporción sexual de 1993 indican un predominio preferente de machos en la unidad de pesquería norte, mientras en la unidad de pesquería sur la proporción se invierte a predominio de las hembras (Céspedes com. pers.). Esto último sugiere que los cambios de la proporción sexual pueden ser más notorios en una escala espacio-temporal mayor.

9.4 Determinación del índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur, a partir de los lances de identificación

Al analizar la distribución de los EMS de acuerdo a los grupos de longitud de las hembras, se observó que el EMS 1 correspondió casi exclusivamente a ovarios pertenecientes a ejemplares de hasta 69 cm (GL 4). La talla 50% de la primera madurez sexual en la merluza del sur se ha estimado en 69,4 cm LT, por lo tanto, estas observaciones son consecuentes con estudios anteriores (Balbontín y Bravo 1993).

El ajuste de los datos de fecundidad modal y de la longitud de las hembras a modelos de regresión dio como resultado coeficientes de correlación más bajos que los obtenidos con datos de la temporada de puesta de agosto de 1991 (Balbontín y Bravo 1993). Por la naturaleza de los datos, se esperaba un mejor ajuste a un modelo multiplicativo que a uno lineal, lo que no se cumplió con los valores de fecundidad modal, pero sí con el peso de la gónada. Esta última podría considerarse como una variable sustituto de la fecundidad.

Tabla 16: Número de merluza del sur y proporción sexual (%) por cuadrante y área total, provenientes de muestreos realizados a bordo de buques fábricas (agosto 1993).

Cuadrante	Machos		Hembras	
	(n)	(%)	(n)	(%)
1	1405	61,17	892	38,83
2	633	80,74	151	19,26
3	153	67,77	73	32,30
Total	2191	66,25	1116	33,75

Tabla 17: Resumen de estadísticos de longitud de merluza del sur por cuadrante y área de estudio, en muestreos de la flota arrastrera fábrica (agosto 1993).

Especificación	Estadísticos de la longitud (cm)				
	Media	Desv. Est.	Min-Max	Mediana	
Cuadrante 1	Macho	73,7	7,15	50-96	74
	Hembra	78,8	11,62	50-98	80
	Total	75,3	9,14	50-98	76
Cuadrante 2	Macho	73,8	6,40	50-91	74
	Hembra	80,5	12,37	51-102	83
	Total	75,1	8,32	50-102	75
Cuadrante 3	Macho	73,8	8,80	39-95	75
	Hembra	75,5	12,49	39-106	76
	Total	74,5	10,42	39-106	75
Total	Macho	73,8	8,07	39-96	74
	Hembra	76,4	12,54	39-106	77
	Total	74,7	9,88	36-106	75

Los datos de fecundidad a la talla estimados por la ecuación de regresión para fines de agosto y primera quincena de septiembre de 1994, alcanzaron en promedio, a la mitad de los valores obtenidos en agosto de 1991 para la misma especie. Por otra parte, al comparar los índices gonádicos en ambos años, expresados como valores promedio de cada uno de los seis estadios de madurez sexual considerados, se observó que son similares y que sus desviaciones estándares de traslapan ampliamente. Sin embargo, al considerar los índices gonádicos como promedio de la muestra, incluyendo todos los estadios de madurez, se obtuvo resultados diferentes. En 1991, el valor promedio y desviación estándar del IGS fue $5,6 \pm 6,5$ y del IGL $4,2 \pm 2,6$ (Balbontín y Bravo 1993); en cambio en 1994 estos valores sólo alcanzaron a $3,2 \pm 3,7$ y $2,2 \pm 2,6$, respectivamente. Otro valor publicado para el IGL, recalculado de acuerdo a la ecuación utilizada en este estudio, es cercano a 7 para agosto (Aguayo *et al.* 1987) y de 9,2 para el IGS del mismo mes (Castillo 1988).

Los resultados arriba señalados ponen de manifiesto el menor tamaño de las gónadas en las muestras obtenidas en septiembre de 1994. Esta situación puede interpretarse como la consecuencia de destinar una menor cantidad de energía al desarrollo ovocitario por parte de la población de merluza del sur, o bien, que el muestreo no coincidió con el máximo período de actividad reproductiva de la merluza. Al respecto, en septiembre de 1991 de un total de 260 peces muestreados, el 43% presentó ovarios en EMS 4. En agosto de 1994, si bien el 59% de los 194 peces muestreados estaban sexualmente maduros, es decir, en EMS representativos de actividad reproductiva reciente, sólo el 2% de éstos correspondió a EMS 4. Aunque el método microscópico de clasificación de los EMS se modificó ligeramente en 1994 (ver metodología de trabajo), las diferencias observa-

das en la distribución de frecuencias de los EMS 4 son significativas. Por el contrario, en la temporada de puesta de 1994 se obtuvo un mayor porcentaje de hembras en EMS 3A que en 1991.

9.5 Fauna acompañante

Los resultados obtenidos de los lances de pesca de identificación muestran un claro predominio de la merluza de cola en las capturas realizadas con red de mediagua donde alcanza al 93,4%, esta alta incidencia de esta especie en la captura es consecuencia de sus hábitos eminentemente pelágicos y a tendencia a formar estratos, lo cual facilita su captura con este tipo de arte.

La mayor presencia de merluza de cola se detectó en el sector norte del área de estudio, asociada principalmente a la plataforma continental, mientras hacia el sur y producto de lo estrechez que sufre la plataforma se encuentra en la zona del cantil con tendencia a formar cardúmenes antes que estratos.

Las capturas provenientes de los lances de arrastre de fondo, los cuales fueron realizados entre los 300 a 460 m de profundidad), muestran un claro predominio de dos las principales especies objetivos de la pesquería demersal sur-austral (merluza del sur y congrio dorado), las que en conjunto aportan casi el 74% de la captura obtenida con este tipo de redes. En tanto el aporte del resto de las especies y que conforman la fauna acompañante presentan un bajo aporte y están representados principalmente por especies de menor interés secundario como brótula, cojinobas, pejegallos y rayas.

Un cambio en la composición de las capturas se podría esperar, en el caso de realizar lances en menor profundidad (<300 m), donde podría cobrar importancia la captura de merluza de cola

Un hecho interesante lo constituye la casi virtual ausencia de la merluza de tres aletas en el área de estudio, lo que estaría significando que la presencia de interés comercial de este recurso, sólo se ubicarían hasta el golfo de Penas.

9.6 Determinación de la composición de la dieta de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.

Para los rangos de talla estudiados, la merluza del sur posee una dieta que es predominantemente piscívora, situación que concuerda con lo observado por Payá et al., 1993.

Sin embargo, al comparar los pesos promedios de los estómagos, se observa una clara disminución que alcanza al 50% respecto de lo obtenido por Payá et al. (1993) en julio de 1992, situación que se puede atribuir a los diferentes períodos de colecta de las muestras, ya que al efectuar el actual muestreo durante un período reproductivo, es posible que la merluza del sur disminuya su tasa de alimentación durante el período reproductivo, situación que ha sido observado en otras especies de merluzas por McFarlane and Beamish, (1985).

En lo que respecta a la dieta de la merluza del sur, esta presenta un bajo valor de diversidad la que alcanza un valor de sólo 0,92, lo cual presenta una tendencia a la estenofagia si se considera que durante 1992 el valor obtenido alcanzó a 0,52. No obstante lo anterior, la diversidad estimada para esta especie es considerablemente baja al compararse con el valor de 2,82

obtenido en ejemplares adultos de merluza común (Fuentealba, 1993).

La similitud trófica en la composición de especies en la dieta resulta en la obtención de 2 Unidades Ontogenéticas Tróficas; una que reúne los individuos menores de 69 cm de longitud total y otra con individuos mayores de 70 cm, lo cual separaría los adultos de los juveniles en dos Unidades Tróficas.

Las diferencias en la composición de la dieta entre juveniles y adultos están dadas principalmente por la composición de las mismas y no por el tipo de especies, ya que comparten casi el 50% de los ítem alimenticios. Lo anterior se ratifica en base a los antecedentes sobre el amplio rango de tamaño de carnada que pueden capturar los juveniles de merluza del sur (Arana, Neuling and Henriquez, 1988).

Lo anterior unida a una relación tamaño del depredador - presa bastante débil, permite señalar que adultos y un importante rango de juveniles estarían utilizando los mismos ítems alimentarios aunque la composición de dieta presente diferencias.

9.7 Condiciones meteorológicas y oceanográficas asociadas a la distribución demersal de la merluza del sur.

La temperatura superficial registrada en este crucero presenta valores similares a los observados por Blanco (1983) en 1978 y 1979 y Payá *et al.* (1993) en 1992. La distribución de salinidad superficial también es similar a la observada en los cruceros anteriores, pero presenta valores menores a 31.0 cerca de la Península Skiring, mientras que en 1992 esta no descendió de los

32.4. La concentración de oxígeno superficial se muestra más homogéneo en este crucero que en los anteriores.

La distribución de las variables superficiales presenta una disminución de norte a sur, pero la menor salinidad, y por ende densidad, así como el mayor oxígeno observados frente a la Península Skiring se deben al mayor aporte de agua dulce en esa zona, mientras que al sur de la Península de Taitao aparece un aumento de la salinidad producto del menor aporte de agua dulce.

La distribución y valores verticales de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno no muestran grandes cambios con respecto a las observaciones registradas en 1978, 1979 (Blanco, 1983) y 1992 (Payá et al., 1993). Las isolíneas se presentan horizontales bajo los 100 m tanto en el sector oceánico como en el costero.

En los primeros 100 m la temperatura se presenta homogénea, pero la salinidad y la densidad muestran una marcada estratificación con un fuerte gradiente vertical, el que se acentúa entre los 45 y 47°S, descartándose la presencia de una capa de mezcla hasta esa profundidad. La elevación de la topografía observada en la transecta 2 impide la penetración del agua Ecuatorial Subsuperficial hacia la costa.

En los diagramas t-s y t-o de las estaciones 1, 12, 19, 31 y 35 (Fig. 31) aparecen las siguientes masas de agua : el agua Subantártica (ASAA), el agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), el agua Intermedia Antártica (AIAA) (Silva y Konow, 1975; Silva y Neshiba, 1979) y el agua de Canales y Fiordos (ACF) (Payá et al., 1993). El ACF nace de la mezcla en el sector costero del ASAA con aguas más dulces, dando origen a un tipo de agua de baja salinidad, la que se ubica entre 0 y 50 m de profundidad y se

extiende hasta cerca de las 100 millas fuera de la costa (Payá et al., 1993).

Entre la superficie y los 50 m de profundidad aparece la influencia del ACF y entre los 50 y 200 m la del ASAA, ambas con temperaturas sobre los 9°C pero diferenciándose una de la otra principalmente por la menor salinidad del ACF (<33.5) con respecto al ASAA (> 33.5). Entre los 200 y 400 m se presenta el núcleo del AESS, con temperaturas entre 6 y 9°C, salinidad sobre 34.3 y oxígeno menor a 4 ml/l, el que aparece más marcado en el diagrama t-o. El AESS aparece claramente hasta profundidades cercanas a 400 m en la zona norte, disminuyendo su influencia vertical a 300 m en la zona sur del área de estudio. Bajo los 400 m se observa parte del AIAA, con temperaturas menores a 6°C, salinidades inferiores a 34.2 y oxígeno mayor a 5 ml/l.

El máximo de salinidad y mínimo de oxígeno asociados al AESS están presente en prácticamente toda la zona de estudio, pero no se observan al sur de los 47°S. Diversos autores han estimado la presencia del AESS hasta latitudes cercanas a 48°S (Silva y Konow, 1975; Silva y Neshiba, 1979), pero dado que la información de este crucero es muy costera no es posible sobre la distribución del AESS en el sector más oceánico.

En 1992, Payá et al. (1993) observaron que la distribución vertical de la merluza estuvo delimitada por temperaturas entre 6 y 9°C, salinidad sobre 34.1 y oxígeno bajo los 3 ml/l, definiéndose como hábitat para la merluza el núcleo del AESS. Durante el presente crucero la mayor distribución de la merluza se concentró bajo los 400 m, lo que corresponde al límite entre el AESS y el AIAA.

10. CONCLUSIONES

- 1) La biomasa de merluza del sur estimada para el área de estudio mediante el método hidroacústico, alcanzó a 23.123 t, con una densidad promedio de 7.6 t/mn² y un error de estimación del 29%.
- 2) La merluza del sur se distribuyó en una angosta franja, limitada por los veriles de 300 y 500 m de profundidad, localizándose las mayores densidades hacia el sector sur del área de estudio.
- 3) La abundancia de merluza del sur alcanzó a 765 millones de ejemplares de los cuales 5,2 millones correspondieron a machos y 2,41 millones a hembras.
- 4) La abundancia de la merluza del sur estuvo compuesta mayoritariamente por ejemplares pertenecientes a grupos de edades completamente reclutadas (12+).
- 5) La biomasa por grupo de edades alcanzó a 23.500 t, de las cuales 15.500 t correspondieron a machos y 8 mil t a hembras. El grupo de edades completamente reclutadas (12+) aportaron casi el 90% de la biomasa total en ambos sexos.
- 3) Las distribuciones de tallas ponderadas muestran un comportamiento unimodal en machos, con una longitud media de 75 cm. En hembras la distribución es mas plana, con un valle en el rango central de la distribución.
- 4) La proporción sexual muestran un predominio de las machos, los cuales están en una relación de 2:1 con respecto a las hembras.

- 5) Los valores de índices gonádicos indican que durante el período muestreado la merluza del sur no estaba en el máximo de su actividad reproductiva.
- 6) Se detectó una fuerte presencia de hembras que habiendo desovado, se preparaban para un nuevo desove en la misma temporada de puesta.
- 7) Los valores de fecundidad modal a la talla estimados para el presente estudio son bajos y alcanzan en promedio a la mitad de los valores estimados para el año 1991.
- 8) La fauna acompañante estuvo compuesta por merluza de cola en capturas con red de mediagua, mientras que con redes de fondo la principal especie de la fauna de acompañamiento lo constituye el congrio dorado.
- 9) La dieta de merluza del sur es eminentemente piscívora, con un bajo valor de diversidad (0,92).
- 10) Se distinguen dos unidades ontogénicas tróficas, compuesto una por ejemplares juveniles y otra por adultos, cuya diferencia es la composición antes que el tipo de la dieta.
- 11) Las condiciones oceanográficas detectadas durante el estudio son similares a las observadas en años anteriores.
- 12) La merluza del sur se distribuyó en el límite entre las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS) y aguas intermedias antárticas (AIAA).

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aglén, A. 1989. Empirical results on precision - effort relationships for acoustic survey. IMR, Bergen. 24 p.
- Arana P., K. Neuling y C. Henríquez 1989. Prospección de recursos ícticos con espineles de profundidad en los canales del sur de Chile (Enero de 1987 - Enero de 1988). Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) Rev. Pacífico Sur (Número especial), 1989
- Arancibia, H. 1988. Cluster analysis: the use of a simple statistical methods in the identification of groups. ICES. C. M./D:12 Statistic Ctte., Ref. Demersal Fish Ctte., 18 p.
- Arancibia, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off central Chile. Dissertation zur Doktorgrades des Naturwissenschaften (Dr. rec. nat.) des Fachbereiches Biologie der Universität Bremen, 221 p.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur Merluccius australis. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28 (1) :111-
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminar study of the prey of Gobiusculus flavescens. Mar. Biol. 50: 263-273.
- Bloom, S. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5: 125-128.

- Conover, W. J. Practical nonparametric statistics. 2ª Ed. 1980. Wiley & Sons, U. S. A., 493 p.
- Fuentealba, M. 1993. Relaciones tróficas intraespecíficas de la merluza común, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848); de Chile central. Tesis presentada a la escuela de graduados de la Universidad de Concepción, para optar al grado de magister en ciencias con mención en zoología. Concepción Chile.
- Giacomo, E., J. Calvo, M. Peña and E. Morriconi. 1993. Spawning aggregations of *Merluccius hubsi*, in Patagonian waters: Evidence for a Single Stock. In: Fisheries Research, 16 (1993) 9-16. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: Jhon Wiley and Sons, INC.
- Hynes, H. 1950. The food of freshwater stiklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitus*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anm. Ecol. 19:36-59.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish. Biol. 17:411-429.
- Jaksic, F. 1989. Tamaño corporal de predadores como predictor de atributos tróficos: el caso de aves rapaces. Medio Ambiente. 10 (1):23-26.

- Jolly, G. and I. Hampton. 1990. Some problems in the statistical design and analysis of acoustic survey to assess fish biomass. Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer, 189: 415-420.
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustic. Chapman and Hall. 1992, 325 p.
- McFarlane, G. and J. Beamish 1985. Biology and Fishery of Pacific Whiting, *Merluccius productus*, in the Strait of Georgia. Marine Fisheries Review 47 (2) pp. 23-34.
- Midttun, L. 1981. On acoustic estimation of marine fish populations, with an example of application in Norway. In: Meeting on Hydroacoustical Methods for The Estimation of Marine Fish Populations. Part B:817-836.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLAM. Studies and Reviews 8, 325 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.
- Payá, I., S. Lillo, J. Córdova, A. Paillamán, R. Quiñones, J. Blanco, R. Céspedes, E. Figueroa e I. Céspedes. 1993. Evaluación Directa de la Abundancia de Recursos Demersales en Aguas Exteriores de la Pesquería Sur Austral. IFOP, Chile. 72 p + tablas y figs.
- Robotham, H y J. Castillo. 1987. Método bootstrap una alternativa para estimar intervalos de confianza de recursos prospectados por medio de técnicas hidroacústicas. Investigaciones Pesqueras (Chile). 34: 79-83.

- Simmonds, J, N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1993, 113 p.
- Shannon, C. E y W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, USA, 117 p.
- Shotton, R. 1981. Acoustic survey design. In: Meeting on Hydroacoustical Methods for The Estimation of Marine Fish Populations. Part B:629-688.
- Shotton, R. y G. Bazigos. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer 184: 34-57.
- Simrad. 1991 Calibration of the EK 500. In: Simrad EK 500, Scientific Echo Sounder. Operator Manual. Simrad Subsea. P2170E. 18 p
- Sokal, R. y J. Rolf. 1969. Biometría. H. Blume Ed. Rosario, 17 Madrid-5, 831 p.
- STATA STATA 3.1. Vol. 2. 6ª Ed. 1993. 433 - 437 page. Stata Corporation, U. S. A.. 132.
- Williamson, N. 1982. Cluster sampling estimation of the variance of abundance estimates derived from quantitative echosounder surveys. Can. J. Fish. Res. Sci. 39: 229-231.

