



REPUBLICA DE CHILE  
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción  
SUBSECRETARIA DE PESCA

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

## INFORMES TECNICOS FIP

FIP - IT / 97 - 05B

INFORME : ANALISIS DE LA ESTRUCTURA  
FINAL DEL STOCK DE JUREL FUERA DE  
LAS AGUAS JURISDICCIONALES

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,  
EJECUTORA DIRECCION ZONAL V, VI VII, VIII Y IX  
REGIONES E ISLAS OCEANICAS

**REQUIRENTE**

**CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA, CIP**  
Presidente del Consejo : JUAN MANUEL CRUZ SANCHEZ

**EJECUTOR :**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP**  
Director Ejecutivo: PABLO ALVAREZ TUZA



**JEFE DE PROYECTO :**

**MARIA ANGELA BARBIERI B.**

**AUTORES :**

**PROSPECCION Y EVALUACION HIDROACUSTICA**

MARIA ANGELA BARBIERI  
JOSE CORDOVA  
VICTOR CORREA  
SERGIO LILLO  
BERNARDO LEIVA  
MARCOS ESPEJO  
MANUEL ROJAS

**ESTRUCTURA DE TALLA, CONDICION REPRODUCTIVA  
Y CONDICIONES AMBIENTALES**

HECTOR PEÑA  
ALEXANDRE GRECHINA  
SERGIO NUÑEZ  
AQUILES SEPULVEDA  
LEONARDO MIRANDA  
HERNAN REBOLLEDO  
CHRISTIAN CUEVAS

**TROFODINAMICA**

LEONARDO MIRANDA  
HERNAN REBOLLEDO

• Octubre 1998 •



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento contiene los resultados de la distribución espacial y batimétrica, la estructura de talla y la condición reproductiva del jurel y condiciones ambientales, obtenidas en tres cruceros de investigación. El primero, denominado 9711, fue realizado entre el 17 y 30 de noviembre de 1997, en el área comprendida entre las latitudes 36°00' L.S. y 40°00' L.S. y las 100 a 500 mn medidas desde la costa hacia el oeste. El segundo, intitulado 9803, fue realizado entre el 15 y 28 de marzo de 1998, en el área comprendida entre las latitudes 35°00' L.S. y 44°00' L.S. y las 200 a 600 mn medidas desde la costa hacia el oeste. El tercero denominado 9807 fue realizado entre 7 al 12 de julio de 1998, en el área comprendida entre las latitudes 34°00' y 44°00' L.S. entre las 4 a 400 mn de la costa.

En los dos primeros cruceros la investigación efectuada consideró un crucero de prospección que se dividió en dos fases, la primera contempló una fase exploratoria del recurso y la segunda una fase de cuantificación mediante la aplicación de la técnica hidroacústica.

En la fase exploratoria se efectuó una ecoprospección, que comprendía un muestreo bio-oceanográfico del recurso jurel. En el crucero 9711 la ecoprospección se efectuó con 4 embarcaciones de la flota, mientras que el crucero 9803 se realizó con 9 embarcaciones de la flota y en el crucero 9807 la ecoprospección se realizó con 10 embarcaciones de la flota. Las naves cubrieron el área realizando simultáneamente una grilla tipo zig-zag, en el primer caso separadas cada 30 mn, en el segundo y tercer caso cada 60 mn.



La fase de cuantificación de los cruceros 9711 y 9803 se efectuó a bordo del B/I "Abate Molina", simultáneamente con la fase de exploración. En ella se prospectaron y evaluaron las áreas de abundancia detectadas en la ecoprospección por las embarcaciones de la flota.

En verano de 1998 el jurel presentó posiciones más oceánicas en dos dorsales una situada entre 79°00' y 81°00' L.W. (300 a 420 mn de la costa) y otra de mayor densidad entre los 83°00' y los 85°00' L.W. (500 a 600 mn de la costa), el centro de gravedad (CG) de la distribución tuvo la posición 38°30' L.S.- 83°12' L.W. En primavera de 1997 el jurel se presentó en una transversal situada entre los 36°00' L.S. a 37°30' L.S., el CG tuvo la posición 37°30' L.S. - 81°30' L.W. En verano y primavera prácticamente no existió presencia de recurso oceánico entre las latitudes 37°40' y los 39°00' L.S. entre las 100 a 300 mn de la costa hacia el área oceánica. En invierno de 1998, el jurel se encontró entre las latitudes 37°00' L.S. y 41°00' L.S., con una mayor preferencia entre las latitudes 38°00' L.S. y 41°00' L.S. El jurel presentó una distribución más costera cubriendo una superficie triangular con vértices costeros en Talcahuano por el norte y en Corral por el sur y el vértice oeste se situó frente a Corral en la longitud 83°00'S. En invierno el CG tuvo la posición 39°24' L.S.-76°00' L.S. Además presentó un área de alta concentración en 38°30'L.S. entre los meridianos 82°00' L.W. y 83°00' L.S. En julio de 1998 no existió presencia de jurel al norte de la latitud 36°00'L.S.

El jurel presentó en primavera un desplazamiento del este hacia el oeste y en dirección suroeste en el área sur prospectada. A fines del verano el jurel presentó movimientos desde el oeste hacia el este y desde el sur del área de estudio hacia el norteste, para concentrarse en invierno en sectores costeros entre el norte de Talcahuano y el sur de Corral.



En noviembre de 1997 se obtuvo un índice de cobertura IC (relación entre las ubm con presencia de recurso jurel y las ubm totales) de 15,99 %, en marzo de 1998 éste alcanzó sólo el 8,72%, mientras que en julio de 1998 éste se elevó 14,84%. Este último es más bajo en casi un 40% respecto a los encontrados entre los años 1991 y 1993 y podría ser un indicador de disminución de la disponibilidad del recurso jurel en el área de estudio.

Las categorías de agregaciones susceptibles a ser capturadas con redes de cerco (cardumen bueno y regular y estrato bueno) presentaron un IC de 0,9% en noviembre de 1997 y julio de 1998, además sólo un 0,33% en el de marzo de 1998. Al considerar la distribución batimétrica del jurel el IC denominado corregido disminuye a 0,079% en noviembre de 1997, 0,196% en marzo de 1998 y aumentó a 0,45% en julio de 1998, se presenta entonces en invierno la posibilidad más alta de capturar jurel tanto por redes de cerco como de arrastre de mediagua.

La distribución batimétrica del jurel cambió en las estaciones del año, en primavera es más profunda, en efecto sólo el 9% del jurel está entre la superficie y los 100 m de profundidad, en verano el jurel ocupó profundidades intermedias, este porcentaje aumentó al 59% y en invierno la distribución fue más superficial, el 84% del jurel estuvo entre la superficie y los 100 m de profundidad en la columna de agua. En la temporada de invierno la distribución batimétrica permite una mejor capturabilidad del jurel con redes de cerco.

El recurso jurel presentó una clara fluctuación nictimeral, durante las horas de luz nocturna se encontró desde la superficie hasta los 50 m de profundidad conformando ecotrazos de agregaciones dispersas (estratos, disperso e individual). En noviembre de 1997 el jurel se encontró entre los 18 a los 280 m de profundidad, en marzo de



1998 entre los 12 a los 300 m de profundidad y el julio de 1998 entre 7,5 a 180 m de profundidad. Durante las horas de luz diurna el jurel formó agregaciones más compactas tipo cardumen, de más profundidad y menos accesibles a las redes de cerco.

En la fase cuantificación con el B/I "Abate Molina", a partir de la información proveniente de los barcos exploradores, en noviembre 1997 se prospectaron 11 focos o áreas de abundancia de jurel, situados preferentemente entre 36°00' y 37°30' L.S. desde las 120 mn a las 300 mn de la costa, estos focos presentaron una abundancia relativa promedio de 29,1t/mn. En marzo de 1998 se detectaron y cuantificaron 9 focos de abundancia situados preponderadamente entre los 36°30' y 42°30' L.S. desde las 230 mn a las 460 mn de la costa, estos focos presentaron una abundancia relativa promedio de 54,02 t/mn.

En noviembre de 1997 el ancho promedio de las agregaciones es de 79,5 m y el alto de 5,70 m. En marzo de 1998, el ancho promedio de las agregaciones es de 48,8 m y el alto de 15,5 m las agregaciones que presentan mayor profundidad tienen menor altura.

En la región de estudio, en noviembre de 1997, entre las 100 y 500 mn, el tamaño de los ejemplares de jurel fluctuó entre los 16 y 54 cm longitud horquilla (LH), con modas de 24 cm. En el área entre la costa y las 100 mn el rango de talla es entre 27 y 46 cm LH, con una moda en los 33 cm. En marzo de 1998, entre las 200 y 600 mn, el tamaño de los ejemplares de jurel fluctuó entre los 7,5 y 16 cm LH, con una moda en los 11 cm. En el área entre la costa y las 100 mn el rango de talla es entre 21 y 31 cm LH, con una moda en los 23 cm. En julio de 1998 en la ecoprospección se capturaron ejemplares con un rango de talla de 20 a 59 cm



con dos modas, una principal a los 25 cm y otra secundaria a los 42 cm con una media de 29 cm.

Las tallas de los ejemplares de jurel presentan una componente estacional y espacial. En primavera de 1997 el recurso presenta talla intermedia, en verano de 1998 la talla de los ejemplares es la más pequeña del período y en invierno 1998 el jurel presenta las tallas mayores. El sector costero presenta las tallas mayores en las tres estaciones del año, en verano en el área oceánica presenta una estratificación latitudinal, los ejemplares tienen tallas menores hacia el noreoeste del área de prospección.

La estructura de talla del jurel encontradas en 1997-98 difiere de las estimadas para los cruceros de 1991 a 1994, donde los ejemplares de mayor tamaño se presentaban en primavera con una escasa participación de ejemplares bajo los 26 cm. En la estación de invierno, en el período 1997-1998, más del 70% de los ejemplares muestreados presentan tallas inferiores a los 26 cm, esta participación porcentual sólo alcanzaba el 36,6% en el período 1992-1994.

Respecto a la condición reproductiva, en el mes noviembre 1997 entre las 100 y las 500 mn se encontraron hembras con estado de madurez I a IV, con claro predominio del estado III (54,2%). En la región costera las hembras se presentaron con estado de madurez II a V, con claro predominio del estado III (67,82%).

En el mes noviembre 1997, el índice gonadosomático muestra que las hembras de tamaños superiores a 25 cm LH entraron a su etapa activa de maduración sexual. La presencia de ejemplares de esta talla tiene una baja participación porcentual en el área de estudio.



En el mes noviembre 1997, la distribución horizontal de los huevos de jurel, indica que la mayor densidad está asociada al sector norte del área de estudio donde predominaron aguas comparativamente cálidas (14-16°C). En el sector noreste (considerando sólo las estaciones positivas) las densidades de huevos de jurel alcanzaron casi 200 huevos/10m<sup>2</sup>, las densidades fueron mayores en el sector noroeste con 307 huevos/10 m<sup>2</sup>. El patrón de distribución se mantuvo para los estados larvales. En el sector sureste la densidades de huevos fue de 56 huevos/10m<sup>2</sup> no detectándose larvas. En el sector suroeste la densidad fue de 97 huevos/10 m<sup>2</sup> y de 40 larvas /10m<sup>2</sup>. En el área de estudio la densidad promedio en las estaciones positivas fue de 195 huevos /10m<sup>2</sup> y 132 larvas /10m<sup>2</sup>.

En el sector noreste del área de estudio la dominancia numérica del jurel es de 21,92% para los huevos y 21,76 % para las larvas. En el sector noroeste la dominancia numérica aumenta a 78,36% para los huevos y 60,30% para las larvas.

En primavera de 1997, para el área total se encontró una densidad de huevos de jurel (en estaciones positivas) de sólo 111 huevos por 10m<sup>2</sup>, mientras que la del los años 1992 fue cuatro veces superior alcanzando 423 huevos por 10m<sup>2</sup>. En 1997 (cruce 9711) para el área total se encontró una densidad de larvas de jurel (en estaciones positivas) de sólo 38 larvas por 10m<sup>2</sup>, mientras que la del año 1992 fue siete veces superior alcanzando a 296 larvas por 10m<sup>2</sup>. Existe entonces una notable disminución de presencia de huevos y larvas de jurel en la primavera de 1997, respecto a lo reportado en el año 1992, ésto puede ser atribuible a la escasa presencia de jurel que reporten estadíos sobre IV en el área oceánica en la primavera de 1997. Lo que puede ser consecuencia de la presencia de jurel de



baja talla o de un retraso en el período de desove afectado por el fenómeno de el Niño.

El análisis del contenido estomacal reveló que un 21,0 y 38,1% de los estómagos de noviembre de 1997 y marzo de 1998 respectivamente, presentaron algún tipo de contenido, encontrándose un total de 6 taxa, 5 en los oceánicos (copépodos, thecosomata, heterópodos, gastrópodos y salpas) y sólo dos en los capturados en la zona costera (eufáusidos y salpas). Los copépodos fueron el grupo dominante en los estómagos de jureles oceánicos donde la talla de los ejemplares muestreados fue baja, mientras que los eufáusidos fueron el grupo importante en los jureles costeros, donde los ejemplares fueron de mayor tamaño en ambos períodos.