FIGURAS

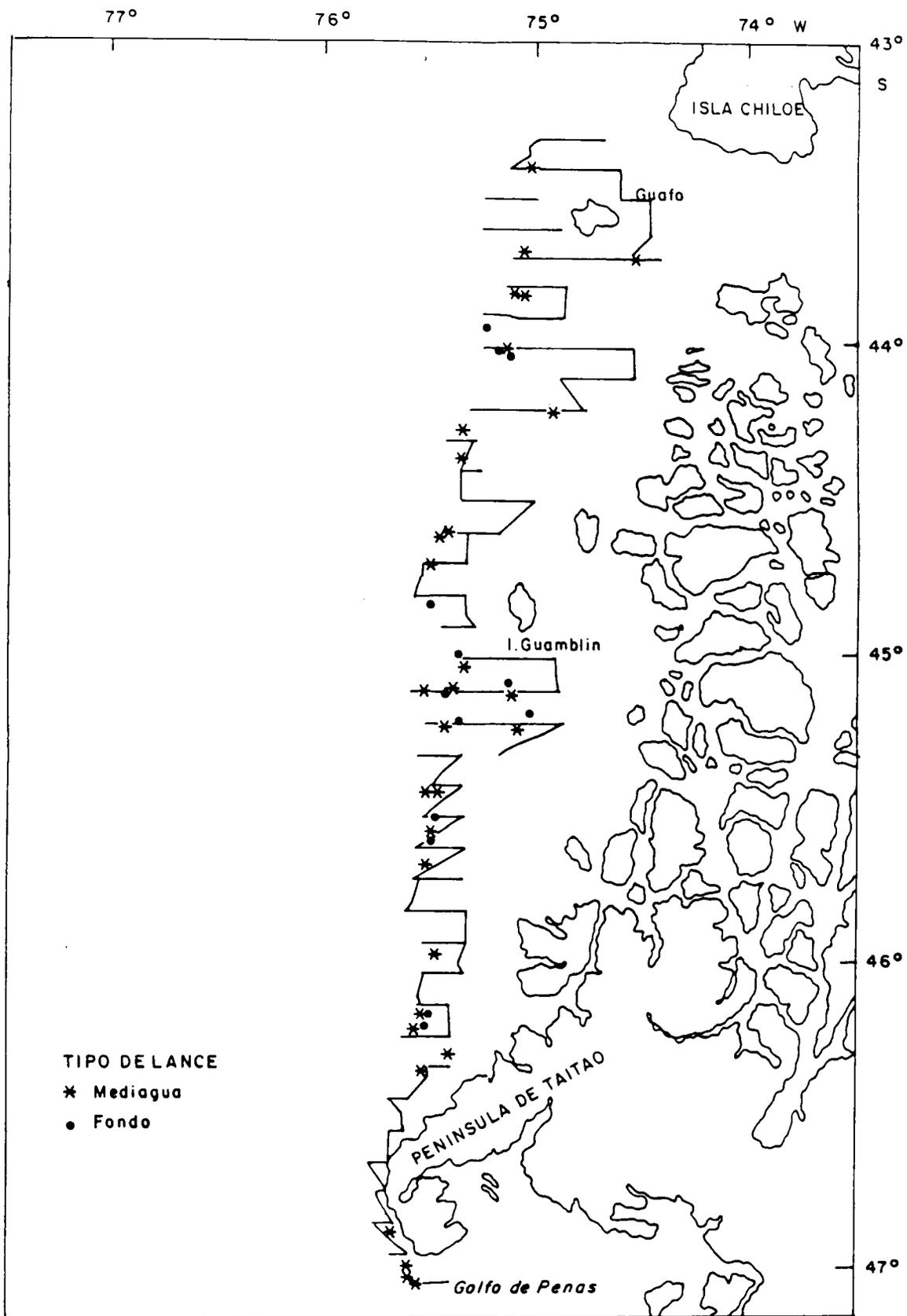


Fig. 1 Localización de las transectas y lances de pesca en la zona de estudio

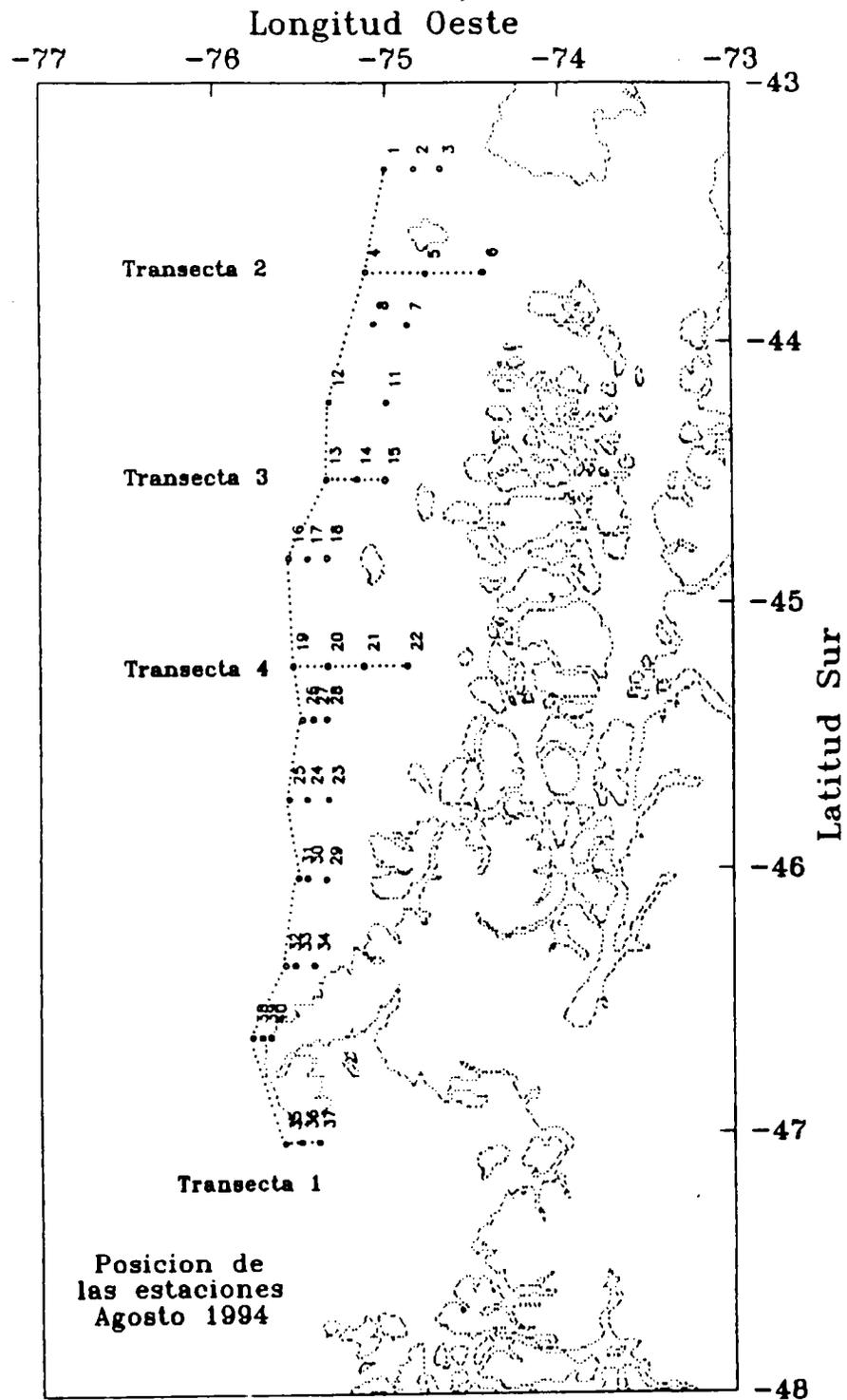


Fig. 2 Localización de las estaciones oceanográficas en la zona de estudio

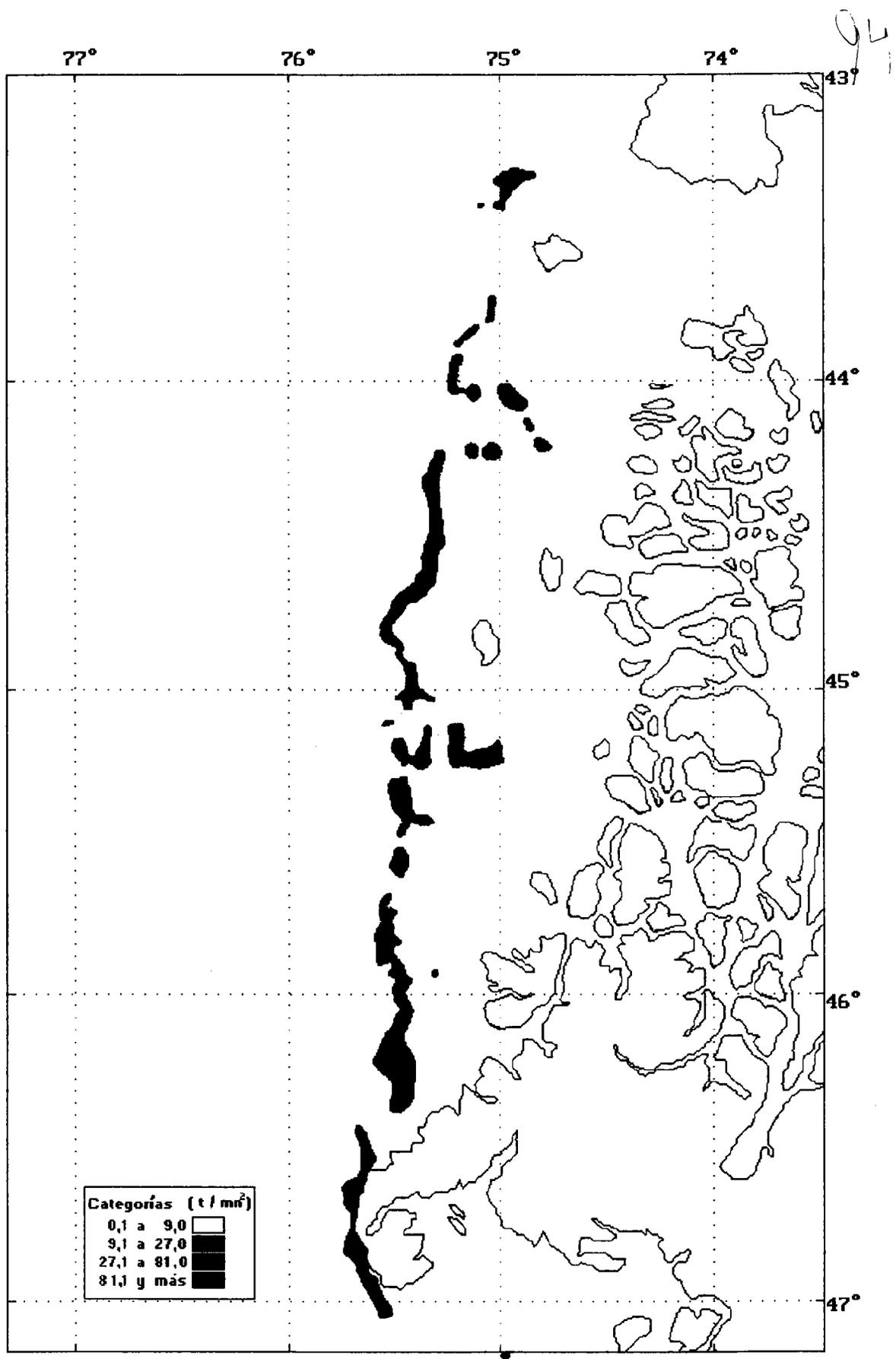


Fig. 3 Distribución de la biomasa de merluza del sur

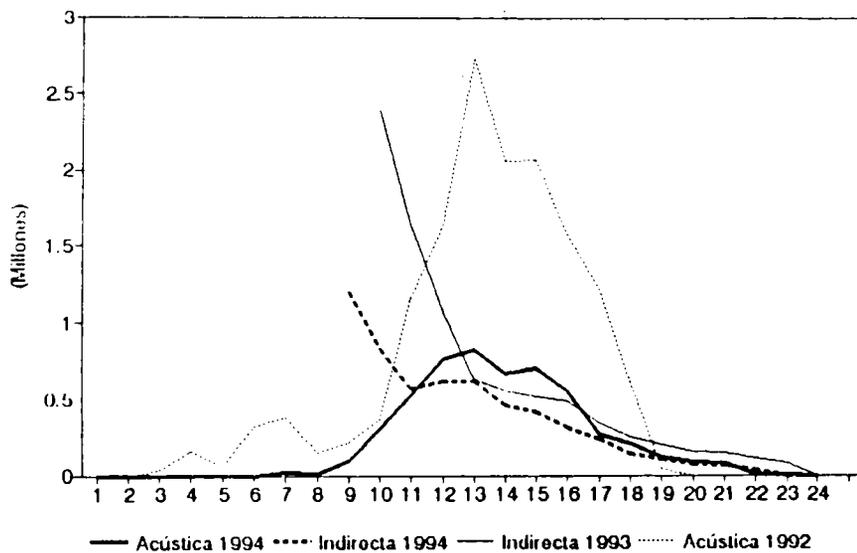


Fig. 4 Abundancia en número por edades de machos de merluza del sur

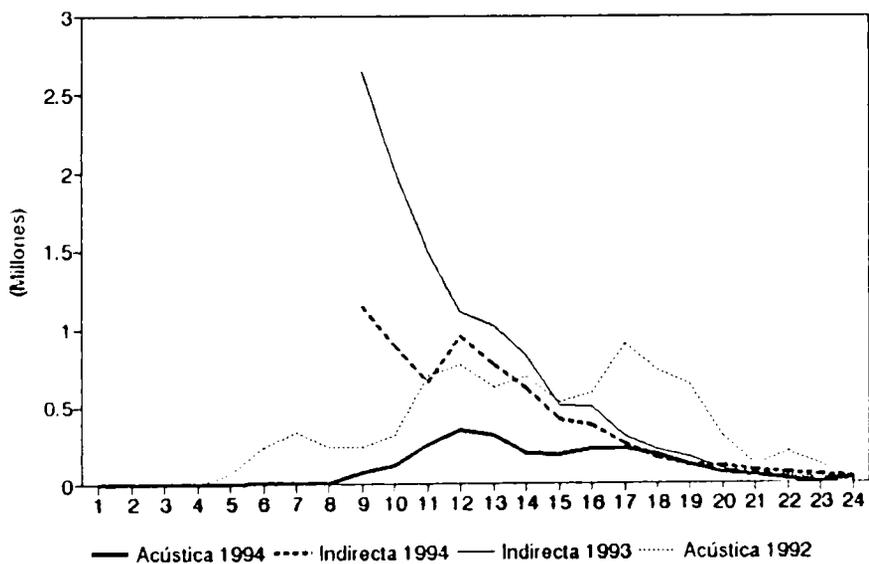


Fig. 5 Abundancia en número por edades de hembras de merluza del sur

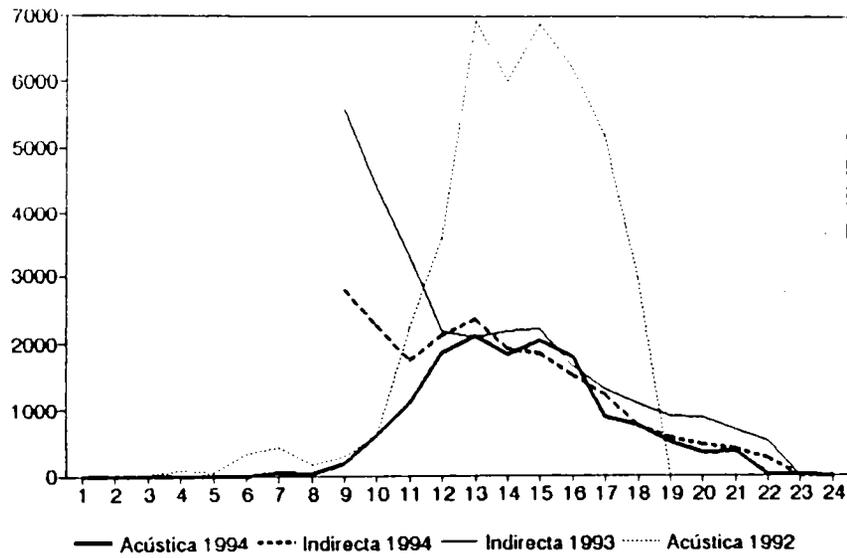


Fig. 6 Biomasa por edades de machos de merluza del sur

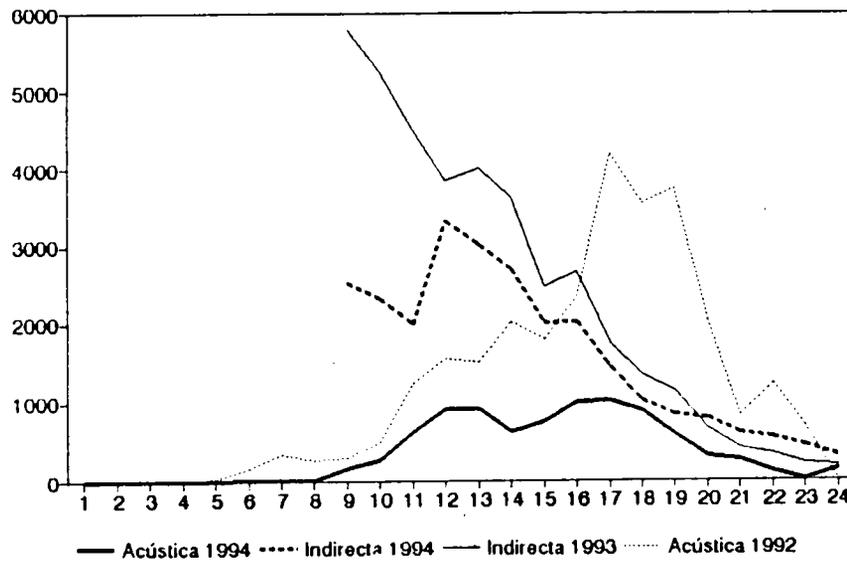


Fig. 7 Biomasa por edades de hembras de merluza del sur

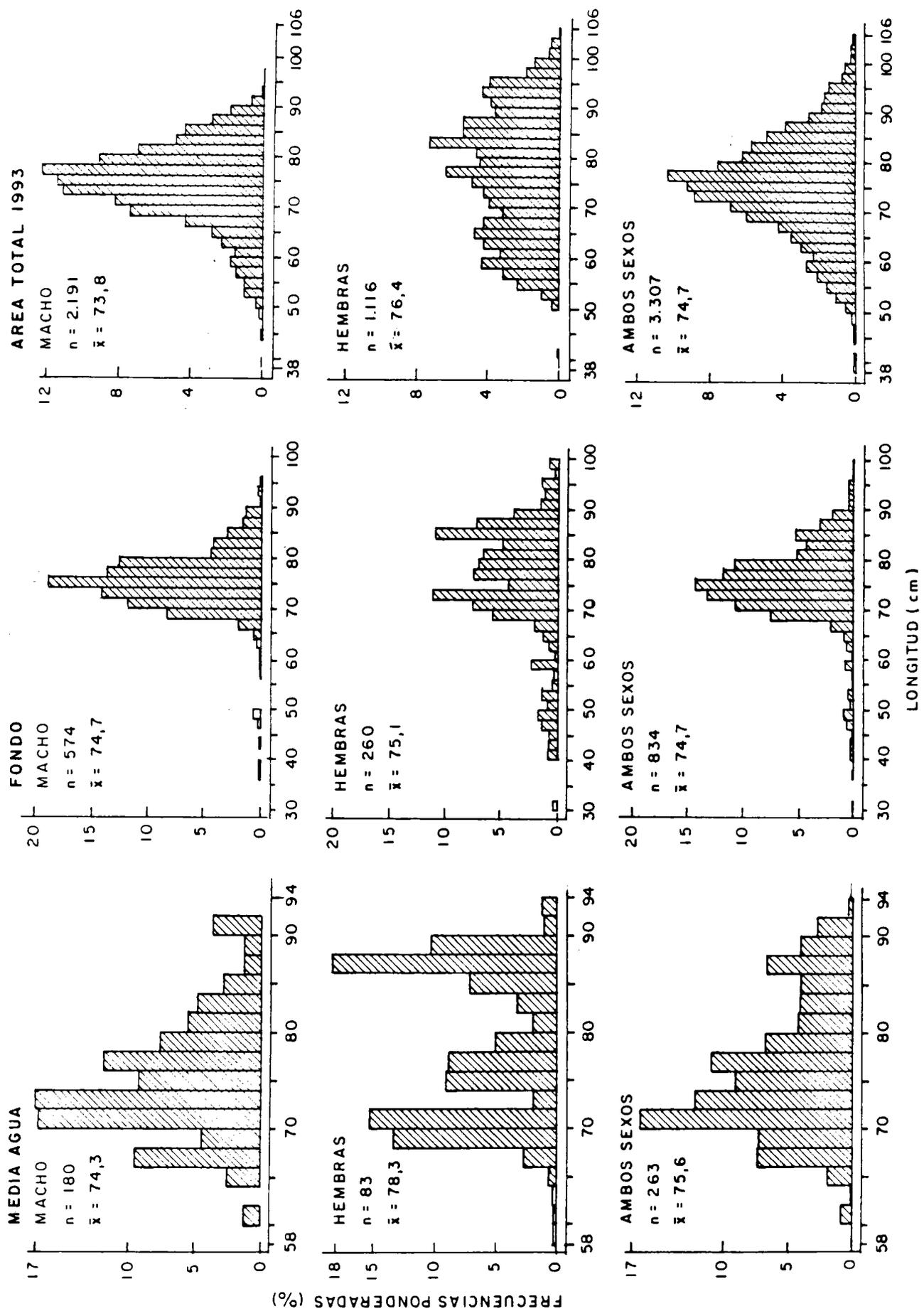


Fig. 8 Distribución de la frecuencia de tallas de la merluza del sur: a) red de mediana, b) red de fondo y c) flota arrastrera (agosto 1993)

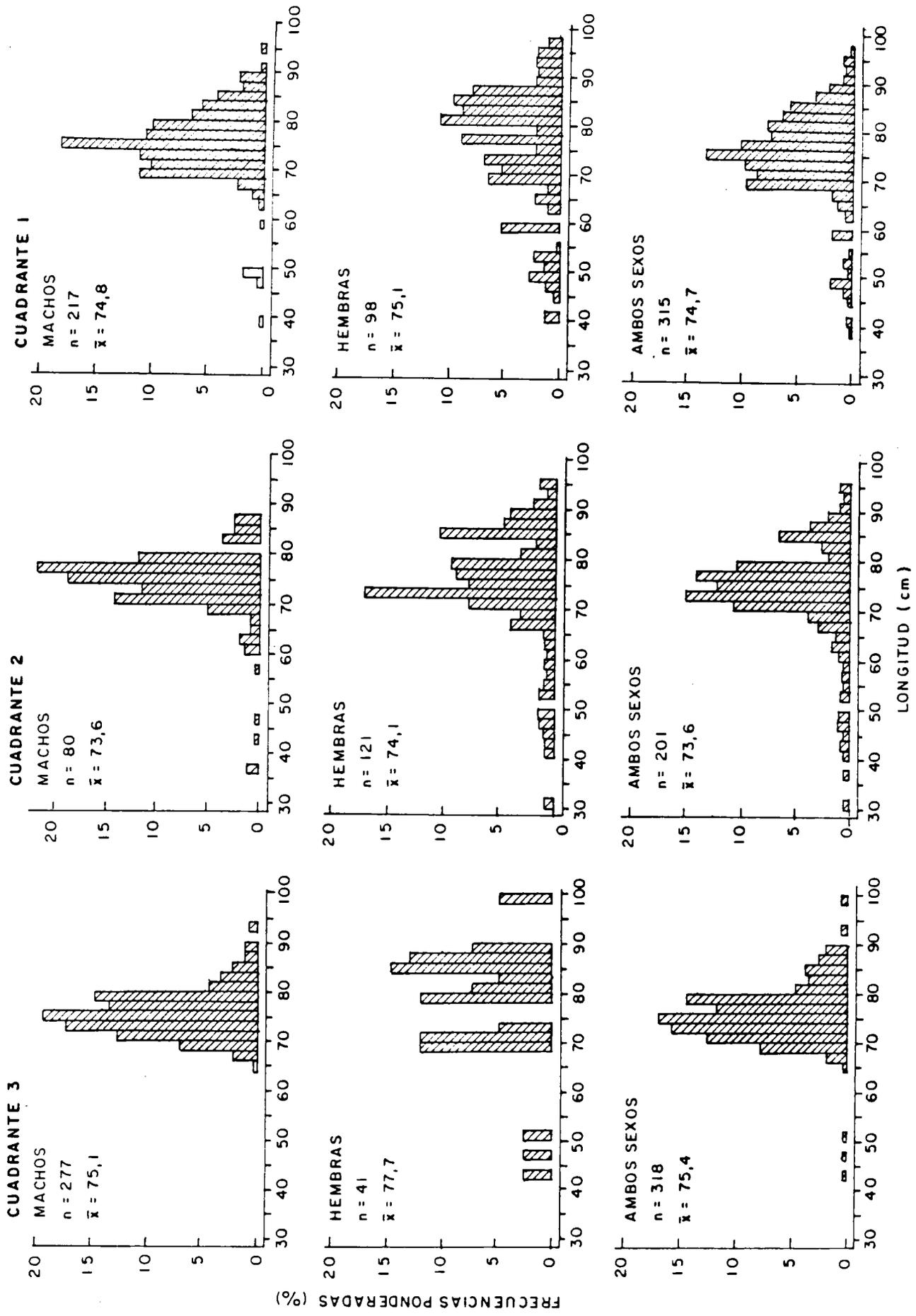


Fig. 9 Distribución de tallas de merluza del sur para red de fondo: a) Cuadrante 1, b) Cuadrante 2 y c) Cuadrante 3

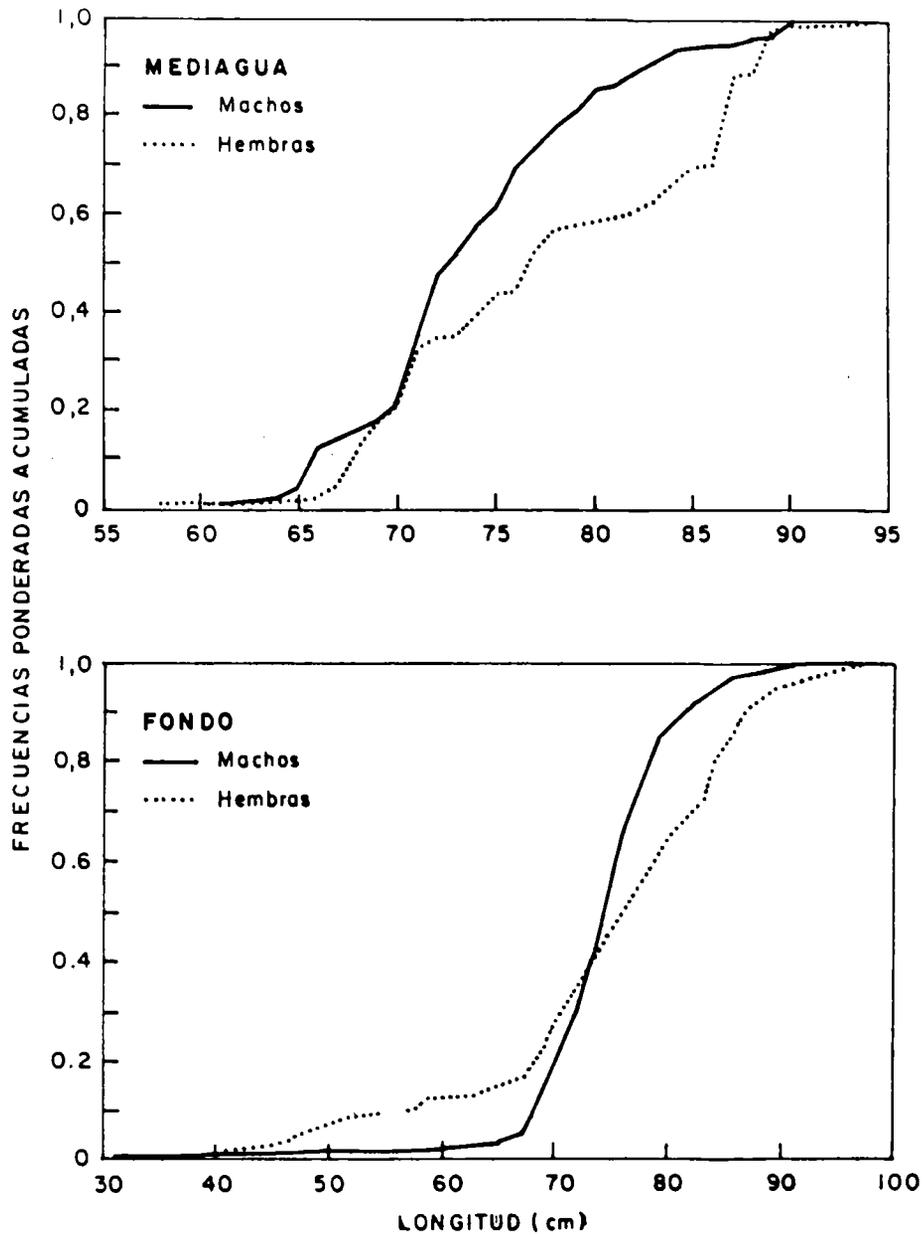


Fig. 10 Distribución de frecuencias acumuladas a la talla de merluza del sur: a) Red de mediagua y b) Red de fondo.

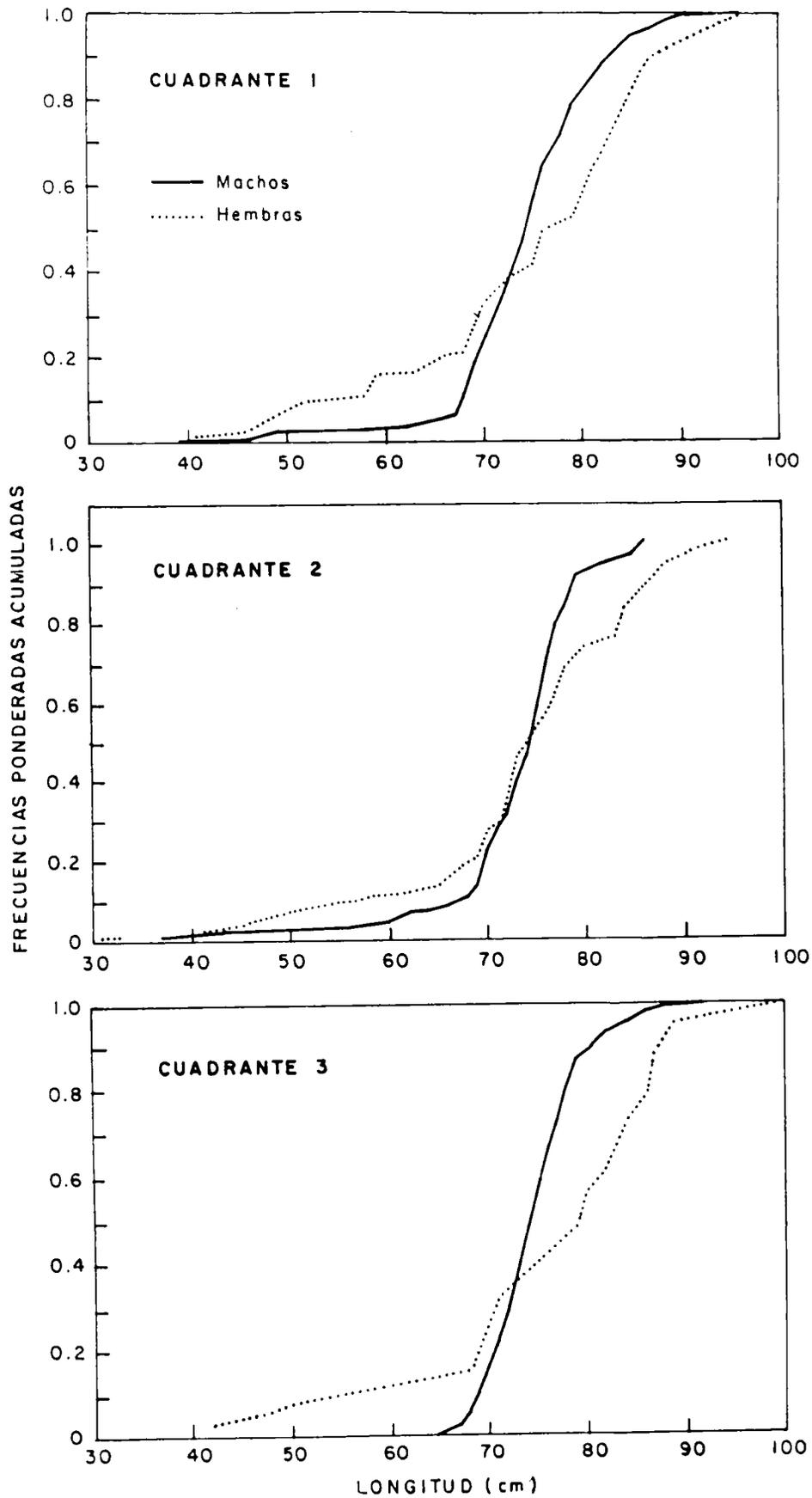


Fig. 11 Distribución de frecuencias acumuladas a la talla de merluza del sur red de fondo: a) Cuadrante 1, b) Cuadrante 2 y c) Cuadrante 3.

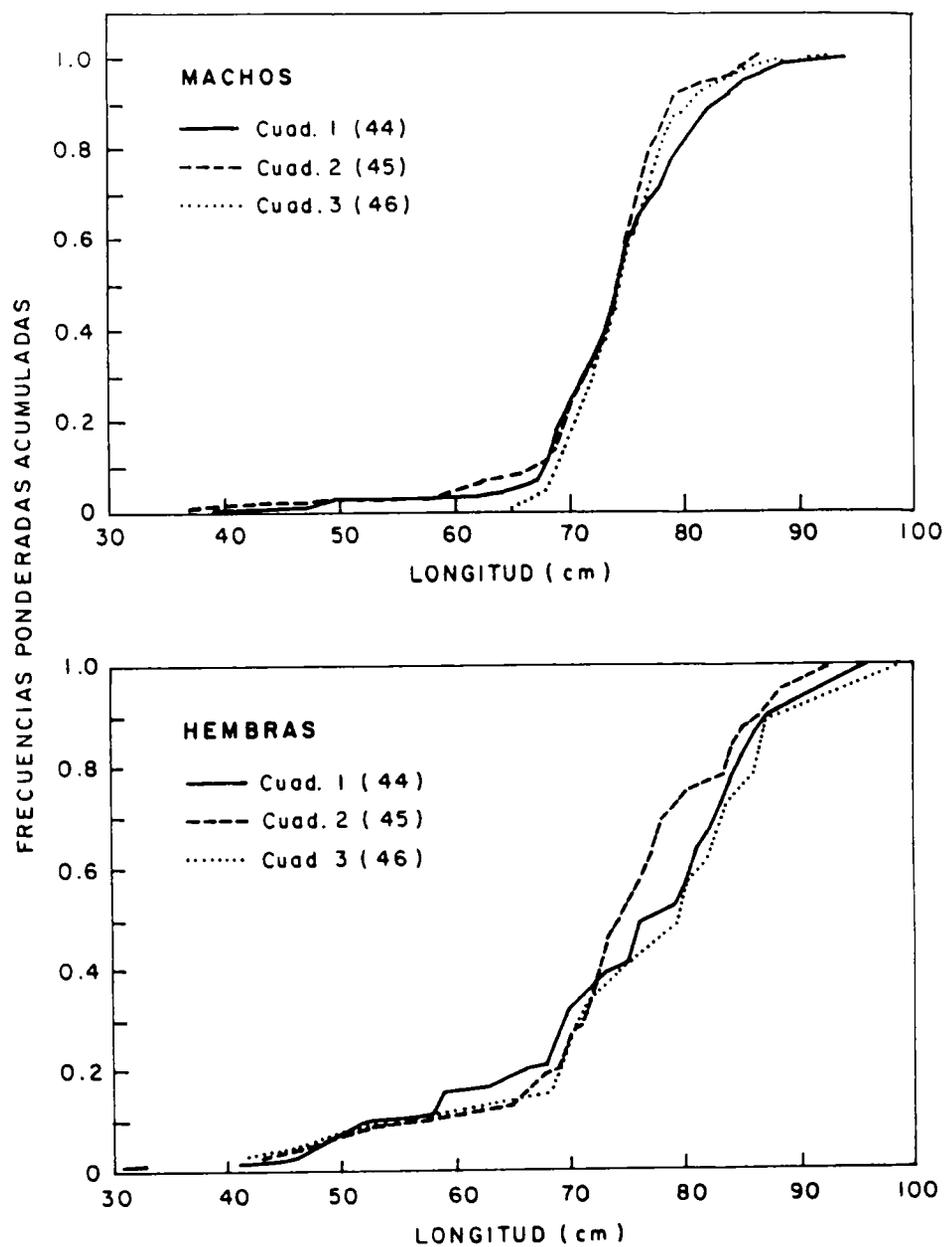


Fig. 12 Distribución de frecuencias acumuladas por cuadrantes para red de fondo: a) Machos y b) Hembras

HEMBRAS

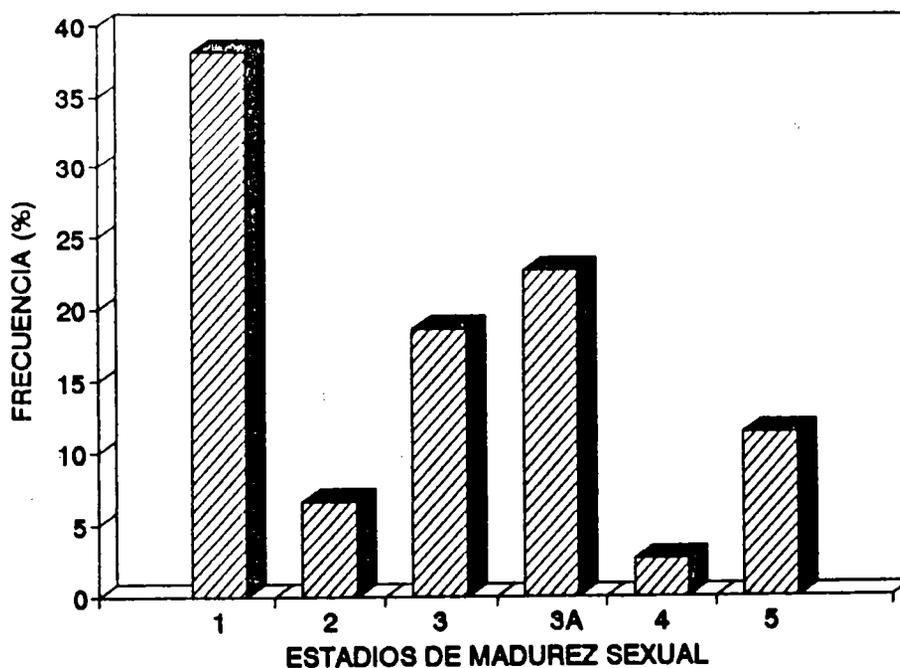


Fig. 13 Distribución porcentual de los estadios de madurez sexual en hembras de merluza del sur.