El área de prospección estuvo fuertemente influenciada por el evento El Niño 97-98, presentando anomalía de 2 a 3°C, respecto al promedio histórico en el mes de marzo. Mientras que en julio de 1998 no se presentaban evidencias de condiciones El Niño.

En noviembre de 1997, las TSM mostraron una condición homogénea (14-15°C) con la presencia de escasos meandros de aguas cálidas (16°C) o frías (13°C). Las únicas zonas de gradientes térmicos que fueron identificadas, correspondieron con las áreas donde se presentó el recurso. En la vertical se observaron termoclinas evidentes, con una capa de mezcla 40 m de espesor. La distribución vertical de salinidad indica un aumento progresivo entre los 100 y 200 m de profundidad, alcanzando el máximo salino a esta profundidad.



En marzo de 1998, el rango de la TSM fluctuó entre 14° y 20°C, con un incremento de las temperaturas del sur hacia el norte y un claro predominio de las TSM de 15°C. En el verano el jurel se presentó hacia el oeste del área y estuvo ausente en aguas de 20°C.

Durante las prospecciones de ecoprospección del verano e invierno de 1998 el jurel presentó una distribución más al sur del área, respecto a las distribuciones que se presentaron en los cruceros de evaluación hidroacústica del período 1991 - 1994 y el invierno de 1997, este cambio en la distribución del jurel puede ser atribuible a las anomalías presentadas en la zona central de Chile por el fenómeno de El Niño 1997-1998.

Las ecoprospecciones efectuadas con las embarcaciones de la flota tienen la ventaja de cubrir una gran extensión de superficie en un mínimo tiempo. Facilita la obtención de información que permite la estimación de indicadores del comportamiento y el estado del recurso, efectuando un seguimiento de este. Es conveniente continuar con este tipo de prospecciones de forma estacional, para lograr, en el tiempo mejorar los indicadores disponibles, detectar las anomalías y perfeccionar la administración de las pesquerías. Las ecoprospecciones son relevantes hacia fines de primavera para conocer las condiciones reproductivas del jurel, a fines de verano para conocer la distribución del jurel y su ingreso a las áreas costeras en la temporada de pesca que se inicia en otoño. Las ecoprospecciones de invierno ayudan a delimitar el área de distribución del jurel y mejorar así las evaluaciones hidroacústicas de éste. Las ecoprospecciones deben ir acompañadas con evaluaciones hidroacústicas, para obtener cuantificaciones de los índices de abundancia relativa.



## 2. INDICE GENERAL

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	1
2. INDICE GENERAL .....	9
3. LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	13
4. PERSONAL PARTICIPANTE .....	21
5. OBJETIVOS .....	25
6. INTRODUCCION .....	27
7. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	29
7.1 Hidroacústica .....	29
7.1.1 Calibración acústica .....	29
7.1.2 Identificación de los ecoregistros .....	31
7.1.3 Procesamiento de la información acústica .....	31
7.1.4 Distribución espacial .....	32
7.1.5 Abundancia relativa .....	34
7.1.6 Cálculo de biomasa y su varianza .....	35
7.2 Ecoprospección y eointegración .....	37
7.2.1 Crucero 9711 .....	37
7.2.2 Crucero 9803 .....	39
7.2.3 Crucero 9807 .....	41
7.3 Colecta de información biológica y oceanográfica.....	42
7.3.1 Información planctónica en crucero 9711 .....	42



7.3.2	Perfiles verticales de datos oceanográficos en cruceros 9711 .....	44
7.3.3	Distribución de la temperatura superficial del mar .....	45
7.3.4	Muestras biológicas .....	45
7.4	Determinación de la condición reproductiva del jurel en la zona de alta mar adyacente a la ZEE de Chile central .....	49
7.4.1	La proporción sexual y estados de madurez de las hembras .....	50
7.4.2	Índice gonadosomático .....	50
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
8.1	Hidroacústica .....	53
8.1.1	Crucero 9711 (noviembre 1997) .....	53
8.1.2	Crucero 9803 .....	58
8.1.3	Crucero 9807 .....	62
8.1.4	Estructura de las agregaciones y abundancia .....	65
8.2	Estructura de talla del jurel .....	66
8.2.1	Estructura de tamaños y proporción sexual del jurel .....	66
8.2.2	Relación longitud peso y factor de condición de los ejemplares de jurel .....	70
8.3	Condición reproductiva del jurel .....	72
8.3.1	Estados de madurez sexual de hembras de jurel .....	72
8.3.2	Distribución de huevos y larvas de jurel .....	74
8.4.	Alimentación .....	76
8.5	Condiciones ambientales .....	79



8.5.1	Distribución espacial de la temperatura superficial del mar (TSM) .....	79
8.5.2	Distribución vertical de las variables oceanográficas .....	85
8.5.3	Masas de agua .....	88
<b>9</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>89</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>11</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>113</b>

**ANEXO I: Escala de los estados de madurez de hembras de jurel**

**TABLAS**

**FIGURAS**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



### 3. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

#### INDICE DE TABLAS

- Tabla 1 Crucero de prospección 9711: tipo, área, fecha y actividades prioritarias.
- Tabla 2 Resumen del número de lances de pesca y número de muestras biológicas y oceanográficas obtenidas durante el crucero de investigación 9711.
- Tabla 3 Crucero de prospección 9803: tipo, área, fecha y actividades prioritarias.
- Tabla 4 Crucero de prospección 9807: tipo, área, fecha y actividades prioritarias.
- Tabla 5 Grupos de tamaño artificiales de jurel
- Tabla 6 Indice de cobertura por tipo y clase de agregaciones crucero 9711.
- Tabla 7 Fase de cuantificación del crucero de noviembre de 1997: participación porcentual del tipo de agregaciones, profundidad, ancho y alto promedios (m), abundancia relativa promedio en Sa y t/mn<sup>2</sup>.
- Tabla 8 Indice de cobertura por tipo y clase de agregaciones crucero 9803.
- Tabla 9 Fase de cuantificación del crucero de marzo de 1998: participación porcentual del tipo de agregaciones, profundidad, ancho y alto promedios (m), abundancia relativa promedio en Sa y t/mn<sup>2</sup>.
- Tabla 10 Indice de cobertura por tipo y clase de agregaciones crucero 9807.
- Tabla 11 Resultados de autocorrelación de noviembre de 1997 y de marzo de 1998
- Tabla 12 Rangos de talla del jurel por cruces



- Tabla 13 Parámetros de la relación longitud-peso en el jurel (noviembre de 1997)
- Tabla 14 Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector noreste del área de estudio en noviembre de 1997.
- Tabla 15 Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector noroeste del área de estudio en noviembre de 1997.
- Tabla 16 Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector suroeste del área de estudio en noviembre de 1997.
- Tabla 17 Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector sureste del área de estudio en noviembre de 1997.
- Tabla 18 Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en toda el área de estudio en noviembre de 1997.
- Tabla 19 Total de estómagos analizados, estómagos con contenido y su porcentaje
- Tabla 20 Total de estómagos analizados, estómagos con contenido y su porcentaje
- Tabla 21 Valores superficiales de las variables medidas (T.S.= temperatura superficial del mar; S.S.= salinidad superficial del mar; D.S. densidad superficial del mar; O.S. concentración de oxígeno disuelto superficial). PBT= profundidad base de la termoclina, PCM= profundidad de la capa de mezcla, MGT= máximo gradiente térmico, PMGT= profundidad del máximo gradiente térmico, T.I.= profundidad de detección de inversiones térmicas
- Tabla 22 Índice de cobertura (IC) y abundancia relativa promedio (ID) por cruceros (Serra *et al*, 1994 y modificado de Barbieri *et al*, 1997)



- Tabla 23 Rango de profundidad de jurel (m), porcentaje de jurel de la superficie hasta 100 m de profundidad (%), Participación de ejemplares juveniles en en estimado de biomása (%), rango de talla y moda de los ejemplares capturados
- Tabla 24 Ciclo anual jurel

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Localización de las transectas en la fase crucero exploratorio 9711.
- Figura 2 Localización de la grilla de las transectas en la fase crucero de cuantificación 9711.
- Figura 3 Localización de los lances de pesca del B/I Abate Molina en la fase crucero de cuantificación 9711.
- Figura 4 Localización de las transectas en la fase crucero exploratorio 9803 y localización de la grilla de las transectas en la fase crucero de cuantificación 9803.
- Figura 5 Localización de los lances de pesca del B/I Abate Molina en la fase crucero de cuantificación 9803.
- Figura 6 Localización de las transectas en el crucero exploratorio 9807
- Figura 7 Distribución de las estaciones zooplanctónicas durante la prospección. Los puntos azules corresponden a estaciones realizadas en B/I Abate Molina, los puntos rojos - en PAM Cazador, Líder, Loa 24 y Loa 25.
- Figura 8 Distribución espacial de las estaciones con registros de la temperatura superficial del mar (17-23 de noviembre de 1997).
- Figura 9 Cartografía de la presencia de jurel obtenida en la fase crucero exploratorio 9711.



- Figura 10 Distribución batimétrica del jurel por clase de agregación (fase exploratoria 9711).
- Figura 11 Distribución batimétrica del jurel por clase y tipo de agregación (fase exploratoria 9711).
- Figura 12 Distribución en profundidad y ancho de jurel (fase de cuantificación 9711).
- Figura 13 Alto y Sa de las agregaciones de jurel (fase cuantificación 9711).
- Figura 14 Tipo de agregaciones:profundidad, ancho, alto y Sa promedio.
- Figura 15 Cartografía de la presencia de jurel obtenida en la fase crucero exploratorio 9803.
- Figura 16 Distribución batimétrica del jurel por clase de agregación (fase exploratoria en marzo de 1998).
- Figura 17 Distribución batimétrica del jurel por clase y tipo de agregación (fase exploratoria en marzo de 1998).
- Figura 18 Distribución en profundidad y ancho de jurel (fase de cuantificación en marzo de 1998).
- Figura 19 Alto y Sa de las agregaciones de jurel (fase cuantificación en marzo de 1998).
- Figura 20 Tipo de agregaciones:profundidad, ancho, alto y Sa promedio en marzo de 1998.
- Figura 21 Cartografía de la presencia de jurel obtenida en el crucero 9807
- Figura 22 Distribución batimétrica del jurel por clase de agregación en julio de 1998.
- Figura 23 Distribución batimétrica del jurel por clase y tipo de agregación en julio de 1998.



- Figura 24 Variogramas: a) noviembre de 1997 y b ) marzo de 1998
- Figura 25 Distribución de las zonas de pesca del jurel durante el período de prospección del 19 a 30 de noviembre de 1997
- Figura 26 Distribución de las zonas de pesca del jurel durante el período de prospección de marzo de 1998.
- Figura 27 Distribución de las zonas de pesca del jurel durante el período de prospección de julio de 1998.
- Figura 28 Proporción sexual del jurel por tamaños (zonas 2 y 3).
- Figura 29 Distribución de frecuencias de tamaños para los ejemplares muestreados en los cruceros realizados en 1997 y 1998, independientemente para los sectores costero (a), oceánico (b) y total (c).
- Figura 30 Relación longitud-peso para los ejemplares de jurel de noviembre de 1997
- Figura 31 Variación del factor de condición (k) en las diferentes tallas de jurel
- Figura 32 Dinámica de los estados de madurez de las hembras de jurel. Loa 24 y Loa 25 corresponden al sector costero (a), Abate Molina al oceánico (b) y total a toda el área prospectada (c).
- Figura 33 Dinámica de los estados de madurez sexual por tamaño para las hembras en los sectores costero (a), oceánico (b) y total (c).
- Figura 34 Índice gonadosomático (IGS) de las hembras de jurel por tamaño en la región oceánica del 19 al 23 de noviembre de 1997 (B/I Abate Molina)
- Figura 35 Distribución espacial y densidad de huevos del jurel en el área de prospección : 1 - estaciones planctónicas, sin presencia de huevos ; 2 - <100 huevos/10 m<sup>2</sup>; 3 - 101-250 huevos/10 m<sup>2</sup>; 251-500 huevos/10 m<sup>2</sup>; 5 - >500 huevos/10 m<sup>2</sup> (noviembre 1997).