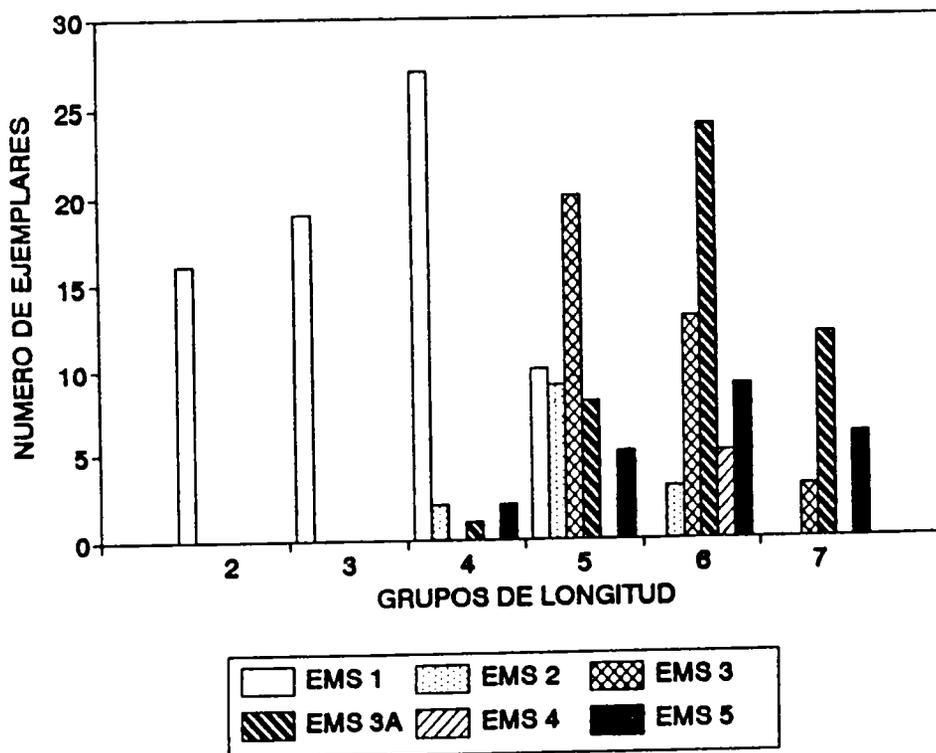


Fig. 14 Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual por grupo de longitud total en hembras.

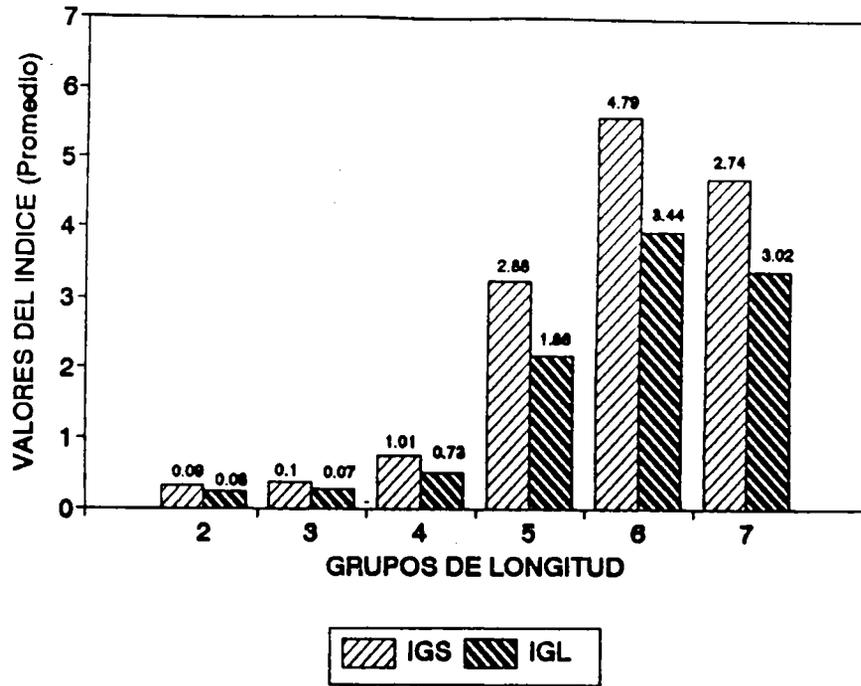


Fig. 15 Valores de índices gonádicos por grupo de longitud total en hembras de merluza del sur.

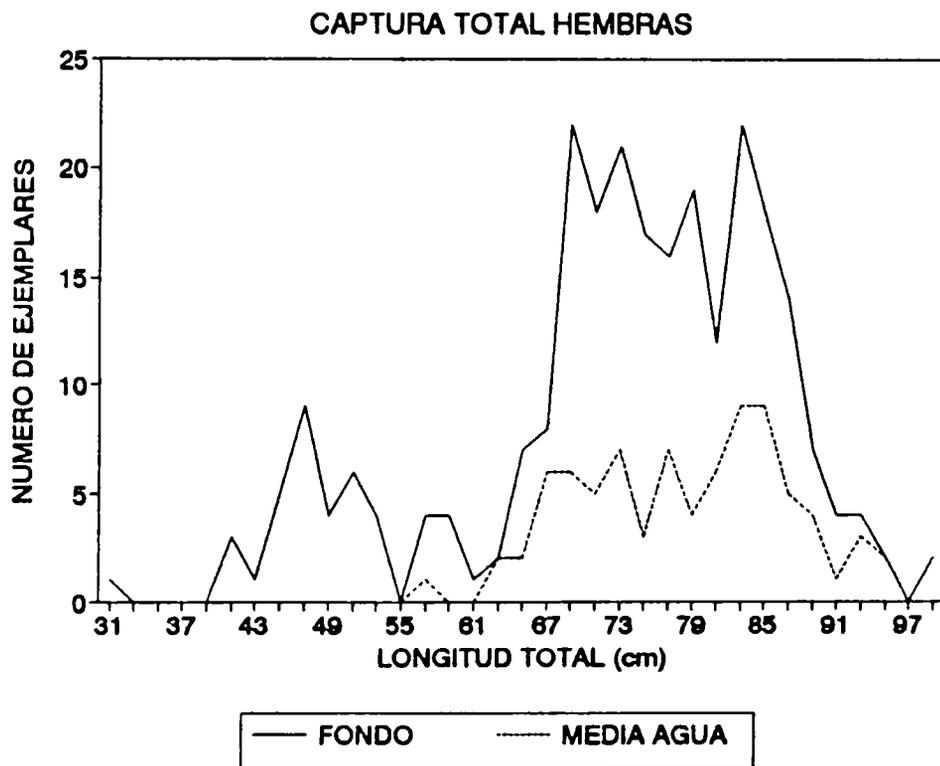


Fig. 16 Distribución de frecuencias de longitudes en la captura total de hembras de merluza del sur.

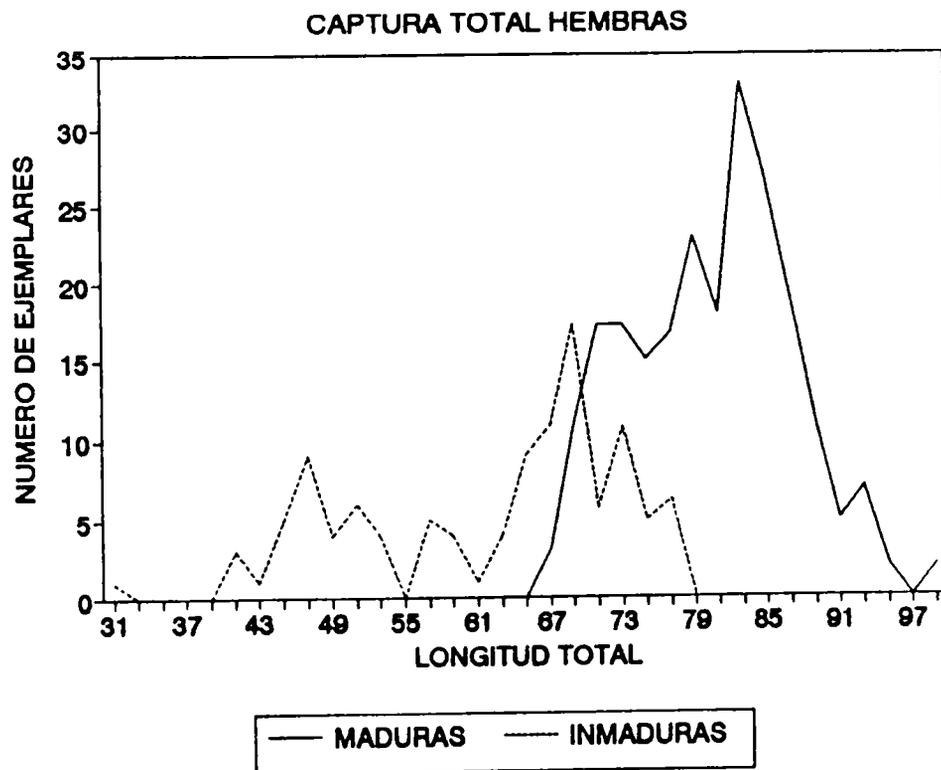


Fig. 17 Distribución de frecuencia de longitudes de hembras sexualmente maduras e inmaduras.

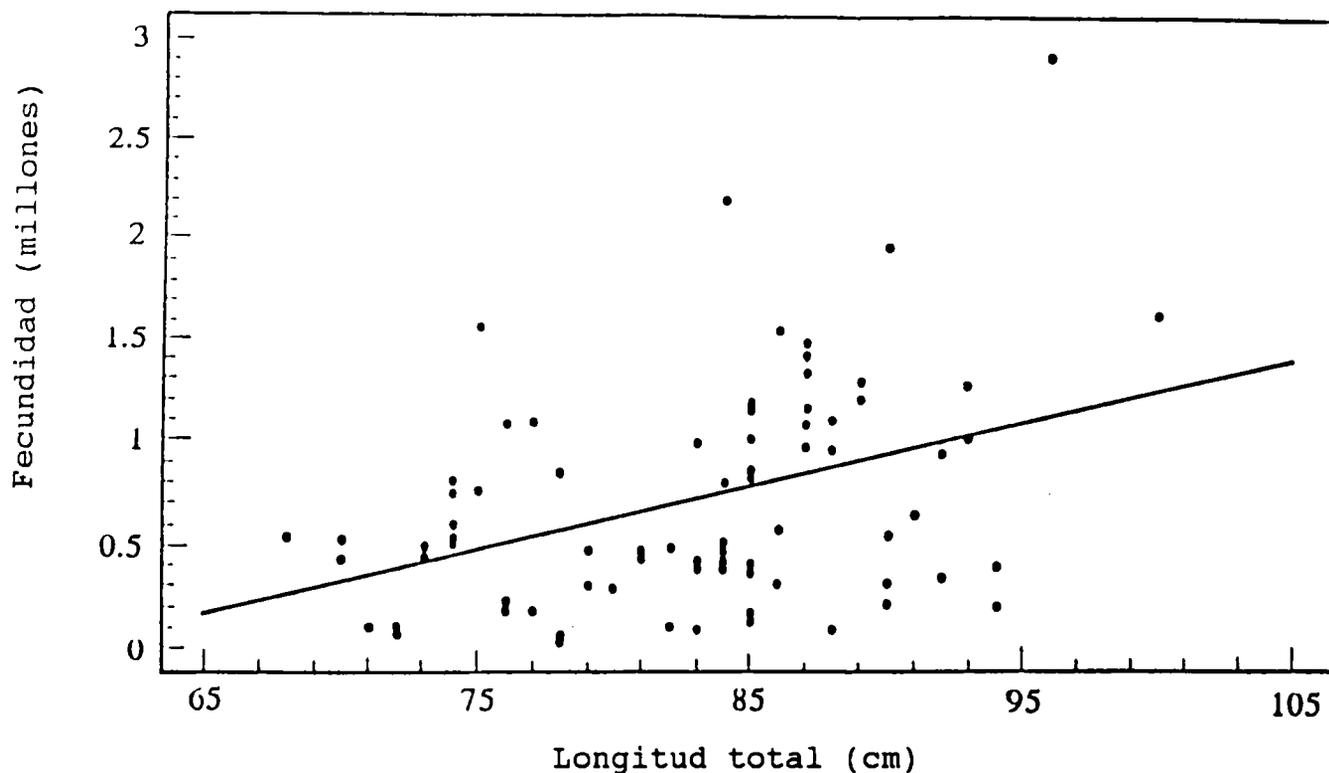


Fig. 18 Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza del sur (*Merluccius australis*)

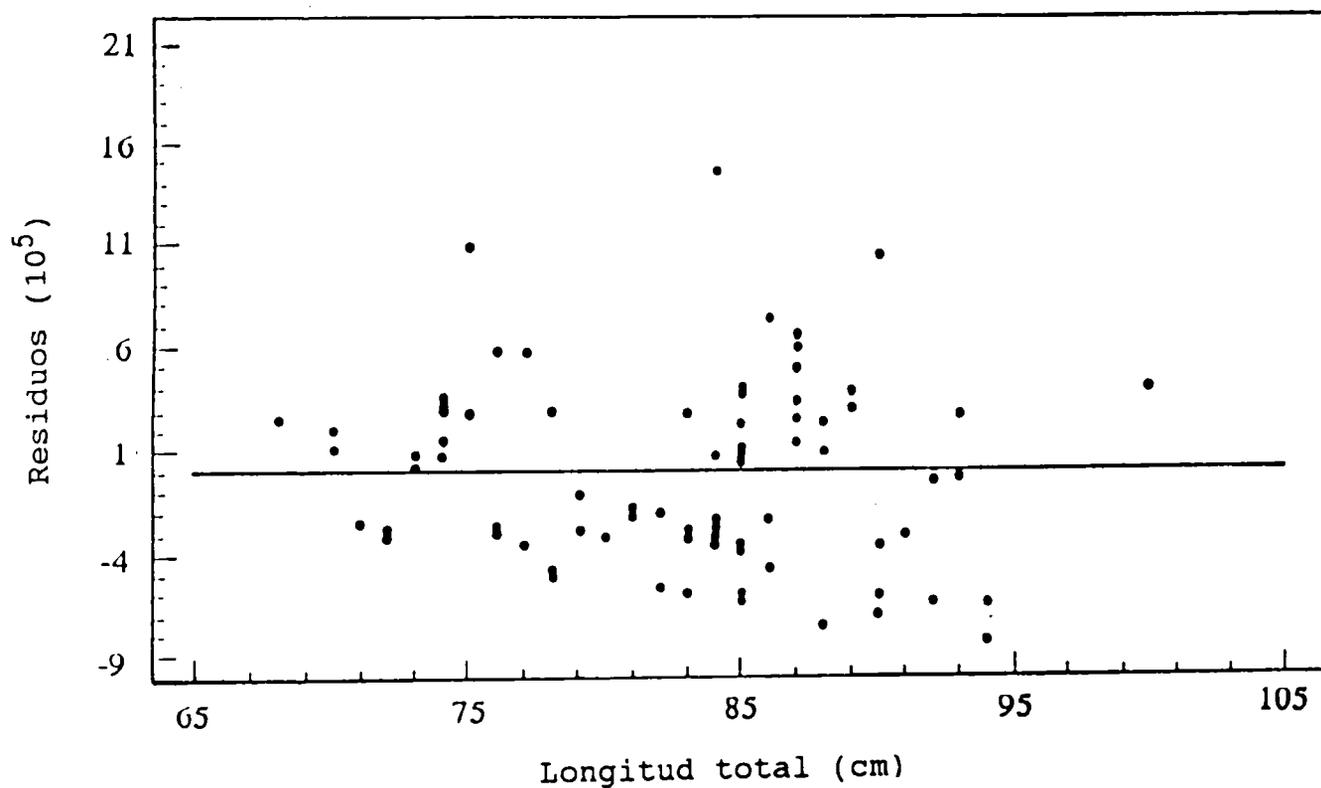


Fig. 19 Valores de los residuos correspondientes al modelo de regresión lineal entre la fecundidad modal y la longitud total de merluza del sur.

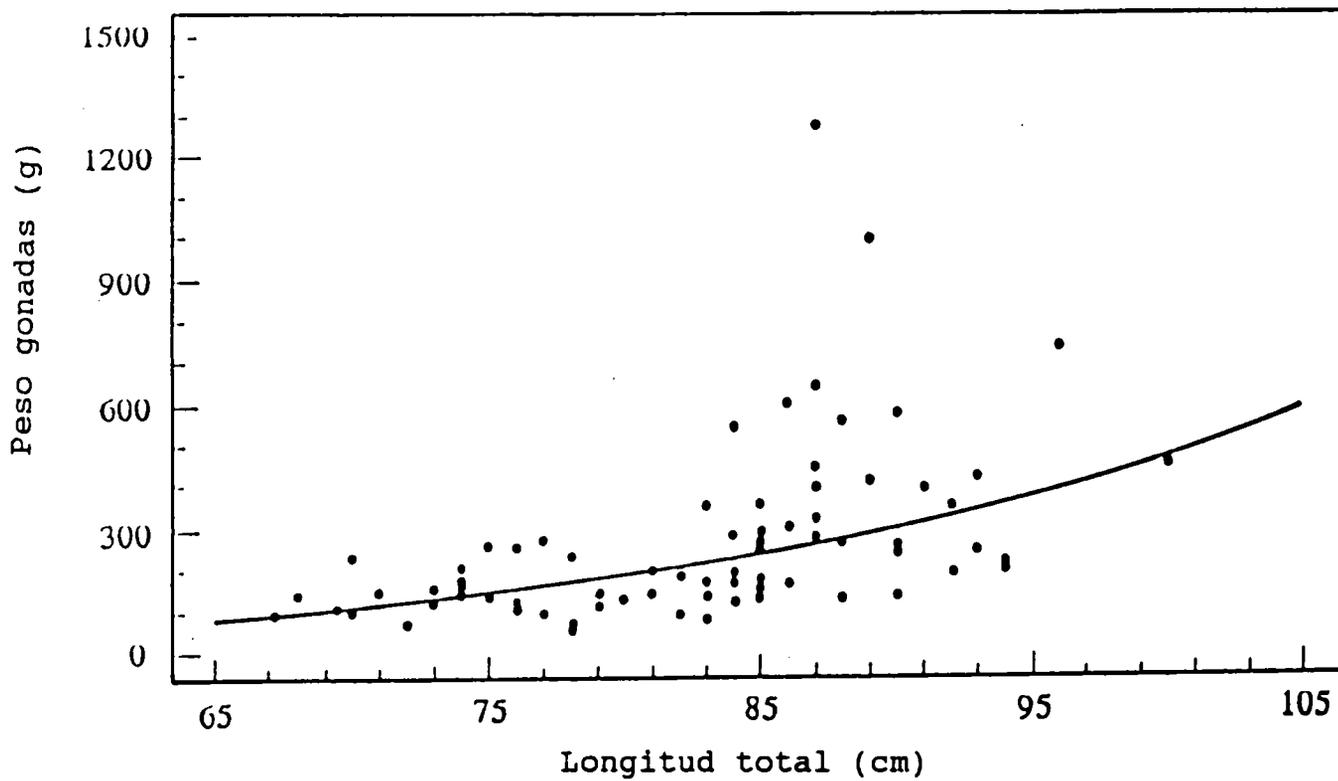


Fig. 20 Relación entre el peso de la gónada y la longitud total en la merluza del sur.

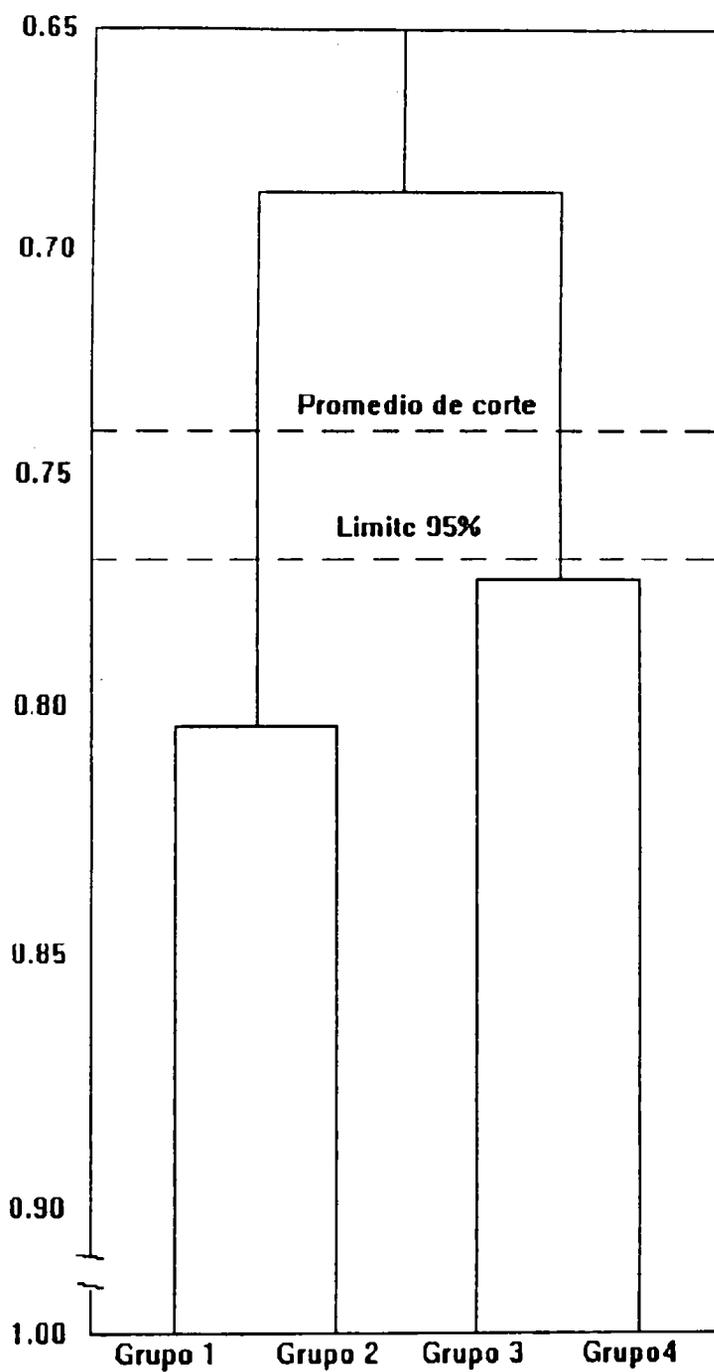


Fig. 22 Dendrograma de clasificación de grupos de la merluza del sur por clase de talla, basado en el peso (porcentaje) de los ítemes presa (Grupos: 1 = 59 <- 59; 2 = 60 - 69 ; 3 = 70 - 79; 4 = 80 -> 80).

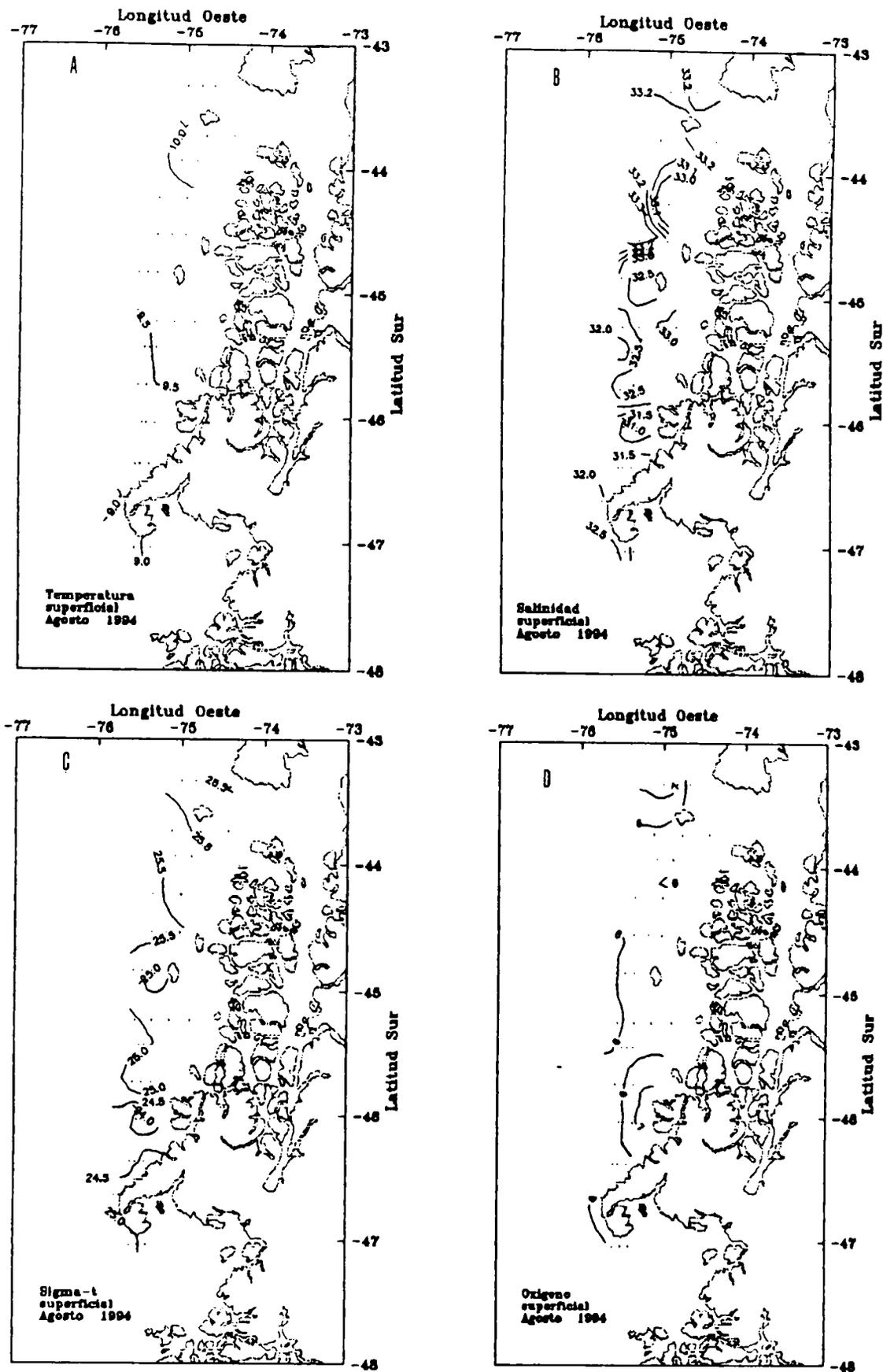


Fig. 23 Distribución superficial de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno.

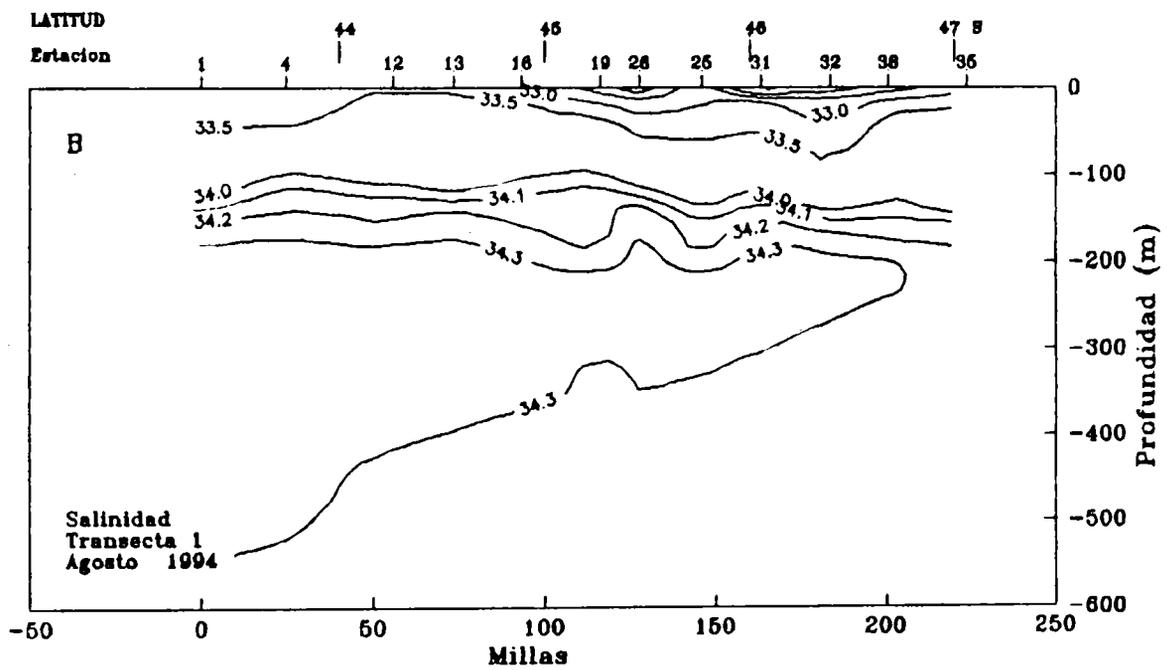
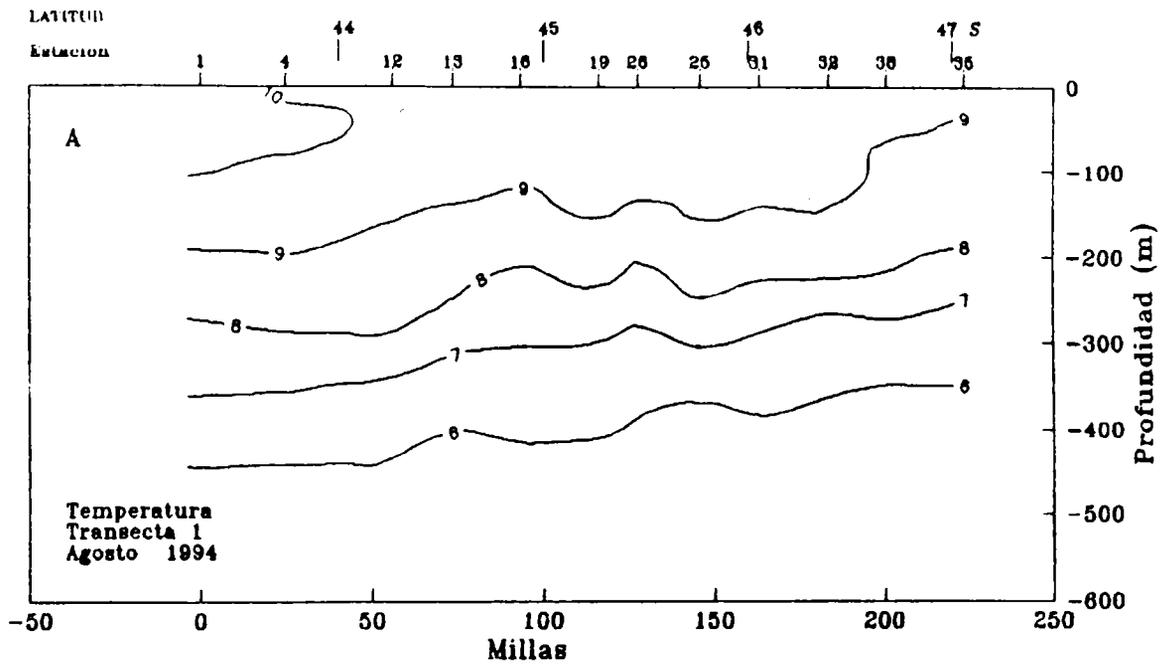


Fig. 24 Distribución latitudinal en profundidad de: a) Temperatura y b) Salinidad

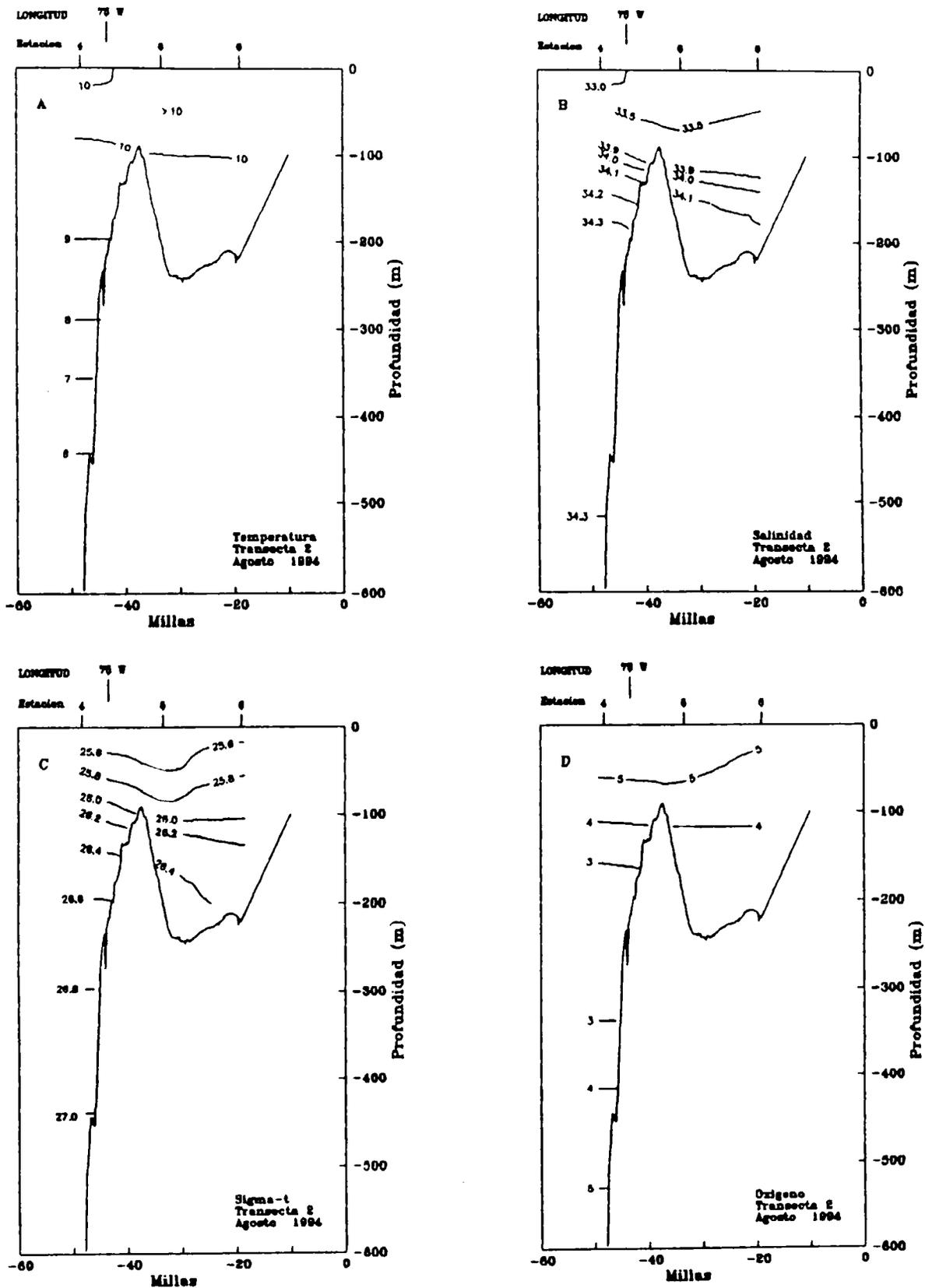


Fig. 25 Distribución vertical de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno en la transecta 2.

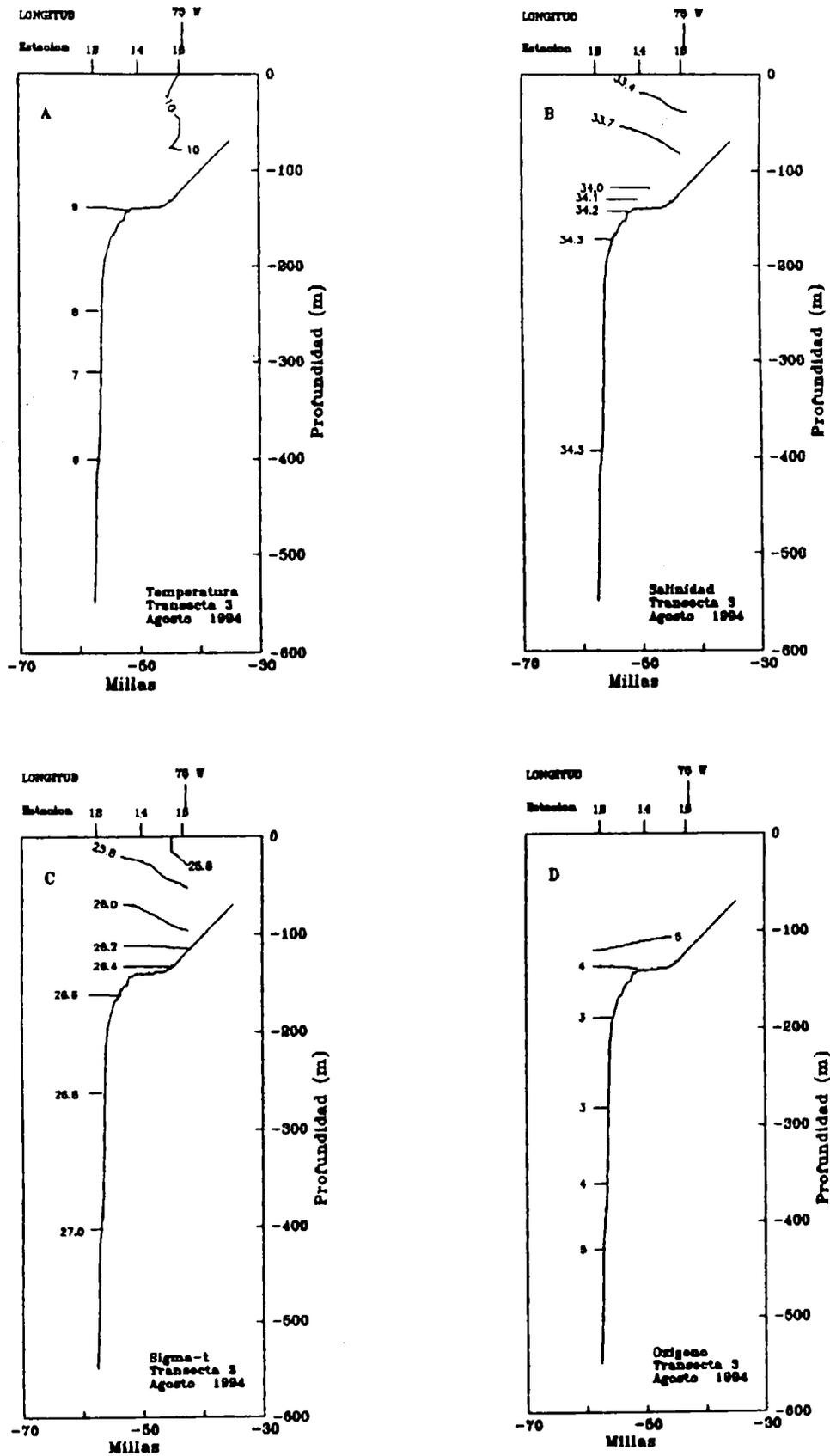


Fig. 26 Distribución vertical de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno en la transecta 3.