- Figura 36 Distribución espacial y densidad de huevos de los peces en el área de prospección : 1 - estaciones planctónicas, sin presencia de huevos; 2 - <100 huevos/10 m<sup>2</sup>; 3 - 101-250 huevos/10 m<sup>2</sup>; 4- 251-500 huevos/10 m<sup>2</sup>; 5 - >500 huevos/10 m<sup>2</sup>, en noviembre de 1997.
- Figura 37 Distribución espacial y densidad de larvas del jurel en el área de prospección : 1 - estaciones planctónicas sin presencia de larvas ; 2 - <100 larvas/10 m<sup>2</sup>; 3 - 101-250 larvas/10 m<sup>2</sup>; 4- 251-500 larvas/10 m<sup>2</sup>; 5 - >500 larvas/10 m<sup>2</sup>, en noviembre de 1997
- Figura 38 Distribución espacial y densidad de larvas de los peces en el área de prospección 1 - estaciones planctónicas, sin presencia de larvas ; 2 - <100 larvas/10 m<sup>2</sup>; 3 - 101-250 larvas/10 m<sup>2</sup>; 4- 251-500 larvas/10 m<sup>2</sup>; 5 - >500 larvas/10m<sup>2</sup> en noviembre de 1997
- Figura 39 Porcentaje de estómagos de jurel con contenido en la zona oceánica y costera en noviembre de 1997 y marzo de 1998.
- Figura 40 Índice de Importancia Relativa (IIR) de jurel por grupos de tamaño, mes y zona de captura.
- Figura 41 Dendrograma de similitud trófica por grupos de tamaño de jurel diferenciando por zonas de captura (Co = costeros y Oc = oceánicos).
- Figura 42 Distribución espacial de la temperatura superficial del mar entre 17 y 23 de noviembre de 1997 (PAM "Loa-24", "Loa-25", "Líder" y "Cazador").
- Figura 43. Imagen de alta resolución de la distribución de la TSM en la región frente a Chile centro-sur del día de 22 de noviembre de 1997 (Departamento Sinóptico de Pesca - Instituto de Investigación Pesquera).
- Figura 44 Distribución espacial de la temperatura superficial del mar (en grados celsius) entre el 17 y 31 de marzo de 1998, en base a registros obtenidos a bordo de las embarcaciones pesqueras.
- Figura 45 Imagen satelital de la temperatura superficial del mar del día 28 marzo de 1998 (captada en la estación receptora del Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano).



- Figura 46 Imagen satelital de la temperatura superficial del mar en julio de 1998 (captada en la estación receptora del Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano)
- Figura 47 Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 2 a 5.
- Figura 48 Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 6 a 9.
- Figura 49 Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 10 a 12
- Figura 50 Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 13 a 16
- Figura 51 Diagrama T-S generado a partir de 15 estaciones oceanográficas
- Figura 52 Distribución horizontal y desplazamientos del jurel en los cruceros de noviembre de 1997, marzo y julio de 1998





#### 4. PERSONAL PARTICIPANTE

##### PERSONAL PARTICIPANTE CRUCERO 9711

María Angela Barbieri	Jefe proyecto	IFOP
José Córdova	Jefe crucero	IFOP
Víctor Correa	Hidroacústica B/I Abate Molina	IFOP
Manuel Rojas	Hidroacústica B/I Abate Molina	IFOP
Jurgen Contreras	Muestreo biológico B/I A. Molina	IFOP
Marcos Espejo	Ecoprospección PAM El Cazador	IFOP
Andrés González	Ecoprospección PAM El Cazador	IFOP
Bernardo Leiva	Ecoprospección PAM Líder	IFOP
Pedro Contreras	Ecoprospección PAM Líder	IFOP
José Marabolí	Ecoprospección PAM Loa 24	IFOP
José Galindo	Ecoprospección PAM Loa 24	IFOP
Leonardo Caballero	Ecoprospección PAM Loa 25	IFOP
Gregorio Pino	Ecoprospección PAM Loa 25	IFOP
Alexander Grechina	Investigador responsable	IIP
Aquíles Sepúlveda	Biooceanografía	IIP
Sergio Núñez	Plancton	IIP
Leonardo Miranda	Trofodinámica B/I Abate Molina	IIP
Germán Vásquez	Muestreo biológico PAM El Cazador	IIP
Hernán Rebolledo	Muestreo biológico PAM Loa 25	IIP
Manuel Benítez	Muestreo biológico PAM Líder	IIP
Christian Cuevas	Muestreo biológico PAM Loa 24	IIP



### PERSONAL PARTICIPANTE CRUCERO 9803

María Angela Barbieri	Jefe proyecto	IFOP
José Córdova	Jefe crucero	IFOP
Manuel Rojas	Hidroacústica B/I Abate Molina	IFOP
Gregorio Pino	Muestreo biológico B/I A. Molina	IFOP
Marcos Espejo	Ecoprospección PAM Don Julio	IFOP
Bernardo Manríquez	Ecoprospección PAM Don Manuel	IFOP
Andrés González	Ecoprospección PAM Lider	IFOP
Mauricio Donoso	Ecoprospección PAM Vulcano	IFOP
Víctor Correa	Ecoprospección PAM Lonco	IFOP
Gonzalo Muñoz	Ecoprospección PAM El Cazador	IFOP
Jessica González	Ecoprospección PAM Ventisquero	IFOP
Guillermo Galindo	Ecoprospección PAM Don Boris	IFOP
Iván Toro	Ecoprospección PAM Ranquihue	IFOP
Pilar Páez	Muestreo biológico PAM Lider	IFOP
Alexander Grechina	Muestreo biológico PAM Ventisquero	IIP
Leonardo Miranda	Muestreo biológico PAM Don Julio	IIP
Ignacio Rebolledo	Muestreo biológico PAM El Cazador	IIP
Christian Cuevas	Muestreo biológico PAM Ranquihue	IIP
Rubén Mena	Muestreo biológico PAM Vulcano	IIP
Cristían Bravo	Muestreo biológico PAM Lonco	IIP
Claudio Pino	Muestreo biológico PAM Don Boris	IIP
Aldo Hernández	Muestreo biológico PAM Don Manuel	IIP



### PERSONAL PARTICIPANTE CRUCERO 9807

María Angela Barbieri	Jefe proyecto	IFOP
Bernardo Leiva	Jefe de crucero	IFOP
Juan Ponce	Ecoprospección PAM Lider	IFOP
M. Soledad Tapia	Ecoprospección PAM Lider	IFOP
Gonzalo Muñoz	Ecoprospección PAM Don Julio	IFOP
Solange Brito	Ecoprospección PAM Don Julio	IFOP
Eric Salvo	Ecoprospección PAM Don Edmundo	IIP
Soledad Acuña	Ecoprospección PAM Don Edmundo	IFOP
Juan Flores	Ecoprospección PAM Lonco	IIP
Claudio Castañer	Ecoprospección PAM Lonco	IFOP
Pilar Páez	Ecoprospección PAM Norbas	IFOP
Claudio Martínez	Ecoprospección PAM Norbas	IFOP
René Riffo	Ecoprospección PAM Cazador	IFOP
Rodrigo Astete	Ecoprospección PAM Ranquihue	IIP
Rubén Toro	Ecoprospección PAM Ranquihue	IFOP
Cristián Bravo	Ecoprospección PAM Vulcano	IIP
Luis Riquelme	Ecoprospección PAM Vulcano	IFOP
Andrés González	Ecoprospección PAM Toyita	IFOP
Hernán Navarrete	Ecoprospección PAM Toyita	IIP
Iván Toro	Ecoprospección PAM Don Boris	IFOP
Freddy Sepúlveda	Ecoprospección PAM Don Boris	IFOP





## **5. OBJETIVO**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la distribución, abundancia relativa y estructura de tallas del jurel durante su época de desove en la zona de alta mar adyacentes a las aguas jurisdiccionales de Chile central.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 5.2.1** Determinar la distribución espacial de las agregaciones de jurel, su abundancia relativa y las condiciones ambientales en la zona de alta mar, adyacentes a la ZEE de Chile central.
- 5.2.2** Caracterizar la morfología de las agregaciones de jurel en el área de estudio.
- 5.2.3** Determinar la estructura de tamaños del jurel oceánico.
- 5.2.4** Determinar la condición reproductiva del jurel en la zona de alta mar adyacente a la ZEE de Chile central.





## 6. INTRODUCCION

El recurso jurel tiene una amplia distribución en el océano Pacífico, éste presenta variabilidad, no siempre bien conocida, considerando las condiciones ambientales y biológica del recurso.

Producto de la amplia distribución espacial de este recurso, el máximo desove de peces en diferentes partes de esta área del Pacífico, se observa durante diferentes períodos del año; por ejemplo, frente a las costas del Perú, los máximos se observan en agosto-septiembre, frente a las costas del norte de Chile, en septiembre-octubre y frente a las costas de Chile central, en noviembre-enero. Lo último muestra claramente la existencia de una dinámica intermensual de la fracción de peces desovantes (estados de madurez IV-V, V, V-VI) en aguas oceánicas frente a Chile centro-sur (entre los 35 y 40°S) durante el período de 1987 a 1991 (Grechina *et al.*, 1995). Ambos parámetros indican que con mayor frecuencia el máximo desove del jurel ocurre tanto en la zona oceánica como en la zona costera durante los meses de noviembre y diciembre. En base a los antecedentes disponibles, se puede señalar que durante ese período se supone la existencia de la máxima intensidad de desove de jurel en aguas oceánicas frente a Chile central.

Antecedentes disponibles por el Instituto de Investigaciones Pesqueras (IIP), provenientes de la flota de la ex Unión Soviética, muestran que en las aguas del Pacífico suroriental, durante el período comprendido entre los años 1978 y 1991, se observa el desove del jurel en un área muy extensa desarrollándose con diferente intensidad entre los meses de julio y marzo. La máxima intensidad de desove del jurel se registra principalmente en las aguas subtropicales, las que se caracterizan



por poseer temperaturas superficiales del mar entre los 14 y 18° C (TSM óptimas entre los 15 y 16°C).

Durante 1997, se observó una disminución sustantiva en las tallas de los ejemplares de jurel capturados en la zona centro-sur (III a IX Región), lo que generó una fuerte preocupación en la Autoridad pesquera y Sector industrial, quienes adoptaron medidas para proteger la fracción juvenil presente en las zonas de pesca, a través del establecimiento de decretos de vedas y reducción del esfuerzo de pesca.

Entre los meses de mayo y junio de 1997, se realizó una evaluación hidroacústica del recurso jurel entre la V y la IX región, circunscrita a las 200 millas medidas desde la costa y donde se estimó una biomasa cercana a los 4 millones de toneladas, con un 70,8% de los ejemplares capturados bajo la talla mínima legal de 26 cm (Córdova *et al.*, 1998).

Considerando la importancia del recurso jurel para la economía del país y el nivel de explotación a que ha sido sometido, ante la necesidad de disponer de antecedentes sobre la distribución espacial, la estructura de talla y la abundancia relativa de las concentraciones de jurel en el sector adyacente a la ZEE de Chile, durante su época de desove, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó el presente proyecto en el programa de investigación de 1997. Para cumplir con esta meta se realizó un crucero de prospección cuya primera fase se efectuó en la segunda quincena de noviembre de 1997, la segunda fase se efectuó a fines de marzo de 1998 y la tercera en julio de 1998.



## 7. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El crucero se dividió en tres etapas. En la primera se efectuó el crucero denominado 9711 realizado en noviembre de 1997, en la segunda etapa se efectuó el crucero intitulado 9803 ejecutado en marzo de 1998, y la tercera etapa se realizó en el mes de julio de 1998 en un crucero denominado 9807.

### 7.1 Hidroacústica

#### 7.1.1 Calibración acústica

La calibración del sistema SIMRAD EK-500, se realizó utilizando blancos estándares, diseñados para las frecuencias de 38 y 120 Khz, según recomendaciones del Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por su fabricante (ICES 1987, Foote *et al.*, 1981, Foote 1983 , PNUD/CPPS/FAO 1992 y SIMRAD, 1991).

Esta calibración, básicamente consistió en ubicar un blanco de referencia o estándar de una intensidad de blanco conocida (teórico), midiéndose con el equipo un nuevo TS (real). De este modo se determinaron las diferencias entre ambos valores y se procedió a ajustar los parámetros del equipo a través de la ganancia del transductor (Foote 1983).

Las fórmulas utilizadas en el procedimiento de medición de la intensidad de blanco y el posterior ajuste de la ganancia del transductor fueron las siguientes:



$$G1 = G0 + \frac{TS(m) - TS(b)}{2}$$

donde:

- G1 = nueva ganancia del transductor
- G0 = ganancia antigua
- TS (m) = intensidad de blanco medida (dB)
- TS (b) = intensidad de blanco teórico (dB)

Para ajustar los parámetros de las lecturas del ecointegrador (Sa) se aplicó la siguiente ecuación:

$$G1 = G0 + \frac{10 \text{Log} \left( \frac{Sa(m)}{Sa(t)} \right)}{2}$$

siendo,

$$Sa(t) = \frac{4\pi r_o^2 \sigma_{bs} (1852)^2}{10^{\frac{\psi}{10}} r^2}$$

donde:

- $\sigma_{bs}$  = sección dispersante de la esfera
- $r_o$  = distancia estándar de referencia para medir  $\sigma_{bs}$ , igual a 1 metro.
- $r$  = profundidad de la esfera (m)
- $\psi$  = ángulo equivalente del haz acústico
- Sa (m) = energía retrodispersada medida
- Sa (t) = energía retrodispersada teórica



La calibración se llevó a cabo en la Bahía de Valparaíso, antes de la prospección acústica del crucero 9711, encontrando los valores dentro del rango normal.