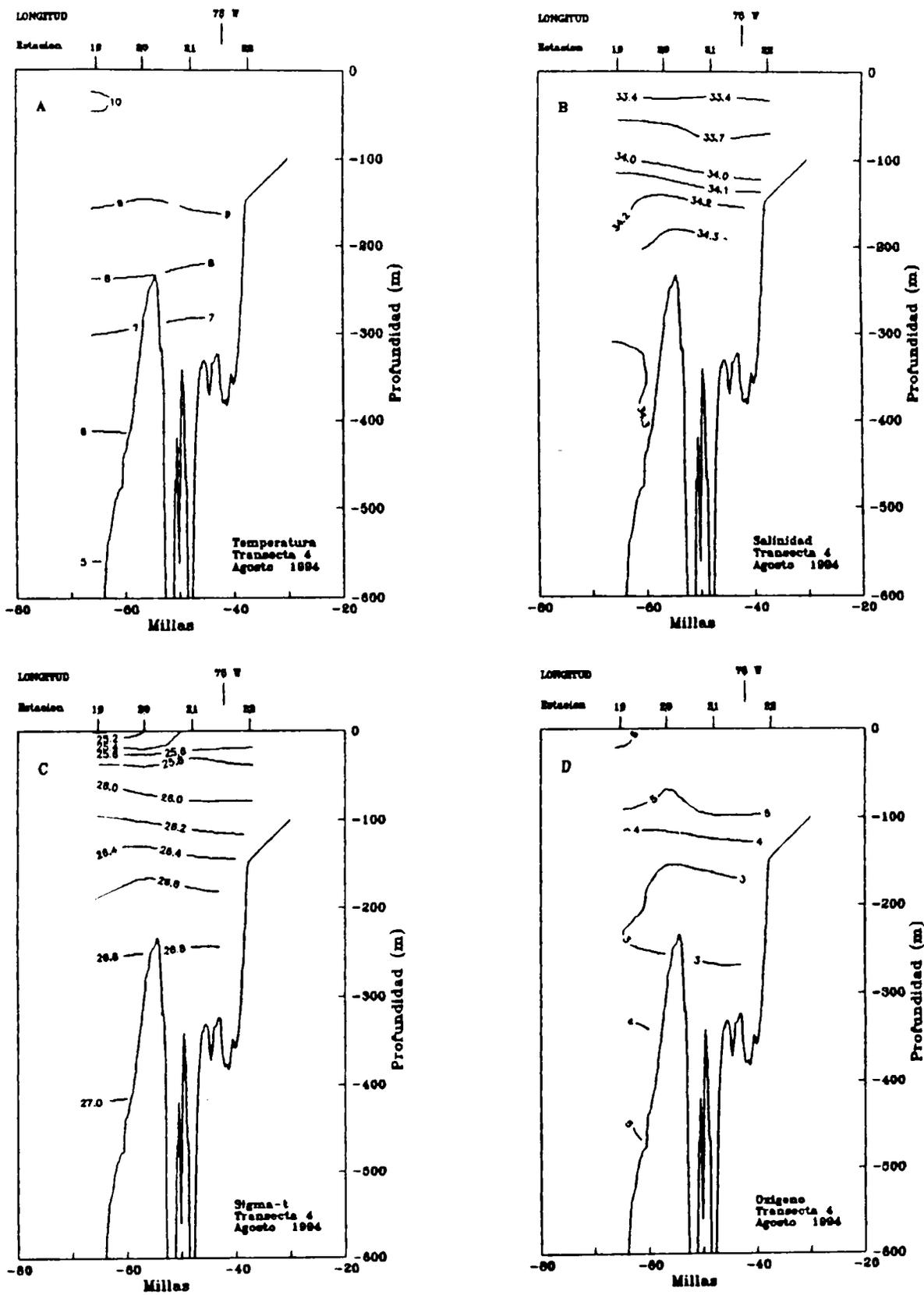


Fig. 27 Distribución vertical de: a) Temperatura, b) Salinidad, c) Sigma-t y d) Oxígeno en la transecta 4.

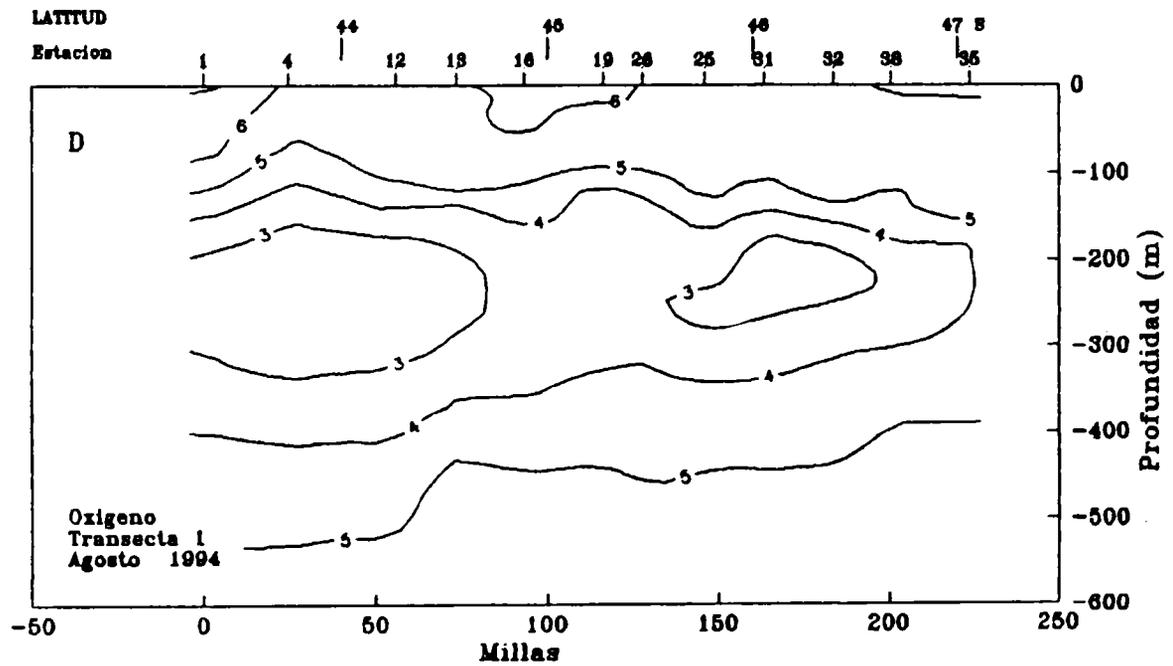
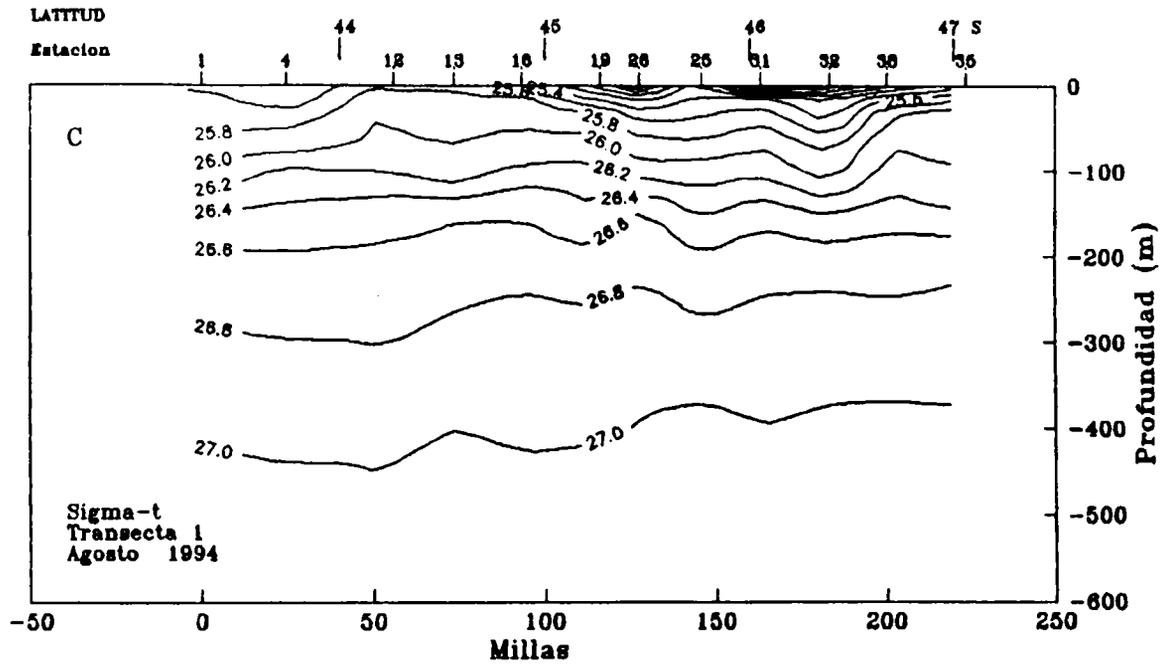


Fig. 28 Distribución latitudinal en profundidad de: c) Sigma-t y d) Salinidad

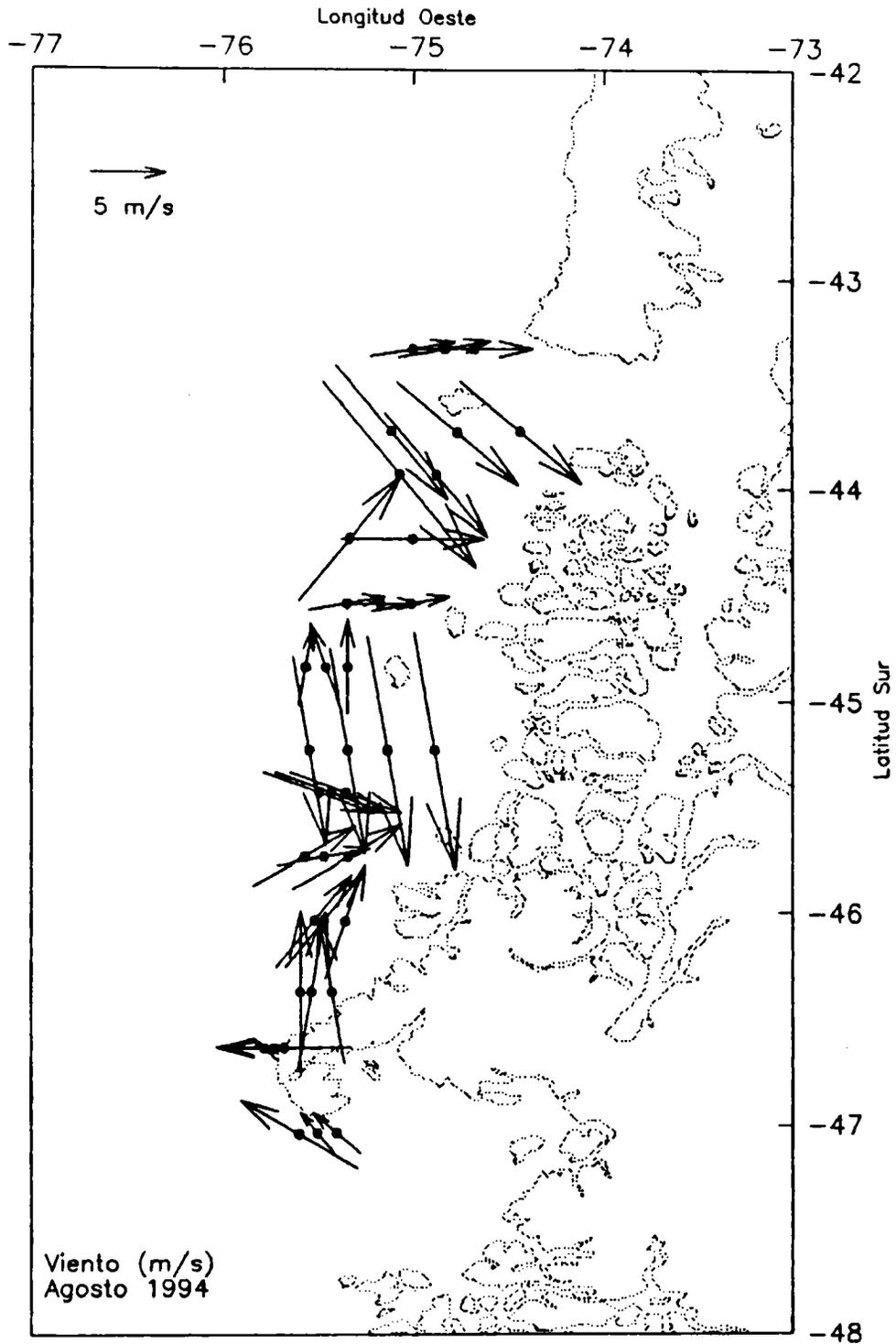


Fig. 29 Dirección e intensidad del viento medido en las estaciones oceanográficas

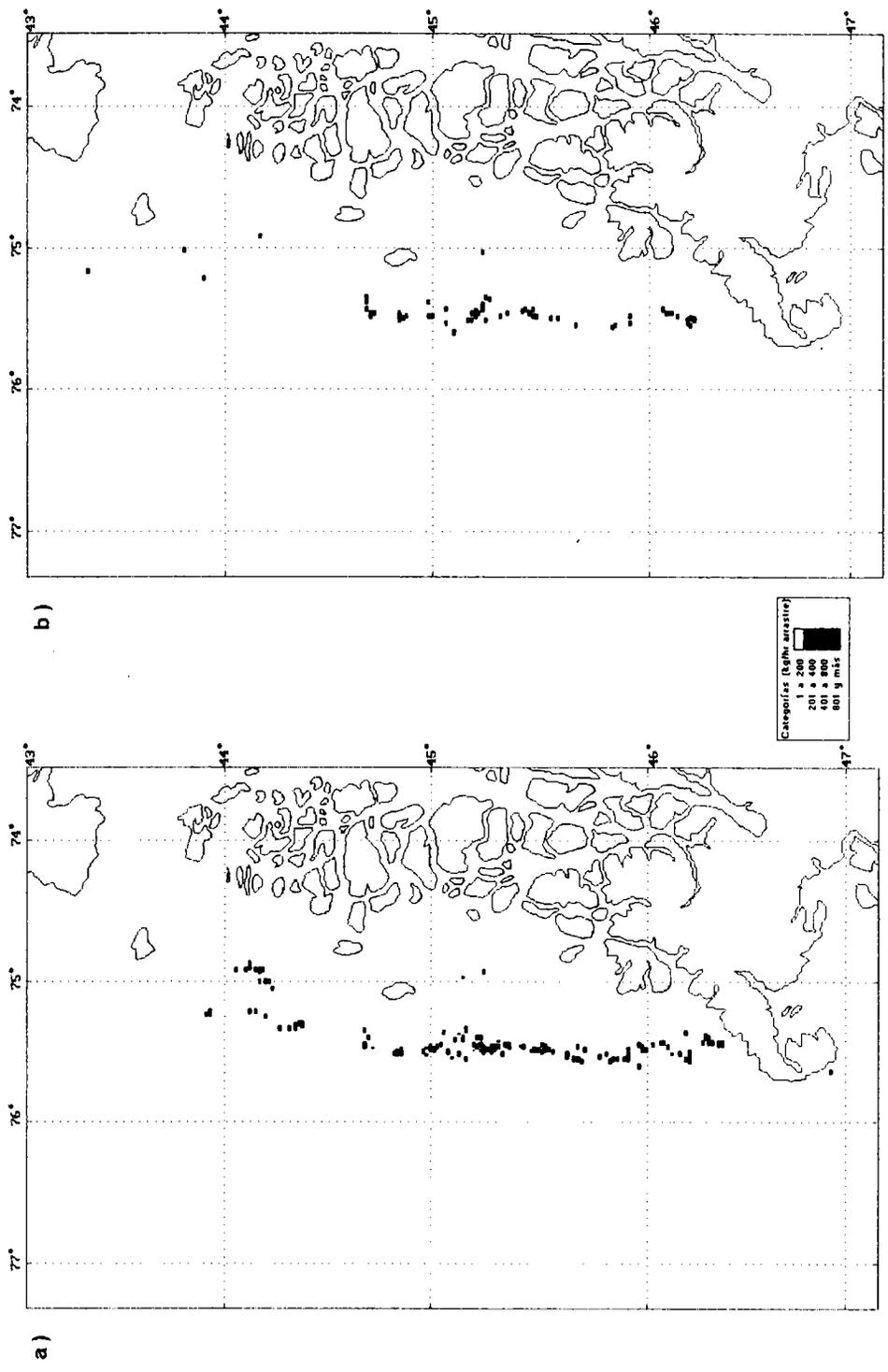


Fig. 30 Areas de operación de la flota arrastrera en la unidad de pesquería norte a) julio, b) agosto

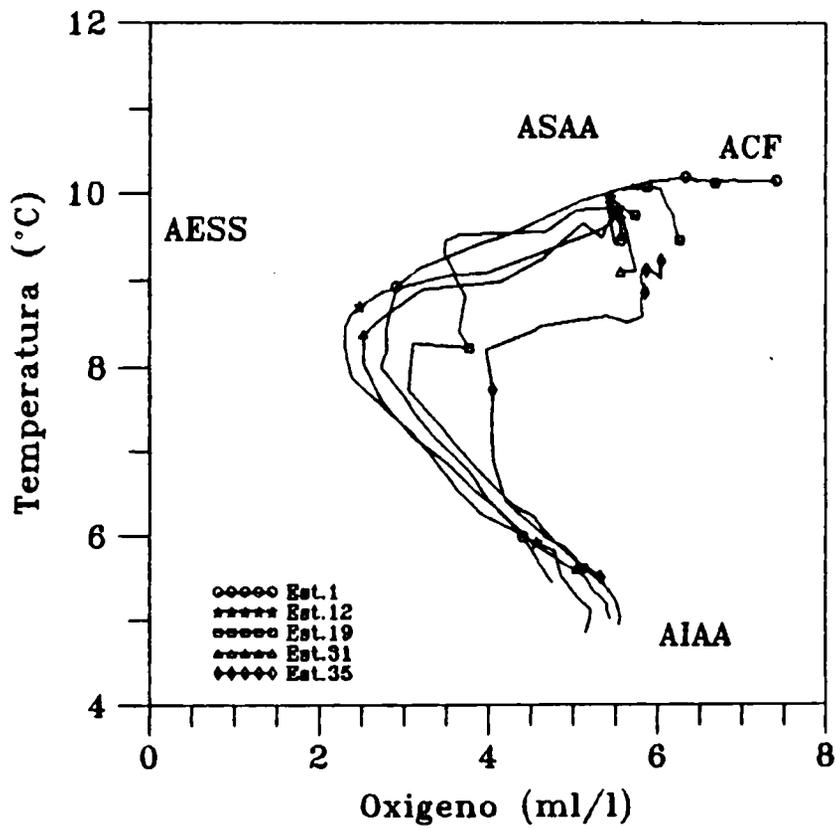
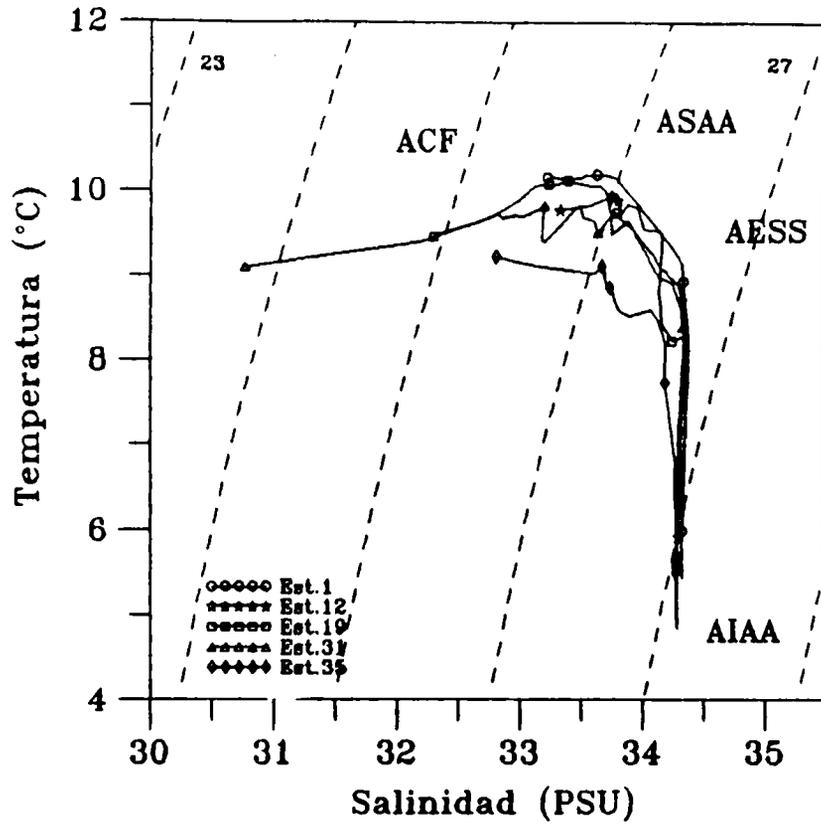