### **7.1.2 Identificación de los ecoregistros**

Para la identificación de los registros acústicos de jurel se utilizaron dos métodos. El primero, método acústico (Guzmán *et al.*, 1983), donde se consideró el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica. El segundo método fue la pesca de identificación, para tal efecto aquellos sectores en que las características de las agregaciones lo permitieron (concentración y profundidad de las agregaciones), se realizaron lances de identificación, con red de cerco en los buques exploradores y red de arrastre de mediagua en el buque evaluador.

### **7.1.3 Procesamiento de la información acústica**

El procesamiento de los datos fue realizado en parte a bordo, mediante un conjunto de programas computacionales del IFOP. Los datos ingresados a esta base de datos fueron:

- Crucero evaluación; las lecturas acústicas por cada unidad básica de muestreo (ubm) separadas por especie; las profundidades máximas y mínimas de las agregaciones; la posición geográfica de cada ubm y fecha, número y sentido de la transecta.
- Crucero exploratorio; en cada ubm se determinó: tipo de agregación, número de agregaciones por distancia, profundidad máxima y mínima, posición y fecha.



Con estos datos se obtuvieron cartas de distribución del recurso, estimados de abundancia relativa ( $t/mn^2$ ) y características morfológicas de las agregaciones de jurel.

#### 7.1.4 Distribución espacial

La distribución espacial del recurso dentro del área de estudio se entrega por intervalos de profundidad, tipos de agregaciones (cardúmenes, estratos, disperso e individual) y nivel de densidad (alta, media y baja).

##### a) Determinación y descripción de estructuras espaciales en la información acústica

Se analizaron las características de las agregaciones mediante correlogramas, herramienta analítica que permite determinar y describir el tamaño de macroestructuras en los datos recolectados (Barbieri, 1981; Barbieri y Córdova, 1986; Córdova *et al.*, 1995). Considerando la distribución de la información recopilada en los cruceros de cuantificación, se estimó un correlograma por cada foco. El coeficiente de autocorrelación  $R_0$  está dado por:

$$R_0 = \frac{n_i}{n_i - k} \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)(Y_{j+k} - \bar{Y}_i)}{\sum_{i=1}^{n_i} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)^2}$$



donde:

- k = orden de autocorrelación.
- $Y_{ji}$  = densidad j-ésima de la transecta i-ésima
- $Y_i$  = densidad media de la transecta i-ésima
- $n_i$  = número de ubm en la transecta i-ésima
- n = número total de observaciones

### b) Estructura espacial de la distribución

La estructura espacial de la distribución del jurel se analizó a través del estudio de los semivariogramas, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirar (1992), Petitgas (1993) y Davis (1973). Procedimiento de análisis que actualmente se aplica en las evaluaciones hidroacústicas de recursos pelágicos zona norte (Castillo *et al.*, 1995) y evaluaciones del recurso merluza común (Lillo *et al.*, 1996). El variograma está dado por la expresión:

$$y(h) = \frac{E(z(x+h) - z(x))^2}{2}$$

donde:

- z = densidad de peces en unidades de Sa
- x = denota el vector de posición de la medición de la ubm
- (h) = vector de magnitud h o distancia entre la posición de z(h) a z (h+1)



Se determinaron los semi-variogramas de cada crucero de cuantificación, representándolo gráficamente (y) contra el paso de retardo de la información (h). Para cada crucero se estimó el variograma isotrópico.

### 7.1.5 Abundancia relativa

A fin de determinar el patrón de distribución y el comportamiento que presentó el jurel en cada prospección, se determinó un índice de abundancia relativa en las áreas de concentración.

#### a) Índice de abundancia relativa (ID)

En el área de distribución del jurel se estimó un índice de abundancia relativa denominado índice de densidad, la expresión es la siguiente:

$$ID(t / mn^2) = \frac{\sum_{i=1}^j Sa * C}{UBM^{(+)}}$$

donde:

Sa = densidad promedio por ubm

UBM<sup>(+)</sup> = número de intervalos básicos de muestreo en el foco.

C = constante de transformación (t/mn<sup>2</sup>/Sa), determinada en base a un Ts<sub>(Kg)</sub> de -32.5 dB/Kg



La constante de transformación C se calculó según:

$$C = ( 1 / ( 4 \pi * 10^{-Ts(kg)/10} ) ) / 1000$$

### b) Índice de cobertura (IC) en el área de estudio

A partir de la información obtenida en área de estudio durante la exploración, se determinó el índice de cobertura, el IC expresa la cantidad de muestras positivas presente en una unidad de distancia recorrida.

$$IC (\%) = \frac{\sum_{n=1}^n UBM^+}{\sum_{n=1}^n UBM} \times 100$$

donde:

$UBM^{(+)}$  = número de intervalos básicos de muestreo en el área.

### 7.1.6 Cálculo de biomasa y su varianza

#### a) Biomasa

El estimador para evaluar la biomasa (B) se planteó aplicarlo sólo en la zona de distribución de la abundancia del jurel en cada crucero (9711 y 9803), el estimador está dado por:

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



donde A es el área de estudio en millas náuticas cuadradas, R es un estimador de razón y C es la constante de transformación:

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

donde:

- n = número de transectas de la muestra
- $x_i$  = densidad de la transecta i-ésima
- $y_i$  = número de U.B.M. en la transecta i-ésima

## b) Varianza

Se planteó emplear un estimador de varianza a través del método geoestadístico. El estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971) y Petitgas (1991). Método que es utilizado en la evaluación de recursos pelágicos zona norte y recursos demersales zona sur. (Lillo *et al.*, 1997 y Castillo *et al.*, 1995).

La ecuación que representa los datos geográficamente correlacionados es la siguiente:

$$\sigma^2_E = \bar{\gamma}(S,V) - \bar{\gamma}(V,V) - \bar{\gamma}(S,S)$$

Donde los respectivos términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas  $g(h)$



y,

$$\gamma(S,S) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(X_{\alpha} - X_{\beta})$$

$$\bar{\gamma}(S, V) = \frac{1}{nV} * \sum_{\alpha} \int_V \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

$$\bar{\gamma}(V, V) = \frac{1}{V^2} \int_{\alpha} \int_V \gamma(x - y) dx dy$$

donde V es el área de distribución del jurel (a, b) los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.

La varianza  $s_E$  es entonces la diferencia entre la integral doble de la función de estructura (g(S,V)) y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo g(S,V) y g(S,S), de los cuales estos últimos se calculan mediante un modelo de variograma.

Por otro lado, la medida de precisión de la abundancia relativa se estimó a través del coeficiente de variación.

## 7.2 Ecoprospección y ecointegración

### 7.2.1 Crucero 9711

El área de prospección está comprendida entre las latitudes 36°00' y 40°00' L.S., desde las 100 a 500 millas náuticas medidas desde la costa hacia el oeste, con una proyección hacia el 41°00' L.S. La superficie muestreada fue de 86.000 mm<sup>2</sup>.



La investigación efectuada consideró un crucero de prospección que se dividió en dos fases: la primera contempló una fase exploratoria del recurso para localizar áreas de concentración de jurel y la segunda una fase de cuantificación mediante la aplicación de la técnica hidroacústica (Tabla 1).

El crucero 9711 se dividió en dos fases:

- a) En la **fase exploratoria** participaron 4 embarcaciones (Tabla 1), asignando a cada embarcación un sector de 400 mn de longitud \* 60 mn de latitud, desarrollando un sistema de transectas tipo zig-zag en el sentido este-oeste, con una separación entre transecta de 30 mn (Fig 1). En la fase de ecoprospección se efectuaron en total 8 transectas, dos por cada embarcación.

La ecoprospección se efectuó con los equipos acústicos de las embarcaciones, registrándose la información del ecosonda, la observación de este equipo era continua y se discretizó cada 6 minutos. Se recopiló información sobre: tipo de ecotrazos (cardumen, estrato, disperso e individual), profundidad de los ecotrazos, clasificación de las agregaciones en cuanto a niveles de abundancia donde:

- 1) **malo** cuando los niveles de captura esperada (nce) eran inferiores a 20 t
- 2) **regular** cuando los nce eran de 20 a 200 t y
- 3) **bueno** cuando los nce eran superiores a 200 t,

además se consideró como material de apoyo la información proporcionada por el sonar.



- b) En la **fase cuantificación** participó el B/I Abate Molina y se empleó el sistema de eointegración digital Simrad EK 500, con frecuencia de 38 KHz, sondeando hasta una profundidad de 300 m. Las zonas a evaluar se seleccionaron de aquellas detectadas e informadas como de alta densidad por las embarcaciones exploradoras. La cuantificación hidroacústica se efectuó mediante la aplicación de una grilla de transectas diurnas en las zonas de alta densidad. Se evaluaron 11 áreas de concentración de jurel (Fig. 2). Por cada unidad básica de muestreo (que tenía 0,5 mn) se recolectó información sobre: tipo de ecotrazos, morfología y densidad.

#### **7.2.1.1 Lances de pesca en crucero 9711**

Los lances de pesca se efectuaron en el B/I Abate Molina con el empleo de una red de mediagua y con las embarcaciones pesqueras con el uso de redes de cerco. Los lances de pesca fueron realizados solamente en las zonas que mostraron indicios de presencia del recurso jurel. Por lo tanto, y debido a la baja presencia de cardúmenes de jurel, en el área de estudio se realizó un total de sólo 13 lances de pesca de jurel y 5 lances en las zonas de operación de la flota, las que se localizaron muy próximas a la costa de la Octava Región (Tabla 2). La distribución espacial de los lances de pesca efectuados por los barcos que participaron en este estudio, se presenta en la figura 3.

#### **7.2.2 Crucero 9803**

##### **7.2.2.1 Ecoprospección y eointegración**

El crucero 9803 se realizó desde el 11 al 28 de marzo de 1998. El área de prospección estuvo comprendida entre las latitudes 36°00' y 45°00' L.S., desde las



200 a 600 millas náuticas medidas desde la costa hacia el oeste, con una proyección hacia los 35°00' L.S. El área comprendida entre las latitudes 44° L.S a 45°00' L.S no pudo ser prospectada, por las condiciones meteorológicas adversas imperantes en la zonas. Para aprovechar la disponibilidad de la embarcación se le reasignó una nueva área entre los 35°00' L.S y 36°00' L.S. La superficie prospectada en la fase exploración fue cerca de 216.000 mn<sup>2</sup>.

La investigación efectuada consideró un crucero de prospección que se dividió en dos fases: la primera contempló una fase explotatoria del recurso para localizar áreas de concentración de jurel (a) y la segunda una fase de cuantificación mediante la aplicación de la técnica hidroacústica (b) (Tabla 3).

- a) En la **fase exploratoria** participaron 9 embarcaciones de la flota dedicada a la captura de jurel de la VIII Región (Tabla 3), asignándose a cada de ellas un sector de 400 mn en longitud y 60 mn en latitud, desarrollando un sistema de transectas tipo zig-zag en el sentido este-oeste con una separación entre transecta de 60 mn, cada transecta estaba compuesta por 9 segmentos (Fig. 4).

La ecoprospección se efectuó con los equipos acústicos de las embarcaciones, se registró en forma continua la información del ecosonda, discretizándose cada diez minutos.

- b) En la **fase cuantificación** participó el B/I Abate Molina y se empleó el método descrito en párrafo 7.2.1.b. Las zonas a evaluar se seleccionaron de aquellas detectadas e informadas como de densidad por las embarcaciones exploradoras. Previamente el B/I Abate Molina efectuó entre la costa y las 200 mn, una grilla tipo zig-zag conformada por 3 transectos, con vértices en la



costa en las latitudes 36° L.S. y 40° L.S. y con vértices en las 200 mn en las latitudes 38°00' L.S. y 42°00' L.S. (Fig. 4).

Las zonas o focos evaluados por el B/I Abate Molina fueron 9, donde 8 focos estuvieron ubicados fuera de las aguas jurisdiccionales. Los focos evaluados se prospectaron mediante grillas con transectas paralelas entre sí. En la figura 5 se muestra la localización de los lances de pesca.

#### **7.2.2.2 Lances de pesca en crucero 9803**

Los barcos exploradores efectuaron 8 lances de pesca, 7 de los cuales fueron efectuados con el empleo de red de cerco y 1 lance se realizó con la utilización de red de arrastre de mediagua. Solamente en 5 lances se obtuvieron capturas, pero con muy bajos niveles, que apenas permitieron efectuar un muestreo biológico, por lo que no se realizó desembarques de las capturas.

En la figura 5 se muestra la localización de los lances de pesca. Estos se efectuaron en el B/I Abate Molina con el empleo de una red de mediagua, se realizaron 17 lances, 7 en el sector entre la costa y las 200 mn y 10 lances en el sector oceánico (Tabla 3). Los lances de pesca se realizaron en las zonas que mostraron indicios de presencia del recurso jurel.

#### **7.2.3. Crucero 9807**

##### **7.2.3.1 Ecoprospección y ecointegración**

El área de prospección está comprendida entre las latitudes 34°00' y 44°00' L.S., desde las 4 a 400 mn medidas desde la costa hacia el oeste, con exclusión del



área reservada a la pesca artesanal (Tabla 4). La superficie muestreada fue de 237.600 mn<sup>2</sup>.