Fig. 31 Diagrama de a) Temperatura - Salinidad y b) Temperatura - Oxígeno

12. ANEXOS

ANEXO 1

DATOS OCEANOGRAFICOS Y METEOROLOGICOS

Los datos oceanográficas y meteorológicos obtenidos durante el crucero se encuentra almacenada en registros magnéticos en diskette de alta densidad y fueron generados bajo sistema operativo DOS. Cada una de las estaciones bio-oceanográficas realizadas durante el crucero, se encuentra en el archivo CRUCE371, cuyo formato de grabación (Formulario de codificación), corresponde a una modificación del formato NODC. El formato IFOP esta compuesto por un registro de identificación y varios registros de información:

a) Registro de identificación

Campo	Col.inicio	Formato
país	1	E 2
buque	3	A 2
latitud	grados	5 E 2
	minutos	7 R 3.1
longitud	grados	10 E 2
	minutos	13 R 3.1
marsden	16	E 3
año	19	E 2
mes	21	E 2
día	23	E 2
hora local	25	R 3.1
institución	28	E 2
crucero	30	E 3
estación	33	A 3
prof.Ecosonda	36	E 4
máxima profundidad	40	E 2
n° observaciones	42	E 2
trans. Secchi	44	E 2
dirección olas	46	E 2
altura olas	48	E 1
período olas	49	E 1

dirección viento	50	E 2
velocidad viento	52	E 2
presión barométrica	54	R 3.1
bulbo seco	57	R 3.1
bulbo humedo	60	R 3.1
tiempo	63	E 2
tipo nubes	65	E 1
cant. Nubes	66	E 1
visibilidad	67	E 1
latitud n-s	68	A 1
longitud w-e	69	A 1
tipo de datos	76	A 1
control	80	E 1

b) Registros de datos

identificación	1	35 (Repetición)
profundidad (m)	36	E 4
temperatura (°C)	40	R 4.2
salinidad	44	R 5.3
oxígeno (ml/l)	49	R 4.4
control	80	E 1

Observaciones:

Formato tipo: A n: Alfanumérico
E n: Entero
R n: Real sin el punto (ej. 34.356 en formato R 5.3 es 34356
n: Número de columnas

Columna 28 y 29 - códigos institución : 01=SHOA,
02=IFOP, 03=UCV, 04=SSP y 05=otros

Columna 76 - códigos del tipo de datos:
B=botellas, C=CTD

Columna 80 - código control : 1 identificación de
la estación y 2 ultimo dato
observado

Los datos meteorológicos se encuentran codificados de
acuerdo las normas y códigos del NODC.



PROYECTO

EVALUACION HIDROACUSTICA DEL STOCK DESOVANTE DE MERLUZA DEL SUR EN LA ZONA DE GUAFO Y GUAMBLIN, X y XI REGIONES

Objetivo 4: Índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur

REQUIRENTE : FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

EJECUTOR : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

INFORME:

**Proyecto : EVALUACION HIDROACUSTICA DEL STOCK DESOVANTE DE
MERLUZA DEL SUR EN LA ZONA GUAFO Y GUAMBLIN,
X y XI REGIONES**

**Objetivo 4 : Indice gonadosomático, estados de madurez y
fecundidad a la talla de merluza del sur.**

Personal participante:

Investigador responsable : Fernando Balbontín, Biólogo Marino.

**Coinvestigadores : Ricardo Bravo, Biólogo.
Rolando Bernal, Biólogo Marino.**

Ayudante de laboratorio : Luis Rodríguez, Técnico.

Diciembre 1994

RESUMEN EJECUTIVO

1. Del total de hembras analizadas, el 59% estaban sexualmente maduras. Sólo un 2% correspondió al estadio de madurez sexual 4.
2. El estadio de madurez sexual 1 correspondió casi exclusivamente a ejemplares de hasta 69 cm LT, talla muy cercana a estimaciones anteriores de la talla 50 % de la primera madurez.
3. El grado de desarrollo gonadal reflejado por los índices gonádicos fue menor que el observado en 1991.
4. Los valores de fecundidad modal a la talla estimados de la ecuación de regresión correspondieron en promedio, a la mitad de los calculados en agosto de 1991.
5. Los valores más bajos de los índices gonádicos, junto con la escasa representatividad del estadio de madurez 4 en comparación con la temporada de puesta de agosto de 1991, indican que probablemente la población en el periodo muestreado no estaba en el máximo de su actividad reproductiva. Esta situación pudo igualmente afectar los resultados obtenidos de fecundidad modal a la talla.

OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar el índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur, a partir de los lances de identificación.

ANTECEDENTES

La merluza del sur Merluccius australis, presenta una época de desove que alcanza su máximo de actividad a fines de invierno (Aguayo et al., 1987, 1991; Balbontín & Bravo, 1993). Para fines de evaluación del stock, es importante caracterizar claramente su estado reproductivo ya que la merluza se concentra espacialmente durante el periodo de desove. Por otra parte, para fines de manejo es necesario conocer el número de huevos que las hembras pueden desovar de acuerdo a su talla.

Los estudios orientados a determinar el estado reproductivo del stock utilizan comúnmente índices gonadosomáticos y escalas apreciativas del grado de desarrollo de las gónada que están estructuradas en estadios de madurez sexual. Estos estadios corresponden a características macroscópicas y microscópicas definidas y que son homologables entre las diferentes especies de merluza (Foucher & Beamish, 1977).

Por otra parte, se ha planteado que en la merluza del sur existe un desove parcelado o en camadas debido a la presencia en el ovario en maduración de varias modas de tamaño de ovocitos en vitelogénesis y por la observación de un escaso número de ovocitos hidratados, con gota oleosa y en reabsorción, los que corresponden a remanentes de un desove previo, producido recientemente (Balbontín & Bravo 1993).

El desove por camadas parece ser común a varias especies del género Merluccius. En estas especies, la fecundidad anual está estacionalmente indeterminada y la fecundidad de camada o modal es la forma más útil de representar su número (Hunter et al. 1985).

METODOLOGIA DE TRABAJO

Trabajo a bordo

Del total de 339 ejemplares hembras capturadas en los lances de identificación realizados durante la evaluación acústica, se analizaron 194 ejemplares para caracterizar el estado reproductivo del stock. De las pescas de fondo se recolectaron 113 hembras y de la pesca a media agua, 81. El procedimiento fue el siguiente:

Muestreo estratificado de hembras de cada uno de los siguientes grupos de longitud total (LT) artificiales:

Grupo	Longitud Total (cm)	Número
1	Menor que 40	0
2	de 40 hasta 49	16
3	de 50 hasta 59	19
4	de 60 hasta 69	32
5	de 70 hasta 79	52
6	de 80 hasta 89	54
7	Mayor que 89	21

Además de la LT, se midió el peso del cuerpo con una balanza de una precisión de 50 g, se extrajeron las gónadas y se estimó el estadio de madurez sexual (EMS), de acuerdo a la escala apreciativa usada con anterioridad (Balbontín & Bravo 1993): (1) Virginal; (2) Inmaduro; (3) En maduración; (3A) En maduración, desove parcial reciente; (4) Maduro; (5) En regresión.

Del par de ovarios, uno se fijó en líquido de Gilson para determinaciones de fecundidad y el otro en formalina al 10%. El ovario izquierdo o el derecho fueron elegidos al azar para ser

preservado en cualquiera de estos fijadores. El ovario fijado en formalina permitió verificar microscópicamente en el laboratorio el estadio de madurez sexual de la gónada, previamente estimado sobre la base de su aspecto macroscópico.

Análisis de laboratorio

Los ovarios fijados a bordo se pesaron en el laboratorio con una balanza de 0,05 g de precisión. Considerando que en el cálculo de la fecundidad se emplea el peso de los ovarios, se corrigió el efecto de los fijadores utilizados aplicando a ese valor un factor de corrección previamente calculado.

Sobre la base del peso de los ovarios y del cuerpo del pez menos el peso de la gónada, se calculó el índice gonadosomático (IGS) y utilizando la longitud total del pez, se calculó el índice gonádico (IGL), de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso ovarios}}{\text{Peso cuerpo}} \times 100$$

$$\text{IGL} = \frac{\text{Peso ovarios}}{\text{LT}^3} \times 10^4$$

Por otra parte, se verificó el estadio de madurez sexual estimado a bordo, mediante el examen microscópico de los ovarios fijados en formalina. Este examen incluyó la medición del diámetro máximo, en el percentil del 5%, de los ovocitos presentes en tres muestras del ovario; presencia o ausencia de ovocitos con gota de aceite y en estado de reabsorción reciente; observaciones generales sobre el aspecto macroscópico y microscópico del ovario. El método descrito

difiere de estudios anteriores en que se utilizó el percentil del 5% en la medición del diámetro, en vez del diámetro máximo de los ovocitos presentes (Balbontín & Bravo 1993).

El cálculo de los índices gonádicos y la determinación de los estadios de madurez gonadal de las hembras, permitió establecer el estado reproductivo de la población. Posteriormente, con los datos de distribución de los EMS de acuerdo a la talla de las hembras, se separó la población en sexualmente inmaduros e inmaduros. Se consideraron inmaduros a los ejemplares en los EMS 1 y 2, y como maduros a aquéllos en los EMS 3, 3A, 4 y 5. Asimismo, se incluyeron entre los maduros los ovarios en EMS 2 que presentaban ovocitos en vitelogénesis de 0,25 mm de diámetro o mayores. Este criterio ha sido utilizado por diversos autores (ver Balbontín & Bravo 1993).

Además de verificar el EMS de los ovarios, el examen microscópico permitió separar el material que reunía las condiciones para las determinaciones de la fecundidad modal. Para este fin, se consideraron ovarios en EMS 3, 3a y 4, que a su vez contenían ovocitos con un diámetro máximo que fuera superior a 0,65 mm. A este tamaño, se ha completado en los ovocitos en proceso de acumulación de vitelo y es posible separar el grupo que corresponde a la fecundidad modal. Los ovarios que cumplían estos requisitos fueron 76.

Después de un período de almacenamiento de un mes, a los ovarios en líquido de Gilson se les retiró mediante disección la membrana ovárica y parte del tejido conectivo. La limpieza del ovario para liberar los ovocitos se realizó colocando la masa de ovocitos en tres tamices de diferente abertura de malla, siendo el inferior de 0,15 mm y utilizando un chorro de agua para eliminar los trozos remanente de tejido ovárico. La muestra limpia se almacenó en formalina la 10 % para su submuestreo posterior (Balbontín & Fischer 1981).

La determinación del número de ovocitos presentes en el ovario se realizó con un aparato submuestreador consistente en una vasija rotatoria inserta en un eje que gira mediante un motor eléctrico. El fondo de la vasija está dividido en 16 ó 28 cámaras de igual tamaño (según el modelo). Los ovocitos liberados con el procedimiento detallado, se vaciaron en la vasija mientras giraba. Una vez detenida la vasija, se produjo la sedimentación de los ovocitos y se extrajo el contenido de una o más cámaras.

El aparato submuestreador no presenta diferencias significativas al nivel del 5% en el número de ovocitos sedimentados en cada cámara. El coeficiente de variación calculado es de 6,7% para el modelo de 16 cámaras y 7,5% para el de 28 cámaras (Fischer & Balbontín 1970).

Se utilizaron preferentemente ovarios mantenidos en líquido de Gilson, que presentaban ovocitos hidratados y que no habían iniciado el proceso de desove. La ventaja de este método es que la moda hidratada se separa fácilmente del resto de los ovocitos por su gran diámetro. Sin embargo, este estadio de madurez fue poco frecuente en la merluza del sur en el muestreo realizado, al igual que en nuestras observaciones previas.

Las submuestras obtenidas se analizarono microscópicamente para determinar el número de ovocitos y su distribución de tamaños. El número de ovocitos se estimó sobre la base del promedio de los ovocitos presentes al menos en dos cámaras del aparato submuestreador.

Para el cálculo de la fecundidad modal, es decir, el número de ovocitos de la moda de tamaño más avanzada susceptibles de ser desovados, se utilizó la distribución de tamaños de los ovocitos presentes en la submuestra, la que se sometió a un análisis de

progresión modal de Bhattacharya (Gayanilo et al. 1988). Finalmente, la fecundidad modal se calculó mediante la siguiente relación:

$$\text{Fecundidad} = \frac{\text{Nº de ovocitos de la moda más avanzada} \times \text{Peso total de ambos ovarios}}{\text{Peso ovario examinado}}$$

RESULTADOS

Estadios de madurez gonadal

El amplio rango de tamaños de las hembras capturadas en las pescas de fondo, en comparación con las pesca a media agua (Fig. 1), permitió tener una buena representación de los ejemplares juveniles, es decir, con ovarios virginales (EMS 1), alcanzando a un 37% del total analizado. La presencia de EMS más avanzados, reflejaron la existencia de actividad reproductiva en agosto y septiembre (Fig. 2).

El EMS 1 correspondió a ovarios pertenecientes a ejemplares de hasta 69 cm (GL 4) y a algunos del GL 5 (Fig. 3). A esa talla se inicia la actividad reproductiva de la merluza del sur.

El número de hembras en EMS 4 fue menor que el esperado para la época reproductiva; sin embargo, el EMS 3A tuvo una alta representatividad (23%), el que corresponde a hembras que habiendo desovado recientemente, se preparan para un nuevo desove en la misma temporada de puesta.

Indices gonádicos

Los índices gonádicos reflejaron adecuadamente el grado de maduración gonadal de las hembras, reafirmando el análisis correspondiente a los EMS. Hasta el GL 4 (69 cm LT), el IGS y el IGL alcanzaron un valor promedio menor que 1. A partir del GL 5, se observó un brusco aumento en ambos índices. El valor promedio más alto (5,6) se observó en el IGS del GL 6 (80 a 89 cm LT), el que también presentó la desviación estándar más elevada (Fig. 4). Esto último refleja el hecho que el GL 6 incluyó hembras en EMS 2 hasta 5 (Fig. 3) y que los EMS 2 y 5 correspondieron a índices gonádicos con valores de

hasta 2,1; en cambio, el EMS 4 alcanzó un valor equivalente en el IGS de 16,5 (Tabla 1).

Estado reproductivo de las hembras de la captura total

Los resultados del análisis de los EMS, se extrapolaron al total de hembras obtenidas en los lances de identificación. Los datos obtenidos se resumieron de manera de agrupar las hembras en sexualmente inmaduras y maduras. En las pescas de media agua, el 77% de los ejemplares correspondió a hembras maduras; en las pescas de fondo, este porcentaje fue de 47%. Este menor valor promedio reflejó la captura de ejemplares juveniles por la red de arrastre de fondo (Fig. 1). Del total de hembras, un 59% estaba sexualmente madura (Fig. 5).

Fecundidad modal

Los valores obtenidos de la fecundidad modal (F) se relacionaron con la talla de las hembras (LT) y se ajustaron a modelos de regresión. Para seleccionar el mejor ajuste se tomó en cuenta el valor que presentó el coeficiente de correlación (r) y la homoscedasticidad de los residuos.

El mejor ajuste correspondió a un modelo lineal simple (Fig. 6), con los siguientes parámetros:

$$F = -1795120 + 30233 * LT \quad r = 0,39 \quad (p > 0,001)$$

El ajuste de los mismos datos a un modelo multiplicativo entregó un $r = 0,34$ ($p > 0,01$).

A pesar que en ambos casos la relación entre la fecundidad y la talla fue estadísticamente significativa, el coeficiente de

correlación se consideró bajo, lo que es concordante con la dispersión observada en los residuos (Fig. 7).

Para obtener otro enfoque de los resultados obtenidos, se relacionó el peso de las gónadas (PG) con la LT (Fig. 8). En este caso, el modelo multiplicativo dio un mejor ajuste, con los siguientes valores:

$$PG = -12,7079 * LT^{4,09822} \quad r = 0,56$$

Los mismos datos ajustados a un modelo de regresión lineal simple dio un $r = 0,47$. En ambos casos, las gónadas fueron las mismas que se emplearon en las determinaciones de fecundidad.

ANALISIS Y DISCUSION

Al analizar la distribución de los EMS de acuerdo a los grupos de longitud de las hembras, se observó que el EMS 1 correspondió casi exclusivamente a ovarios pertenecientes a ejemplares de hasta 69 cm (GL 4). La talla 50% de la primera madurez sexual en la merluza del sur se ha estimado en 69,4 cm LT, por lo tanto, estas observaciones son consecuentes con estudios anteriores (Balbontín & Bravo 1993).

El ajuste de los datos de fecundidad modal y de la longitud de las hembras a modelos de regresión dio como resultado coeficientes de correlación más bajos que los obtenidos con datos de la temporada de puesta de agosto de 1991 (Balbontín & Bravo 1993). Por la naturaleza de los datos, se esperaba un mejor ajuste a un modelo multiplicativo que a uno lineal, lo que no se cumplió con los valores de fecundidad modal, pero sí con el peso de la gónada. Esta última podría considerarse como una variable sustituto de la fecundidad.

Los datos de fecundidad a la talla estimados por la ecuación de regresión para fines de agosto y primera quincena de septiembre de 1994, alcanzaron en promedio, a la mitad de los valores obtenidos en agosto de 1991 para la misma relación. Por otra parte, al comparar los índice gonádicos en ambos años, expresados como valores promedio de cada uno de los seis estadios de madurez sexual considerados, se observó que son similares y que sus desviaciones estándares de traslapan ampliamente. Sin embargo, al considerar los índices gonádicos como promedio de la muestra, incluyendo todos los estadios de madurez, se obtuvo resultados diferentes. En 1991, el valor promedio y desviación estándar del IGS fue $5,6 \pm 6,5$ y del IGL $4,2 \pm 2,6$ (Balbontín & Bravo 1993); en 1994, estos valores fueron $3,2 \pm 3,7$ y $2,2 \pm 2,6$, respectivamente. Otro valor publicado para el IGL, recalculado de acuerdo a la ecuación utilizada en este estudio, es

cercano a 7 para agosto (Aguayo et al. 1987) y de 9,2 para el IGS del mismo mes (Castillo 1988).

Los resultados arriba señalados ponen de manifiesto el menor tamaño de las gónadas en las muestras obtenidas en septiembre de 1994. Esta situación puede interpretarse como la consecuencia de destinar una menor cantidad de energía al desarrollo ovocitario por parte de la población de merluza del sur, o bien, que el muestreo no coincidió con el máximo período de actividad reproductiva de la merluza. Al respecto, en septiembre de 1991 de un total de 260 peces muestreados, el 43% presentó ovarios en EMS 4. En agosto de 1994, si bien el 59% de los 194 peces muestreados estaban sexualmente maduros, es decir, en EMS con representativos de actividad reproductiva reciente, sólo el 2% de éstos correspondió a EMS 4. Aunque el método microscópico de clasificación de los EMS se modificó ligeramente en 1994 (ver metodología de trabajo), las diferencias observadas en la distribución de frecuencias de los EMS 4 son significativas. Por el contrario, en la temporada de puesta de 1994 se obtuvo un mayor porcentaje de hembras en EMS 3A que en 1991.

CONCLUSIONES

De un total de 194 hembras de merluza del sur analizadas para caracterizar el estado reproductivo del stock y de 76 que reunieron las condiciones para determinar la fecundidad a la talla, capturadas con red de arrastre de fondo y de media agua, se obtuvo las siguientes conclusiones:

1. Del total de hembras analizadas, el 59% estaban sexualmente maduras. La mayor parte de ellas fueron capturadas con la red de media agua. Sólo un 2% correspondió al EMS 4.
2. El EMS 1 (juveniles) correspondió casi exclusivamente a ejemplares de hasta 69 cm LT, talla muy cercana a estimaciones anteriores de la talla 50 % de la primera madurez sexual.
3. El grado de desarrollo gonadal reflejado por los índices gonádicos fue menor que el observado en 1991. El valor promedio del IGS para el total de las muestras fue de 3,2 y el del IGL 4,2.
4. Los datos de fecundidad modal a la talla presentaron un mejor ajuste a un modelo de regresión lineal simple que a uno multiplicativo. La relación entre el peso de las gónadas y la longitud total de las hembras se ajustó adecuadamente a ese último modelo. Los coeficientes de correlación calculados fueron estadísticamente significativos pero alcanzaron valores relativamente bajos, lo que reflejó una amplia dispersión de los datos alrededor de la línea de regresión.
5. Los valores de fecundidad modal a la talla estimados de la ecuación de regresión correspondieron en promedio, a la mitad de los calculados en agosto de 1991.

6. Los valores más bajos de los índices gonádicos, junto con la escasa representatividad del EMS 4 en comparación con la temporada de puesta de agosto de 1991, indican que probablemente la población en el periodo muestreado no estaba en el máximo de su actividad reproductiva. Esta situación pudo igualmente afectar los resultados obtenidos de fecundidad a la talla.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguayo, M., Z. Young, R. Bustos, T. Peñailillo, V. Ojeda, C. Vera, H. Hidalgo & I. Céspedes. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral. Estado de situación del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (AP 87/3). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 209 p. + 1 anexo.
- Aguayo, M., I. Payá, C. Vera, V. Ojeda, I. Céspedes & J. Donoso. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1990. Pesquerías demersales "peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectivas del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 91/6). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 83 p. + 60 tablas.
- Balbontín, F. & W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, Merluccius gayi gayi, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 17:285-334.
- Balbontín, F. & R. Bravo. 1993. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur Merluccius australis. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 28 (1) :111- 132.
- Castillo, A.A. 1988. Determinación de la madurez sexual de la merluza Merluccius australis (Hutton) 1872 en la pesquería sur austral. Informe final de Práctica Profesional para optar al título de Técnico Marino, Departamento de Biología y Tecnología del Mar,

Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano.

Fischer, W. & F. Balbontín. 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 21: 56-77.

Foucher, R. P. & R.J. Beamish. 1977. A review of oocyte development in fishes with special reference to Pacific hake (Merluccius productus). Fish. Mar. Serv. Tech. Rep. No. 755:I-IV + 1-16p.

Gayanilo, F. R., Soriano, M. & D. Pauly. A draft guide to the compleat ELEFAN. ICLARM, Software 2, 65 p. International Center for Living Resources Management, Manila, Philippines.

Hunter, J. R., N. C. H. Lo & R. J. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, Engraulis mordax (R. Lasker, Ed.). NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67-77.

Tabla 1. Valores promedio del índice gonadosomático (IGS) y de índice gonádico por longitud (IGL) y sus desviaciones estándar (DE), según el estadio de madurez sexual (EMS) de hembras de merluza del sur, Merluccius australis.

EMS	IGS	DE	IGL	DE
1	0,48	0,19	0,34	0,13
2	0,84	0,22	0,60	0,19
3	5,12	2,42	3,45	1,61
3A	5,54	2,79	3,93	2,01
4	16,52	6,88	11,66	5,13
5	2,08	0,76	1,44	0,56

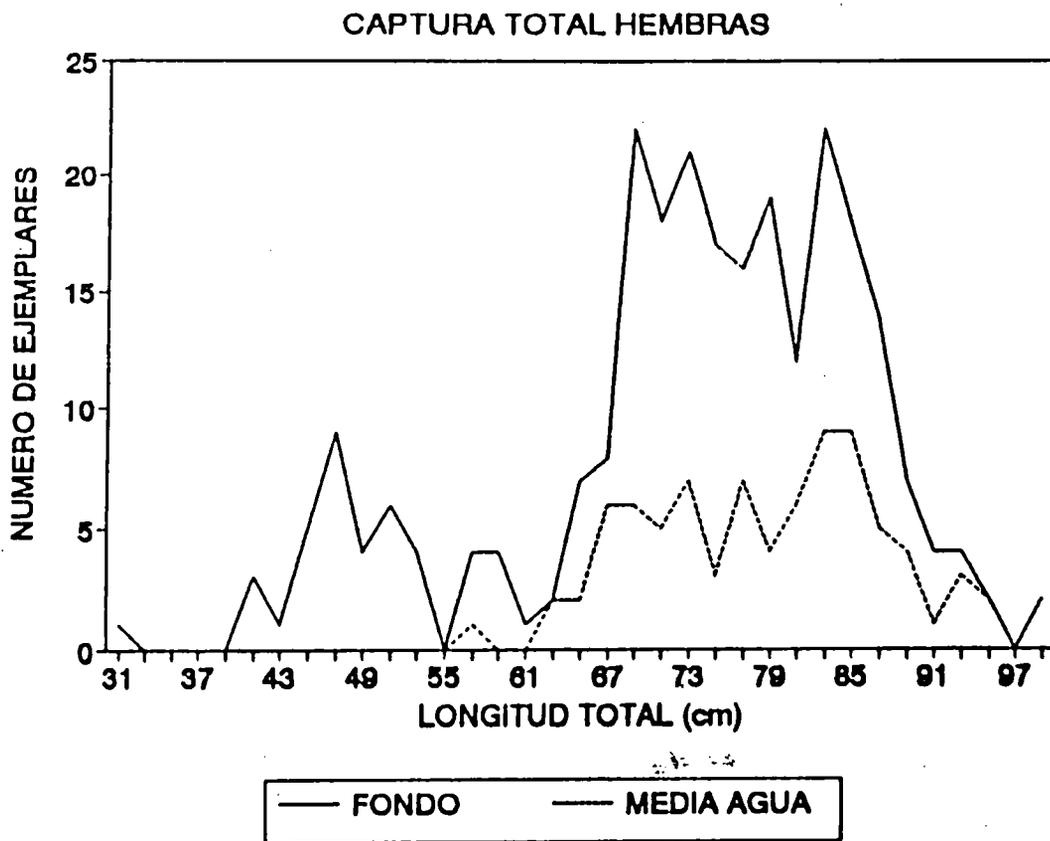


Figura 1. Distribución de frecuencia de longitudes en la captura total de hembras de merluza del sur, Merluccius australis, en los lances de identificación.

HEMBRAS

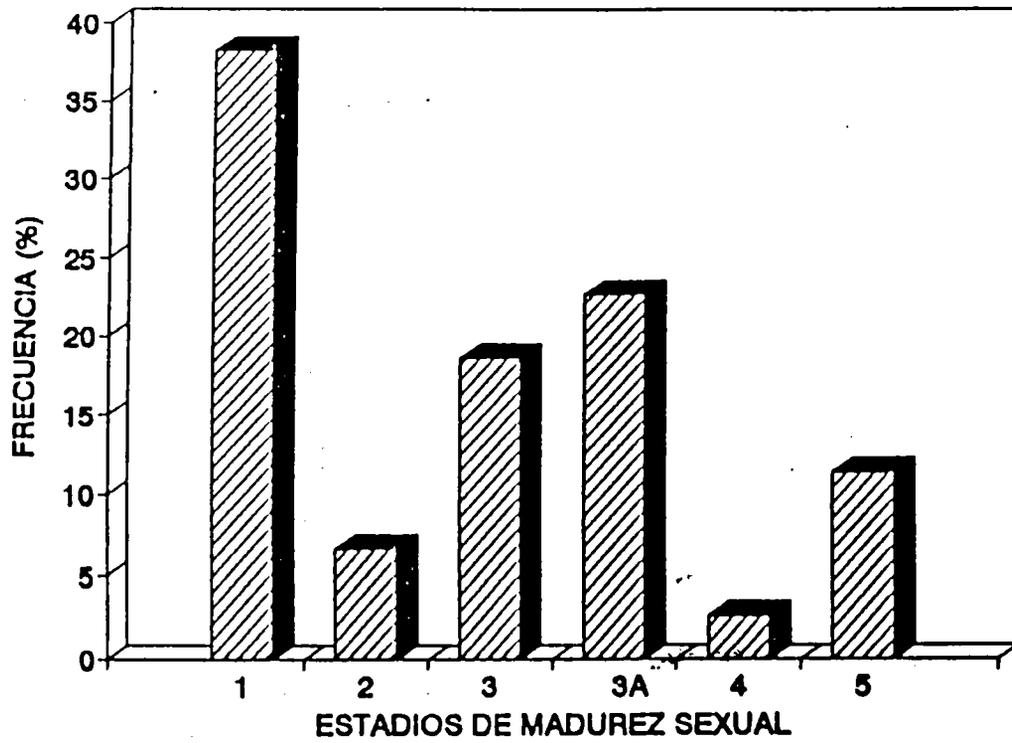


Figura 2. Distribución porcentual de los estadios de madurez sexual en hembras de merluza del sur Merluccius australis.

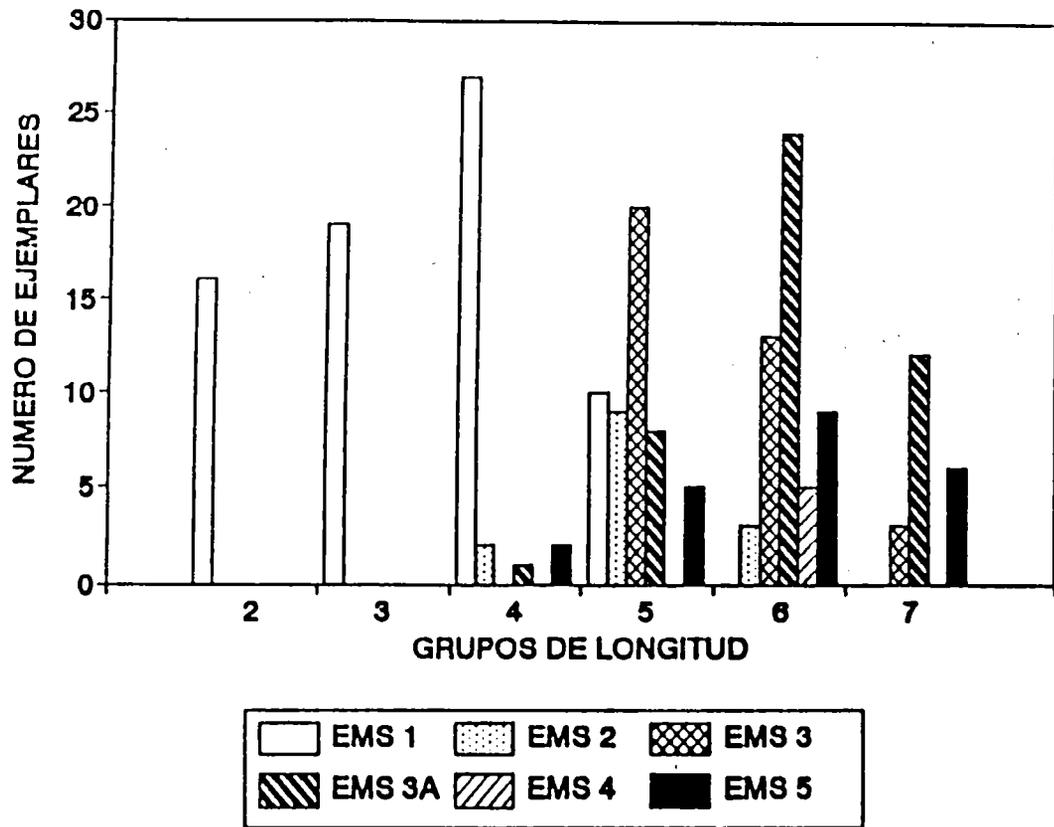


Figura 3. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual por grupos de longitud total en hembras de merluza del sur Merluccius australis.

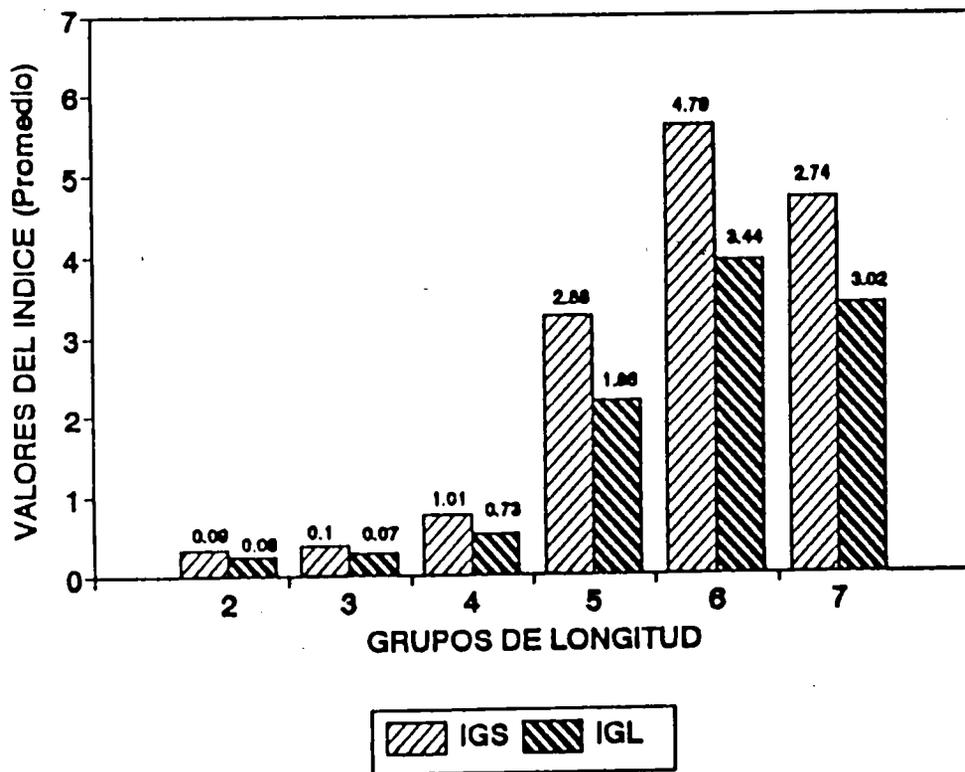


Figura 4. Valores de los índices gonádicos por grupos de longitud total en hembras de merluza del sur Merluccius australis. IGS, índice gonadosomático; IGL, índice gonádico por longitud. Sobre cada barra se indica 1 desviación estándar.

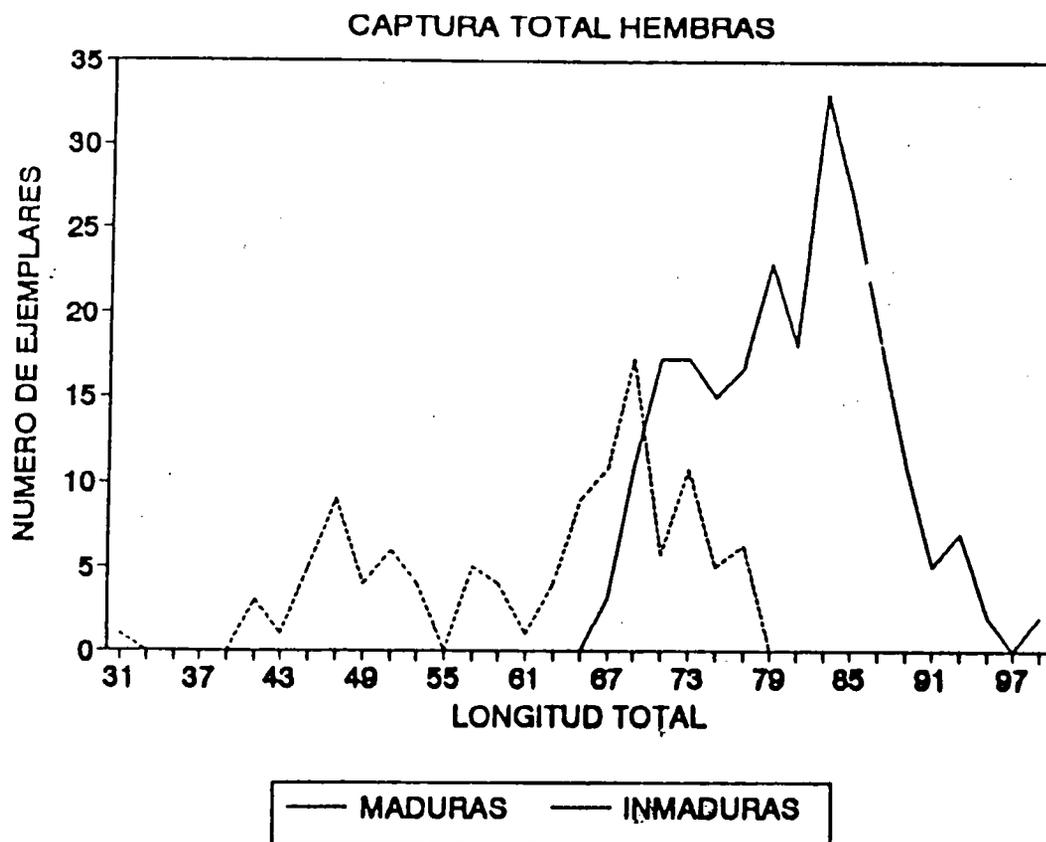


Figura 5. Distribución de frecuencia de longitudes de hembras sexualmente maduras e inmaduras, en la captura total de merluza del sur Merluccius australis en los lances de identificación.