En la prospección participaron 10 embarcaciones de la flota dedicadas a la captura del jurel de la VIII región, asignándose a cada una de ellas un sector de 396 mn en longitud y 60 mn en latitud, desarrollando un sistema de transecta tipo zig-zag en el sentido este-oeste con una separación entre transecta de 60 mn, cada transecta estaba compuesta de 9 segmentos.

#### **7.2.3.2 Lances de pesca en crucero 9807**

Los barcos exploradores efectuaron 39 lances de pesca efectuados con red de cerco, en 38 de los cuales se obtuvo captura de jurel (Fig. 6)

### **7.3 Colecta de información biológica y oceanográfica**

#### **7.3.1 Información planctónica en crucero 9711**

El diseño de muestreo consideró la realización de 82 estaciones de muestreo planctónico al interior del área de estudio, que abarcó desde los 36°00' L.S. hasta los 40°00' de latitud Sur. El límite oeste del área de estudio estuvo delimitado desde las 100 a las 500 mn desde la costa (Fig. 7).

Las muestras planctónicas fueron colectadas considerando un diseño de muestreo regular, ésto es, mediante la realización de 9 transectas de estaciones perpendiculares a la costa, a bordo de 4 embarcaciones de la flota industrial regional, adecuadas para desarrollar actividades bio-oceanográficas (Tabla 2).



Además, en las zonas de núcleos de concentración del recurso, se realizaron 16 estaciones de muestreo planctónico a bordo del B/I "Abate Molina".

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas a partir de lances verticales efectuados en los vértices superiores de las trayectorias de las embarcaciones industriales (Fig. 1), entre el estrato comprendido entre la superficie y los 100 m de profundidad. Los arrastres verticales fueron realizados con redes WP2 de 0,65 m de diámetro de boca, equipadas con mallas de 300  $\mu$ , considerando diferentes horas del día (muestras diurnas y nocturnas) y una velocidad de arrastre que fluctuó entre los 0,5 y 1 m/s.

Las muestras planctónicas fueron fijadas con una solución de formalina al 5% en agua de mar, tamponada con bórax, inmediatamente después de ser extraídas del copo colector de la red, fueron almacenadas en frascos plásticos de 0,5 l cada uno, provistos de tapa y contratapa, debidamente etiquetados.

Durante la ejecución de cada lance se registraron los siguientes datos básicos :

- número de estación,
- fecha y hora,
- duración del lance y posición,
- información climática de carácter complementario.

El procesamiento de las muestras planctónicas contempló la extracción desde los frascos de todos los estados tempranos del desarrollo de peces (huevos y larvas), poniendo especial énfasis en huevos y estados larvales de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*).



La identificación se realizó al nivel taxonómico más bajo posible, con la ayuda de estereomicroscopios Zeiss. La identificación de los huevos y larvas de peces recolectados durante el crucero se complementó con las descripciones realizadas por Alhstrom y Counts (1958), Santander y de Castillo (1969, 1979), Moser y Alhstrom (1970), Balbontín y Orellana (1983), Fahay (1983), Moser (1984).

Los resultados de la identificación fueron estandarizados a huevos y/o larvas<sup>2</sup> /10 m<sup>2</sup>, según el volumen de agua filtrado por la red (Smith y Richardson, 1979).

### **7.3.2 Perfiles verticales de datos oceanográficos en crucero 9711**

En las 16 estaciones de muestreo planctónico realizadas por el BI "Abate Molina", se contó con perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad, densidad (sigma-t) y oxígeno disuelto (ml/l) mediante un CTDO marca NEIL BROWN, modelo Mark III adosado a un muestreador tipo roseta GENERAL OCEANICS equipado con 12 botellas Niskin de 5 l de capacidad y termómetros de inversión. En cada una de estas estaciones se colectó agua de mar a las profundidades de 0, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 y 600 m como profundidad máxima, para la cuantificación de la concentración de oxígeno disuelto (método de Winkler, Parsons *et al.*, 1984). Ocasionalmente se tomaron muestras de agua de mar para el análisis de salinidad y se registró la temperatura con termómetros de inversión, con el propósito de corroborar el buen funcionamiento de los sensores de temperatura y conductividad del CTD.

Con los datos obtenidos en cada una de las estaciones oceanográficas, se calculó la densidad del agua de mar, utilizando la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero y Poisson, 1981 ; UNESCO, 1981a, 1981b) y se



construyeron perfiles verticales continuos de temperatura, salinidad y densidad para cada una de las estaciones. Además, para cada una de las estaciones oceanográficas, se identificaron las principales estructuras oceanográficas verticales como la profundidad base de la termoclina (m), profundidad de la capa de mezcla (m), máximo gradiente térmico ( $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ). Con el propósito de identificar las masas de agua presentes en el área de estudio, se generaron diagramas TS en todas las estaciones con la información oceanográfica vertical.

### **7.3.3 Distribución de la temperatura superficial del mar en cruceros 9711, 9803 y 9807**

En el crucero 9711, con el objeto de determinar la distribución espacial de la temperatura superficial del mar (TSM) en toda el área de estudio, en cada una de las cuatro embarcaciones pesqueras a lo largo de todo el trayecto de prospección se realizaron los registros de TSM cada una hora. En total, se registraron los valores de TSM en los 460 puntos (Tabla 2). La distribución espacial de estas estaciones muestra la figura 8.

En los cruceros 9803 y 9807, en cada embarcación de la flota industrial, se registró información de TSM cada 1 hora. Además se recopiló información de TSM provenientes del sensor AVHRR del satélite NOAA.

### **7.3.4 Muestras biológicas**

Los lances de pesca que efectuaron las embarcaciones pesqueras, fueron realizados solamente en las zonas que mostraron indicios de presencia del recurso jurel. De los lances se obtuvieron las muestras para determinar frecuencia de



tamaño, proporción sexual y recolección de estómagos para análisis de contenido estomacal. Cabe señalar que el nivel de las capturas fue bajo y se obtuvo un escaso número de ejemplares a muestrear en los cruceros 9711 y 9803. Mientras que en el crucero 9807 sólo se obtuvieron muestras para determinar la frecuencia de tamaño.

A partir de las variables biológicas observadas, se estimaron los siguientes parámetros:

#### 7.3.4.1 Relación longitud-peso y estado de condición

Se determinó la relación longitud-peso de ejemplares de jurel provenientes de las capturas realizadas a bordo de las embarcaciones pesqueras, así como de las capturas efectuadas por el B/I "Abate Molina". Los datos individuales de peso fueron relacionados con la correspondiente longitud horquilla mediante la siguiente ecuación:

$$PT = a \cdot LH^b$$

donde: LH es la longitud horquilla (cm); PT es el peso total (g), y los parámetros "a" y "b" fueron estimados por medio de ajustes no-lineales. Estos parámetros fueron estimados con el objeto de determinar el peso promedio a cada talla (edad) de *Trachurus symmetricus murphyi*, de este modo se facilita la conversión de unidades de peso a número y de número a peso de la captura, según corresponda.

Además, se verificaron las diferencias en el parámetro "b" con respecto del valor  $b=3$ , homologable al crecimiento de tipo isométrico, mediante el test-t de Student.



El estado de condición de los ejemplares colectados fue determinado por medio de la siguiente expresión:

$$k = \frac{PT}{LH^3} \cdot 100$$

donde, k representa el factor de condición él que entrega información relativa a la proporcionalidad existente entre el incremento en peso de los ejemplares de jurel respecto de su incremento en longitud.

#### **7.3.4.2 Contenido estomacal**

Las muestras se obtuvieron durante los meses de noviembre de 1997 y marzo de 1998 en embarcaciones pesqueras de la Octava Región y el B/I "Abate Molina". Se recolectó estómagos de individuos del sector oceánico a bordo de cada embarcación; mientras que las muestras costeras provinieron de la línea de descarga de las empresas del puerto de San Vicente.

Los estómagos de jurel fueron obtenidos a partir de muestreos biológicos realizados sobre individuos recolectados en lances de pesca, considerando diferentes horas del día. Los lances de pesca fueron realizados con red de media agua y cerco.

Los estómagos fueron extraídos, etiquetados y luego congelados o fijados en formalina (al 10%), previa medición del peso total (kg) y longitud horquilla (LH, cm) del individuo. Estos se analizaron posteriormente en el laboratorio, diferenciando las presas al nivel taxonómico más bajo posible y según su estado de digestión.



- **Análisis de la información**

El análisis de los resultados obtenidos a partir de la observación de los estómagos, se dificultó debido al bajo número de individuos recolectados y por consiguiente la imposibilidad de realizar cálculos de mayor peso, como es el caso de las determinaciones de importancia relativa de las presas y de selectividad, principalmente para marzo de 1998. La data recolectada en noviembre de 1997 fue más extensa y por lo tanto permitió un mayor número de análisis.

Dentro de los análisis considerados, se utilizaron los métodos gravimétrico, numérico y de frecuencia de aparición (Hynes, 1950). Para los análisis posteriores se construyeron grupos artificiales de rangos de tallas a intervalos de 5 cm de longitud horquilla, a excepción de los grupos de tamaño extremos (Tabla 5).

- **Importancia de las presas**

La importancia de cada taxón presa en la dieta de jurel se determinó mediante el Índice de Importancia Relativa (IIR) de Pinkas *et al.* (1971, modificado *fide* Hyslop, 1980), este índice relaciona el número (N), peso (P) y frecuencia de ocurrencia del taxón presa *i*, según la siguiente expresión.

$$IIR = \text{Log}[(N\% + P\%) * F\% + 1]$$

donde: N es el número de presas de cada taxón de presa en los estómagos de *Trachurus symmetricus murphyi*; P es el peso, F es la frecuencia de aparición; tanto N como P y F son expresados porcentualmente.



- **Similitud trófica**

La similitud trófica se determinó mediante el índice de Bray-Curtis (Bloom, 1981), de acuerdo a:

$$IST = \frac{2 \sum_{i=1}^n \min(x_{i,j}, x_{k,j})}{\sum_{i=1}^n (x_{i,j} + x_{k,j})}$$

donde:  $x_{ij}$  es la aparición del j-ésimo taxón de presa en el i-ésimo grupo de tamaño del jurel;  $x_{kj}$  es la aparición del mismo taxón de presa en el k-ésimo grupo de tamaño del jurel.

#### **7.4 Determinación la condición reproductiva del jurel en la zona de alta mar adyacente a la ZEE de Chile central.**

La metodología propuesta para el cumplimiento del objetivo específico 2.4 comprendió las siguientes actividades principales:

- a) Sexo de cada ejemplar y proporción sexual (machos y hembras) por cada lance (muestra) de pesca;
- b) Estados de madurez sexual de hembras;
- c) Índice gonadosomático de hembras;
- d) Longitud horquilla de la primera madurez sexual.



#### **7.4.1 La proporción sexual y estado de madurez de las hembras**

A cada ejemplar se le determinó el sexo a través de la observación directa de las gónadas y la madurez sexual mediante criterios macroscópicos (tamaño, forma, color etc.), clasificando la observación de acuerdo a la escala de madurez de hembras de jurel (Andrianov, 1994), (Anexo 1). Posteriormente se realizó un análisis comparativo de este parámetro respecto:

- a) de la distribución espacial de los lances de pesca en el área de prospección;
- b) de la profundidad de los lances de pesca o de la ubicación vertical de las agregaciones del jurel;
- c) de los lances de pesca obtenidos durante el día o la noche;
- d) de los diferentes grupos de tamaño de los peces analizados.

Por otra parte, durante el período de prospección no se pudo realizar, como se había programado, un muestreo en forma más intensa de los registros de estados de madurez de hembras del jurel de los desembarques en los puertos de la Octava Región, debido a la baja actividad pesquera realizada por la flota.

#### **7.4.2 Índice gonadosomático**

Este fue determinado a partir de los individuos seleccionados para el muestreo biológico de cada lance de pesca. Para estos efectos, se determinó tanto el peso total y eviscerado de los ejemplares y el peso de la gónada según la siguiente expresión:



$$\hat{R}(IGS) = \frac{\sum_{i=1}^n W G_j}{\sum_{i=1}^n W_j}$$

donde:

- Wg<sub>j</sub> : es el peso de la gónada del ejemplar j
- W<sub>j</sub> : es el peso eviscerado del ejemplar j
- n : es la muestra de ejemplares

En consecuencia, posteriormente a la captura de jurel, 200 peces fueron seleccionados al azar de la captura total, y fueron medidos en su longitud horquilla (LH), sexados y pesados. Además, se determinó el estado de madurez sexual en la fracción de hembras que se obtuvieron de esta muestra total.

La medición y el peso de los ejemplares fueron realizadas a bordo de las embarcaciones, mediante ictiómetros y balanzas de contrapeso.

La información de longitud, peso y sexo, por cada lance de pesca y por cada embarcación, fue almacenada en una base de datos *ad hoc*, para la posterior construcción de la distribución de frecuencias de tallas, por lance de pesca y para el total del área de estudio.





## **8. RESULTADOS**

### **8.1 Hidroacústica**

#### **8.1.1 Crucero 9711 (noviembre 1997)**

##### **8.1.1.1 Distribución espacial de las agregaciones de jurel y su abundancia relativa**

###### **a) Fase exploratoria**

En la fase exploratoria del crucero 9711 realizado con las embarcaciones pesqueras, se efectuó en total de 3.433 ubm, de los cuales en 548 ubm se detectó la presencia del recurso jurel, con un índice de cobertura (IC) que indica la relación entre el número de ubm positivas respecto a las ubm totales de 15,99 % para todo el crucero (Tabla 6).

Los ecotrazos se clasificaron como: malos, regular y bueno. De acuerdo a esta clasificación la clase mala presenta el mayor índice de cobertura 13,11%, mientras que la clase buena alcanza sólo el 0,58 %.

Con respecto a los tipos de agregación, categorizados en cardúmenes, estrato, disperso e individual, el grupo cardúmenes alcanzó anotó IC de sólo 0,86 %, en tanto que el grupo disperso e individual en conjunto un IC de 8,40 % y los estratos de 6,74 (Tabla 6). Considerando que los tipos de agregaciones susceptibles a ser capturados, por redes de cerco y de mediagua, son: i) las buenas que pertenezcan a las clases tipo cardumen y estratos y ii) las regulares



del tipo cardumen. En conjunto presentan un IC de sólo 0,9%. Lo anterior señala que en menos de un 1% del área prospectada existió disponibilidad del jurel.

En la figura 9 se muestra la distribución de la presencia de jurel obtenida en la fase exploratoria. El recurso se encuentra distribuido preferentemente entre la latitud 36° y 37°30' L.S., desde las 120 mn de la costa hasta las 300 mn, al sur y al oeste de esta zona la presencia de jurel es ocasional, con la excepción de una área entre el 39°30' L.S. hasta 40°00' L.S. desde las 180 mn de la costa hasta las 300 mn.

#### **b) Fase de cuantificación**

En la fase de cuantificación realizada con el B/I Abate Molina se prospectaron 11 focos o áreas de abundancia de jurel, éstos fueron determinados con la información proveniente de los barcos exploradores. Se efectuaron en total 882 ubm de las cuales 640 fueron positivas.

#### **8.1.1.2 Morfología de las agregaciones**

##### **a) Fase exploratoria**

- **Profundidad**

En la figura 10 se muestra la distribución batimétrica del jurel por cada tipo de clase de agregaciones (mala, regular y buena), donde se aprecia que su distribución varía entre 9 m a 280 m de profundidad, con una promedio de 135,4 m ( $\pm 46,8$  m) y una profundidad promedio máxima de 149 m ( $\pm 49$  m).



Se observó además, que el jurel se distribuyó en profundidades más cerca de la superficie durante la noche, mientras que durante el período de luz diurna, éste se encontró en profundidades promedio cercanas a los 150 m, formando preferentemente agregaciones catalogadas como malas y regulares.

- **Distribución batimétrica en ciclo de 24 horas**

En la figura 11 se presentan las distribuciones horarias y por profundidad de los tipos y clase de ecotrazos. Se observa que la clase **mala** se presentó para los cuatro tipos de ecotrazos durante el ciclo de 24 horas entre profundidades de 5 a 250 m. La clase **regular** estuvo presente para los cuatro tipos de ecotrazos entre las 9:00 y 21:00 horas en profundidades entre los 40 y 240 m, además para los cardúmenes y los estratos se encontraron entre las 2:00 y 4:00 horas en profundidades entre los 10 y 30 m. Por su parte la clase **buena** se presentó para los tipos de agregación cardumen y estrato entre las 14:00 y 18:00 horas en profundidades de 95 a 280 m, además se presentó para la agregación catalogada como estrato entre las 2:00 a las 4:00 horas en profundidad de 20 a 38 m.

## **b) Fase de cuantificación**

En la fase de cuantificación con el B/I Abate Molina de las 640 ubm positivas, el 27,32% de las ubm presentaron ecotrazos catalogados tipo cardumen, el 16,10 % categorizados como estratos, el 0,49 % clasificados como disperso y el 56,10 % como individual (Tabla 7).



- **Profundidad**

Entre las 7:00 y las 21:00 horas el jurel se distribuyó en la columna de agua entre los 60 y 209 m de profundidad con un promedio de 137,74 m ( $\pm 30,09$  m), a las 22:00 horas se encontró la presencia de cardúmenes en la superficie (Fig. 12). Las profundidades promedio para los diferentes tipos de agregaciones no difirieron significativamente, éstas fueron 132,2 m para los cardúmenes, 118,5 m para los estratos, 148,0 m para disperso y 152,8 m para las individuales (Fig. 14, Tabla 7).

La participación porcentual de las agregaciones tipo cardúmenes y estrato que se encontraron desde la superficie hasta 100 m de profundidad fue de sólo un 8,78%. Estos resultados indicaron que en el área de concentración del recurso la presencia de agregaciones susceptibles a ser capturadas por redes de cerco era baja.

- **Ancho**

El ancho promedio de las agregaciones fue de 79,5 m ( $\pm 160,98$  m), la alta variabilidad de esta medición la aportó la agregación tipo estrato donde el rango varió entre 41 y 857 m de ancho (Fig. 12). El ancho promedio fue de 31,3 m para los cardúmenes con un rango de 8 a 140 m (Fig.14; Tabla 7).

- **Alto**

Las agregaciones presentaron un alto promedio de 5,70 m ( $\pm 2,67$  m), el cardumen fue el tipo de agregación que presentó la mayor altura con 6,5 m y



alcanzó un alto de 20 m a las 22:00 horas, mientras que los estratos tuvieron en promedio sólo 5,9 m y los individuales 5,3 m (Fig. 13 y 14; Tabla 7).

- **Abundancia de las agregaciones**

La abundancia de las agregaciones se midieron en Sa y se expresaron en  $t/mn^2$ . Los Sa promedio son iguales a 228,2 que equivalen a 29,12  $t/mn^2$ . La abundancia relativa más alta la presentaron los estratos con 91,31  $t/mn^2$  (Tabla 7).

En la figura 12 se observó que la abundancia más alta se presentó entre las 11:00 y las 16:00 horas con valores que alcanzaron los 204  $t/mn^2$  (1600 Sa) a las 12:00 en agregaciones tipo estrato, donde la abundancia promedio fue igual a 91,32  $t/mn^2$  (715,64 Sa). Para las agregaciones tipo individual los Sa fueron muy bajos alcanzando en promedio sólo 5,73  $t/mn^2$  (44,95 Sa).

Al finalizar el ocaso, las ubm presentaron entre 63,8 y 102  $t/mn^2$  (500 y 800 Sa) preferentemente en agregaciones tipificadas como cardumen y estrato (Fig. 13), en ese horario se realizaron lances de pesca exitosos pero con bajos niveles de captura porque los valores de Sa encontrados en la fase crucero de cuantificación fueron bajos.



## 8.1.2 Crucero 9803

### 8.1.2.1 Distribución espacial de las agregaciones de jurel y su abundancia relativa

#### a) Fase exploratoria

En la fase exploratoria se efectuaron 2.765 ubm (éstas eran de 10 minutos, más grande que en el crucero 9711 donde eran de 6 minutos), donde sólo en 241 ubm se detectó presencia de jurel, con un índice de cobertura de 8,7% para todo el crucero (Tabla 8).

La agregación tipo cardumen alcanzó un IC de sólo 0,47 %, en tanto que la tipo estratos obtuvo el 2,90 %, las tipo disperso e individual en conjunto lograron un IC de 5,35 % (Tabla 8). Estos valores son inferiores en casi un 50 % a los obtenidos en el crucero de noviembre de 1997 (Tabla 6).

Respecto a las agregaciones susceptibles a ser capturadas por redes de cerco y de mediagua, se aplicó el mismo criterio aplicado en el crucero anterior, obteniéndose un IC de sólo 0,33 %. Lo anterior señala que sólo en esa superficie del área prospectada existió disponibilidad del jurel, este valor es inferior al alcanzado en el mes de noviembre de 1997 que era 0,9 %.

En la figura 15 se muestra la distribución de la presencia del jurel obtenida en el crucero exploratorio de marzo de 1998. La distribución del recurso se proyecta hacia el oeste en la zona norte del área de estudio (entre las latitudes 36° y 37°30' L.S.) desde las 230 mn y 460 mn hasta casi las 600 mn y en el área sur (entre las latitudes 41° a 43° L.S.) desde las 200 mn hasta las 530 mn.



## **b) Fase de cuantificación**

En la fase de cuantificación se prospectaron 9 focos o áreas de abundancia de jurel, 8 ubicados fuera de las aguas jurisdiccionales. Se efectuaron en total 888 ubm de las cuales 643 fueron positivas.

### **8.1.2.2 Morfología de las agregaciones**

#### **a) Fase exploratoria**

- **Profundidad**

En la figura 16 se muestra la distribución batimétrica del jurel por cada tipo de clase de agregaciones (mala, regular y buena), donde se aprecia que su distribución varía entre 12 m a 300 m de profundidad, con una promedio de 85,5 m ( $\pm 52,1$  m).

Al igual que en el crucero anterior, se observó que el jurel se distribuyó en profundidades más cerca de la superficie durante la noche, mientras que durante el período de luz diurna está más profundo. La categoría mala se presentó a una profundidad promedio de 86,2 m, la regular a 91,7 m de profundidad media y la categoría buena a sólo 18,8 m.

- **Distribución batimétrica en ciclo de 24 horas**

En la figura 17 se presentan las distribuciones horarias y por profundidad de los tipos y clase de ecotrazos.



Se observa que la clase mala se presentó para los cuatro tipos de ecotrazos durante el ciclo de 24 horas entre profundidades de 12 a 300 m; la categoría cardumen es más superficial, está sólo entre los 15 y 25 m de profundidad y no se presenta entre las 11:00 am y las 21:00 pm, mientras que las otras categorías se distribuyen ampliamente en la columna de agua y durante el ciclo de 24 horas tendiendo a profundizarse durante el día (Fig. 17).

La clase regular estuvo presente para tres tipos de ecotrazos (cardumen, estrato y disperso) entre las 5:00 y 22:00 horas en profundidades entre los 12 y 260 m, los cardúmenes y los estratos se encontraron preferentemente entre las 11:00 y las 22:00 horas. Por su parte, la clase buena se presentó sólo en dos oportunidades una para la agregación tipo cardumen y otra para la tipo estrato entre las 20:00 y 19:00 horas respectivamente, cerca de la superficie en profundidades promedio de sólo 20 y 30 m (Fig. 17).

## **b) Fase de cuantificación**

En la fase cuantificación con el B/I Abate Molina de las 643 ubm positivas. En el 9,23 % de las ubm se presentaron cardúmenes, en el 39,07 % estratos, en el 36,90 % disperso y en el 14,81 % individual (Tabla 9).

### **• Profundidad**

Durante el ciclo de las 24 horas, el jurel estuvo presente en la columna de agua, entre los 3 y 215 m con una profundidad promedio de 74,3 m ( $\pm 48,4$  m), entre las 20:00 y a las 4:00 horas el jurel se encontró en la superficie (Fig. 18). Las profundidades promedio para los diferentes tipos de agregaciones fueron menos



profundas que en el crucero de noviembre de 1997 (Fig. 14). Para los cardúmenes ésta fue 60,7 m, los estratos 78,4 m, los dispersos 72,5 m y los individuales 76,5 m (Fig. 20; Tabla 9).

La participación porcentual de las agregaciones tipo cardúmenes y estrato que se encontraron desde la superficie hasta 100 m de profundidad fue de un 59,45%, este valor es superior al encontrado en el crucero de noviembre de 1997, que fue de sólo 8,78%. Estos resultados indicaron que en el área de concentración del recurso la presencia de agregaciones vulnerables a las redes de cerco era más alta que en el crucero de fines de verano.

- **Ancho**

El ancho promedio de las agregaciones fue de 48,2 m con ( $\pm 45,5$  m), (Fig. 18), estos valores son un 50 % más bajos que en el crucero de noviembre de (Fig. 12). El ancho promedio fue de 59,9 m para los cardúmenes (Fig. 20; Tabla 9).

- **Alto**

Las agregaciones presentaron un alto promedio de 15,5 m con ( $\pm 14,0$  m), el estrato y el disperso fueron los tipos de agregaciones que presentaron la mayor altura con 15,7 m y 20,7 m, respectivamente (Fig. 19), mientras que los cardúmenes tuvieron en promedio sólo 9 m de alto (Fig. 19 y 20).

- **Abundancia de las agregaciones**

La abundancia de las agregaciones se midieron en Sa y se expresaron en  $t/mn^2$ . Los Sa promedio alcanzaron 882,3 que equivale a  $153,01 t/mn^2$ , a diferencia del



crucero anterior, los cardúmenes fueron el tipo de agregaciones que obtuvo el más alto valor con 153,01 t/mn<sup>2</sup> (Tabla 9).

En la figura 19 se observa que la abundancia más alta, se presentó entre las 4:00 y las 18:00 horas con valores que alcanzaron los 4463 t/mn<sup>2</sup> (35000 Sa), las más altas abundancias se obtienen en las agregaciones tipo estrato, donde la abundancia promedio fue de 319,7 t/mn<sup>2</sup> (2512 Sa). Para las agregaciones tipo individual los Sa fueron muy bajos alcanzando en promedio sólo 10,1 t/mn<sup>2</sup> (97,9 Sa).

Al finalizar el ocaso las ubm presentaron preferentemente agregaciones tipificadas como cardumen y estrato (Fig.19), en ese horario se realizaron lances de pesca exitosos pero con bajos niveles de captura porque los valores de Sa encontrados en la fase crucero de cuantificación fueron bajos.

### **8.1.3 Crucero 9807 (julio 1998)**

#### **8.1.3.1 Distribución espacial de las agregaciones de jurel y su abundancia relativa**

##### **a) Fase exploratoria**

En la fase exploratoria del crucero 9807, se efectuaron 2.896 ubm, donde en 430 ubm se detectó la presencia de recurso jurel, con un índice de cobertura (IC) de 14,84 % para todo el crucero (Tabla 10).

Los ecotrazos se clasificaron como: malos, regular y bueno. De acuerdo a esta clasificación la clase mala presenta el mayor índice de cobertura 12,63%, mientras que la clase buena alcanza sólo el 0,52 %.



Con respecto a los tipos de agregación, categorizados en cardúmenes, estrato, disperso e individual, el grupo cardúmenes alcanzó un IC de sólo 1,79 %, en tanto que el grupo estratos alcanzó un IC de 5,42%, disperso e individual en conjunto alcanzaron un IC de 7,63 %. Considerando que los tipos de agregaciones susceptibles a ser capturados, por redes de cerco y de mediagua, son: i) las buenas que pertenezcan a las clases tipo cardumen y estratos y ii) las regulares del tipo cardumen. En conjunto presentan un IC de sólo 0,9%. Lo anterior señala que, al igual que en el crucero anterior, en menos de un 1% del área prospectada existió disponibilidad del jurel.

En el crucero de invierno de 1998 de ecoprospección con embarcaciones de la flota, el jurel se encontraba preferentemente entre las latitudes 37°00' y 41°00', con una mayor preferencia entre las latitudes 38°00' y 41°00' en esta área en sentido longitudinal el recurso se encontraba distribuido desde la costa hasta el meridiano 82°00' (Fig. 21). Además, presenta un área de alta concentración en 38°30'L.S. entre los meridianos 82°00' y 83°00', donde se obtuvieron altos niveles de capturas, esta área estaba situada en el límite oeste del área de prospección autorizada.

### **8.1.3.2 Morfología de las agregaciones**

#### **a) Fase exploratoria**

- **Profundidad**

En la figura 22 se muestra la distribución batimétrica del jurel por cada tipo de clase de agregaciones (mala, regular y buena), donde se aprecia que su distribución varía entre 7,5 m a 180 m de profundidad, con una promedio de 72,2 m ( $\pm 31,3$  m).



Al igual que en los cruceros anteriores se observó que el jurel se distribuyó en profundidades más cerca de la superficie durante la noche, mientras que durante el período de luz diurna está más profundo. La categoría mala se presentó a una profundidad promedio de 72,2 m ( $\pm$  31,5 m), la regular a 71,9 m ( $\pm$  33 m) de profundidad media y la categoría buena a 71,37 m ( $\pm$  19m).

- **Distribución batimétrica en ciclo de 24 horas**

En la figura 23 se presentan las distribuciones horarias y por profundidad de los tipos y clase de ecotrazos.

Se observa que la clase mala se presentó para los cuatro tipos de ecotrazos durante el ciclo de 24 horas entre profundidades de 7,5 a 180 m; la categoría disperso es más superficial, está entre los 7,5 y 112,5 m de profundidad. La categoría cardumen se encuentra durante las horas de oscuridad, no se presenta entre las 9:00 am y 18:00 pm, con la excepción de una presencia a las 14:00 pm de recurso donde el jurel se encuentra en aguas más profundas, mientras que las otras categorías (estrato y disperso) se distribuyen ampliamente en la columna de agua y durante el ciclo de 24 horas tendiendo a profundizarse durante el día (Fig. 23).

La clase regular estuvo presente para los cuatro tipos de ecotrazos (cardumen, estrato, disperso e individual), la presencia de disperso e individual es escasa. Los cardúmenes y los estratos se encontraron a una profundidad promedio de 65 m ( $\pm$  36) y 70 m ( $\pm$  30 m), respectivamente. Por su parte, la clase buena se presentó sólo a cardúmenes y estratos, los cardúmenes se presentaron en las horas de oscuridad, entre las 19:00 pm y las 7:00 am a una profundidad promedio de 61 m



( $\pm 15,6$  m) y los estratos se presentaron sólo a las 16:00 pm con una profundidad promedio de 72,5 m ( $\pm 17,7$  m) (Fig. 23).

#### **8.1.4 Estructura de las agregaciones y abundancia**

##### **a) Autocorrelación**

En cada crucero y para cada foco se estimó el índice de autocorrelación por transecta, a partir de los cuales se construyeron los respectivos correlogramas.

En el crucero 9711 se encontraron 9 focos, en 6 se encontraron macroestructuras, pero sólo 3 son significativas, el tamaño de la primera macroestructura presentó un rango entre 0,5 a 3,0 mn, mientras que la segunda fluctuó entre 1,5 y 5,5 mn (Tabla 11).

En el crucero 9803 se detectaron 11 focos, en 7 se presentaron macroestructuras, pero sólo 4 son significativas, el tamaño de la primera macroestructura presentó un rango entre 0,5 a 3,0 mn, fluctuando la segunda entre 3,5 y 4,0 mn (Tabla 11).

##### **b) Variograma de las distribuciones de jurel**

El variograma experimental isotrópico se estimó para conocer la función estructural de cada crucero, con los focos considerados en su conjunto. Para el cálculo se definieron los límites de la zona de distribución del jurel.



Al crucero 9711 se ajusta un modelo exponencial que no pasa por el origen con una estructura a las 3 mn, el modelo explica el 95,9 % de la varianza y el efecto pepita explica sólo el 4,1 % (Fig. 24a).

Para el crucero 9803 se ajusta un modelo esférico que no pasa por el origen presenta un 4,8 de efecto pepita y presenta una estructura a las 2 mn que explica la varianza (Fig. 24 b).

### **c) Abundancia**

Debido a la distribución del jurel en el área de estudio, a sus bajos índices de cobertura, a la concentración del recurso en pequeños focos, no fue calculada la biomasa, ya que con ésto no se pueden obtener resultados consistentes. Sin embargo se estimaron los índices de abundancia relativa que se muestran en las tablas 7 y 9.

## **8.2 Estructura de talla del jurel**

### **8.2.1 Estructura de tamaños y proporción sexual del jurel**

#### **8.2.1.1 Noviembre 1997**

En noviembre de 1997, en general, producto de la distribución muy dispersa del recurso jurel en el área de estudio, de las 4 embarcaciones pesqueras solamente una embarcación, obtuvo un lance de pesca exitoso con jurel (120 toneladas) en la fase exploradora I. Este fue hecho el día 22 de noviembre en el sector extremo este de esta área, en 37°28' L.S. y 75°30' L.W. De los 15 lances de pesca



realizados por el B/I "Abate Molina" (fase cuantificación), los ejemplares del jurel se encontraron en 12 lances. En la zona de operación de la flota, entre los días 26 y 30 de noviembre (fase exploratoria II), el jurel fue capturado solamente en 5 lances, en el sector entre los 35°59'-36°32' L.S. y 73°22'-73°32' L.W.

De la distribución espacial de los lances de pesca del jurel durante el período de estudio es posible definir tres zonas de agrupación de estos lances, circunscritas a las siguientes regiones: zona 1 - en 37°20' L.S. y 80°20' L.W.; zona 2 - en 37°20' L.S. y 75°50' L.W.; zona 3 - en 36°20' L.S. y 73°25' L.W. (Fig. 25).

Debido a la escasa presencia de ejemplares de jurel en los lances de pesca, durante toda la prospección se realizaron mediciones de tamaños de jurel en 631 ejemplares obtenidos a bordo de las embarcaciones pesqueras (zonas 2 y 3) y de 659 ejemplares provenientes de capturas del B/I "Abate Molina" (zonas 1 y 2).

En general, el tamaño de los ejemplares de jurel fluctuó entre los 16 y 54 cm de longitud horquilla (LH) con una proporción sexual dominada levemente por los machos (55% de machos y 45% de hembra). Se observó, además, una diferencia muy marcada en la distribución de las frecuencias de tamaños de esta especie entre las zonas de pesca determinadas, especialmente entre las zonas oceánicas (zonas 1 y 2) y la zona costera (zona 3).

En la zona 1 (37°18'-37°35'L.S., 79°10'-80°50'L.W.) donde el B/I "Abate Molina" realizó 7 lances de pesca (N = 248 ejemplares), el tamaño de los ejemplares de jurel fluctuó entre los 20 y 54 cm de LH, con un claro predominio de los peces hasta los 26 cm y una moda principal de 23 cm para las hembras y de 24 cm para los machos. El tamaño promedio de los machos fue igual a 23,94 cm LH y para



las hembras de 23,38 cm LH. La proporción sexual de los machos y hembras en esta zona fue prácticamente igual a 1 (machos: 50,81% y hembras: 49,19%).

En la zona 2 (37°08' - 37°30' L.S., 75°50' - 77°25' L.W.) donde el B/I "Abate Molina" realizó 4 lances de pesca (N = 411 ejemplares), el tamaño de los ejemplares de jurel fluctuó entre los 16 y 27 cm de LH), presentando 2 clases modales, 18 y 22 cm de LH, con una LH promedio de 20,16 cm para los machos y de 21,58 cm para las hembras. En esta zona se observó un leve predominio de machos por encima de las hembras (machos = 53,04% y hembras = 46,96%).

A diferencia de estos resultados, en el lance de pesca realizado en la misma zona 2 (37°28' L.S., 75°30' L.W.) (fase exploratoria I), el tamaño del jurel fluctuó entre 22 y 30 cm de LH, con una moda de 24 cm y de una LH promedio de 24,64 cm. Sin embargo, la proporción sexual de los machos y hembras fue similar a la registrada por el B/I "Abate Molina", se observó un leve predominio de machos (machos 52,41% y hembras 47,59%).

En la zona 3, ubicada muy próxima a la costa y donde las embarcaciones "Loa-24" y "Loa-25" realizaron 5 lances de pesca con capturas de jurel, se observa claramente la presencia de los peces de mayor tamaño, entre los 27 y 46 cm de LH, con una moda centrada en los 33 cm y una talla promedio igual a 33,99 cm de LH. Se observó un leve predominio de los machos (machos 57,98% y hembras 42,02%).

En la figura 28 se muestra la proporción sexual de jurel por tamaños en las zonas 2 y 3 en el mes de noviembre de 1997.



### 8.2.1.2 Marzo de 1998

La distribución de tallas de los individuos capturados en el sector oceánico muestra un rango de tallas de 7,5 a 16 cm, con una moda principal de 8 cm de LH y dos secundarias en 9 y 13,5 cm de LH. En cambio el sector costero presentó un rango de tallas mayor fluctuando entre los 21 y 31 cm de longitud de horquilla, con una moda principal de 23 cm de LH y dos secundarias. En la figura 26 se muestran las zonas de distribución del jurel durante el crucero del mes de marzo de 1998.

### 8.2.1.3 Julio de 1998

En el muestreo biológico se midieron 8339 ejemplares de jurel, en la figura 27 se muestra los niveles de captura por lances. El área de prospección se dividió en costera y oceánica, siendo el criterio de asignación la longitud de 76°00' W.

En la figura 29 se observa la distribución de frecuencia ponderada de 38 lances de pesca. Los resultados indican que las embarcaciones de la flota capturaron ejemplares con un rango de talla de 20 a 59 cm con dos modas, una principal a 25 cm y otra secundaria a 42 cm con una media de 29 cm; el 41,1% de los ejemplares presentaron una talla inferior a los 26 cm. En el sector costero el rango de talla de los ejemplares capturados es de 20 a 49 cm con una moda de 25 cm y una media de 25,7 cm; el 48,1% de los ejemplares presentaron una talla inferior a los 26 cm (Fig. 29a). En el sector oceánico se capturó ejemplares con un rango de talla entre 20 y 59 cm con dos modas una en 25 cm y otra en 45 cm, con una media de 30,1 cm; el 38,1% de los ejemplares presentaron una talla inferior a los 26 cm (Fig. 29b)



#### **8.2.1.4 Comparación de estructura de tamaños de noviembre de 1997 y marzo y julio de 1998**

Los ejemplares muestreados en 1997 en el sector oceánico, presentaron una distribución de frecuencias de tallas que osciló entre 16,0 y 54,0 cm de longitud horquilla (LH) con una moda de 23,0 cm; en cambio en la zona costera, se observó un rango de tallas entre 21,0 y 52,0 cm de LH, con una moda principal de 24,0 cm. Los ejemplares muestreados durante en la segunda etapa (marzo de 1998) presentaron un rango de tallas de 7,5 a 16,0 cm, con una moda principal de 8,0 cm y dos secundarias en 9,0 y 13,5 cm de LH, indicando una fuerte presencia de reclutas, mientras que en el sector costero se observó un rango de tallas mayor, fluctuando entre 21,0 y 31,0 cm de LH, con una moda principal de 23,0 cm (Fig. 29 a y b).

De la observación de las distribuciones de frecuencias de tallas entre los períodos, se desprende la existencia de una disminución en el tamaño de los ejemplares muestreados durante marzo 1998, siendo más notorio este cambio en los lances de pesca realizados en el sector oceánico (Fig. 29 b)

En resumen los individuos capturados en 1997 presentaron una mayor amplitud en su distribución de las tallas (Fig. 29 c) (Tabla 12).

#### **8.2.2 Relación longitud-peso y estado de condición de los ejemplares de jurel**

Producto de la escasa presencia de jurel, sólo se pudo trabajar con la información generada en el período de prospección de noviembre de 1997, se consideran los



datos de longitud y peso de los ejemplares que fueron agrupados para las 3 zonas de estudio previamente indicadas en la figura 25. Esto permitió comparar y verificar las posibles diferencias en los parámetros de la relación longitud-peso, de los ejemplares existentes en las capturas, en las diferentes regiones pesqueras. A su vez, estos parámetros fueron comparados con los determinados a partir de muestreos biológicos, realizados durante la misma época de estudio, en el desembarque que hubo en la región.

En la figura 30 se presentan los resultados de los ajustes no-lineales obtenidos para las 3 muestras. Los parámetros de la relación longitud-peso de los ejemplares recolectados a bordo del B/I "Abate Molina" en las zonas 1 y 2, no mostraron diferencias significativas (test-t,  $p < 0,05$ ) entre ambas zonas; de tal forma que fueron agrupados en una sola curva de estimación (Fig. 25), en la cual  $a=0,0328$  y  $b=2,6681$ . No se observaron diferencias significativas en los parámetros de la relación longitud-peso (test-t,  $p < 0,05$ ) de esta muestra agrupada con respecto a los parámetros de los peces capturados posteriormente por las embarcaciones pesqueras en la zona costera (Zona 3; figura 30). Tampoco se registraron diferencias con los parámetros obtenidos a partir del muestreo de peces provenientes de la descarga en los puertos regionales (Tabla 13).

De este modo, no se evidenciaron diferencias espaciales (costeros y oceánicos) en los parámetros de la relación longitud-peso. Con respecto a si el parámetro "b" de cada relación difiere de un valor igual a 3, todos los parámetros estimados mostraron ser diferentes significativamente de  $b=3$  (test-t,  $p < 0,01$ ); de este modo, para esa fecha no se verificó que el crecimiento manifieste un comportamiento de tipo isométrico.



Similar al agrupamiento de la información obtenida para la relación longitud-peso, se analizó el estado de condición de los ejemplares de jurel provenientes de las diferentes regiones. Este no mostró mayores diferencias entre las localidades (Fig. 31), obedeciendo a un patrón “normal” en la distribución del factor de condición ( $k$ ) a través de las diferentes tallas. En la figura 31 se aprecia que, en las muestra agrupadas de las zonas 1 y 2 de los ejemplares colectados a bordo del B/I “Abate Molina”, este factor no muestra mayores diferencias entre los 16 y 27 cm LH; variando entre  $k=1$  y 1,5; lo que también se puede observar para las muestras colectadas por las embarcaciones pesqueras en la zona 3 para ejemplares entre 28 y 40 cm LH. La única diferencia, se aprecia en los ejemplares de tallas mayores a 38 cm LH colectados principalmente en la zona 2 por el B/I Abate Molina, los que muestran valores inferiores a  $k=1$ .

### **8.3 Condición reproductiva del jurel**

#### **8.3.1 Estados de madurez sexual de hembras de jurel**

Con el propósito de caracterizar el potencial reproductivo del jurel en el área de estudio, se determinaron los estados de madurez de las hembras de esta especie en cada lance de pesca. Producto de la escasa presencia de ejemplares del jurel en los lances de pesca sólo del mes de noviembre, se realizó un análisis biológico de solamente 83 hembras de los lances de B/I “Abate Molina” y de 368 hembras de los lances de las embarcaciones pesqueras.

La distribución espacial de los ejemplares de jurel por tamaño muestra claramente que en el área principal de la prospección prácticamente no existen diferencias significativas de este parámetro entre los lances de pesca, es decir, se observó un predominio de los peces entre los 16 y 28 cm de LH, con modas principales



centradas entre los 22 y 24 cm de LH. En este sentido, la dinámica de los estados de madurez del jurel se analizaron en conjunto para toda el área oceánica de estudio y se compara con la dinámica de éstos para la zona costera, en noviembre de 1997.

En la región oceánica (zonas 1 y 2), las hembras del jurel de tamaño entre 16 y 28 cm de LH se encontraron en los estados de madurez I a IV (Fig. 32b), con un claro predominio de los peces en el estado de madurez III (54,2%). Del mismo modo, en la región costera (zona 3) las hembras de jurel se presentaron en los estados de madurez II a V (Fig. 32a), también con un claro predominio del estado de madurez III (67,8%). Estos datos muestran que a fines de noviembre de 1997, tanto en las zonas oceánicas como en la zonas costeras ubicadas frente a Chile centro-sur, las hembras del jurel recién se encontraban entrando al período reproductivo, con un 61,7% de las hembras en estado III (Fig. 32c).

Al analizar la dinámica de los estados de madurez de hembras de jurel por tamaños tanto en las zonas oceánica (Fig. 33b), como en la zona costera (Fig. 33a), se observa que el porcentaje de hembras maduras aumenta con la talla. Por ejemplo, en la región oceánica prácticamente el 100% de los peces de tamaños superiores a los 26 cm LH se encontraron en el estado de madurez III y en la zona costera, los peces de tamaños mayores a los 39 cm tenían las gónadas en los estados de madurez III y IV. El espectro general para el período y zona de estudio (costera y oceánica), muestra que la mayor parte de los individuos se presentó en estado III (Fig. 33c), desapareciendo en los individuos mayores a 26 cm con el estado de madurez I.



Además, el análisis de las fluctuaciones del Índice Gonadosomático (IGS) con el tamaño realizado para la región oceánica (Fig. 34) muestra también claramente que las hembras de tamaños superiores a los 25 cm LH entraron a su etapa activa de maduración sexual.

Debido al bajo número y talla de los ejemplares de jurel capturados (Fig. 29) no fue posible realizar este estudio con las muestras recopiladas en el mes de marzo de 1998.

### **8.3.2 Distribución de huevos y larvas de jurel**

En noviembre de 1997, la distribución de huevos y larvas de jurel en el área de estudio es presentada en las figuras 35 a la 38. El análisis de las distribuciones horizontales de huevos de jurel indicó las mayores densidades asociadas al sector norte del área de estudio, sector en que predominaron aguas comparativamente más cálidas (14-16°C) que en el sector sur (> 14°C). Debido a esta distribución espacial en los huevos de jurel, el área de estudio se subdividió operativamente en cuatro sectores, a saber, sector noreste, noroeste, sureste y suroeste (Fig. 7).

Así, en el sector noreste del área de estudio, los huevos de jurel alcanzaron densidades (considerando las estaciones positivas) de casi 200 huevos por 10m<sup>2</sup>, densidad que fue aún mayor en el sector noroeste del área de estudio (307 huevos por 10m<sup>2</sup>), patrón de distribución que se mantiene para los estados larvales de la especie (Tablas 14 y 15).

Al analizar la distribución y la densidad de huevos y larvas de jurel, respecto de los estados de desarrollo de otras especies de peces detectadas en el sector noreste del área de estudio, se calcularon porcentajes de dominancia numérica



mayores al 20%, ésto es 21,92% y 21,76% para huevos y larvas de jurel, respectivamente; siendo en ambos casos la segunda especie dominante en este sector (Tabla 14).

Esta situación varió drásticamente hacia el sector oceánico de la zona norte (sector noroeste, figura 36 y 38), ya que en concordancia con las mayores densidades promedio (en base a estaciones positivas) de huevos y larvas de jurel (307 y 172 por 10m<sup>2</sup>, respectivamente), la dominancia numérica fue alta para la especie, siendo del 78,36% para huevos y de 60,30% para larvas, constituyéndose en la especie dominante (en términos de los estados del desarrollo) del sector noroeste (Tabla 15), resultado que permite pensar en la existencia de una zona de desove importante del recurso en este sector.

Por el contrario, para el sector sur (sector suroeste y sureste), las densidades de huevos y larvas de jurel fueron mucho menores comparadas con la zona norte. Así, cabe destacar que en el sector suroeste, las densidades promedio (para estaciones positivas) de huevos fue de 97 huevos por 10m<sup>2</sup>, densidad muy baja pero que, sin embargo, es igualmente importante en términos del porcentaje de dominancia, en el sector noroeste, constituyéndose en la especie dominante del sector (75,89%). En el sector suroeste no fueron detectadas larvas de jurel (Tabla 16).

De igual manera, las bajas densidades de huevos y larvas de jurel se mantienen en el sector sureste (Tabla 17), constituyéndose en la segunda especie dominante en el sector (34,46 y 9,59%, para huevos y larvas, respectivamente).



Por último, la Tabla 18 presenta la densidad promedio y la dominancia numérica de huevos y larvas de jurel considerando toda el área de estudio. El análisis de esta tabla indica densidades promedio (para estaciones positivas) de 195 y 132 10m<sup>2</sup>, para huevos y larvas de jurel, respectivamente, constituyéndose en la segunda especie dominante para el caso de huevos, con una dominancia de 37,66% (detrás de *Vinciguerría lucetia*) y, la especie que domina el espectro de larvas en el área de estudio con una dominancia numérica de 30,88%.

#### 8.4 Alimentación

Los muestreos de estómagos se realizaron en dos períodos; el primero comprendido entre el 20 y 30 de noviembre de 1997, y el segundo entre el 16 y 29 de marzo de 1998. Durante el primer muestreo, se recolectó un total de 239 estómagos provenientes del sector oceánico y 409 del sector costero, mientras que durante el segundo período sólo se pudo analizar 56 ejemplares provenientes de 1 lance de pesca realizado en el sector oceánico y 120 estómagos provenientes del sector costero (Tabla 19).

Se observó una similitud en el porcentaje de estómagos con contenido entre los ejemplares costeros de ambos períodos y los oceánicos de 1997, presentando los oceánicos de 1998 el mayor porcentaje de estómagos con contenido, debido principalmente a que éstos fueron recolectados en un sólo lance de pesca, con un bajo número de individuos muestreados (Tabla 19 y figura 39).

El análisis del contenido estomacal de los peces reveló que un 21,0 y 38,0% de estómagos de los períodos de 1997 y 1998 respectivamente, presentaron algún tipo de contenido (Tabla 19). Encontrándose que del total de los estómagos analizados



el 24,6% presentó algún tipo de contenido. El total de taxa encontrados en el contenido estomacal fueron seis (6), cinco en los oceánicos (copépodos, thecosomata, heteropodos, salpas y gastrópodos) y sólo dos en los costeros (eufáusidos y salpas); siendo en el sector costero donde las salpas se presentaron en mayor grado (Tabla 20). Los estómagos del sector oceánico que presentaron salpas fueron los de ejemplares de mayor tamaño, y los lances en donde esto ocurrió, fueron realizados próximos al límite con el sector costero; individuos que fácilmente podrían venir del sector antes mencionado, o simplemente que en este sector se encuentren salpas, ya que se ha informado antes de su presencia a las 100 mn o más (Quiñones *et al.*, 1995).

En los sectores oceánicos, las presas dominantes en el contenido estomacal de jurel, tanto en número como en peso, fueron los copépodos; mientras que en los sectores costeros dominaron los eufáusidos. En cuanto a la frecuencia de ocurrencia o aparición (F%), ésta se muestra similar para eufáusidos, copépodos y salpas al considerar el total de la muestra.

La importancia relativa que proviene de la Tabla 20 y se representa en la figura 40, muestra que las tres especies representadas poseen una importancia notable en la dieta de jurel en este estudio, debido a que para cada período, sector y grupo de tamaño existió mayoría de alguna de ellas.

La dieta de los individuos costeros estuvo dominada por eufáusidos en su mayoría, seguida de algunas apariciones de salpas. En cambio los individuos del sector oceánico consumieron en su mayoría copépodos, apareciendo también en forma esporádica las salpas (Tabla 20 y figura 40).



En lo que se refiere a las diferencias existentes entre el sector oceánico y costero, éstos se observan totalmente diferentes para el segundo período (marzo, 1998), debido principalmente a la ausencia de presas en común (Tabla 20), destacando que parte de esta diferencia se podría deber a la estructura de tallas de los peces de uno y otro sector, en donde los costeros siempre fueron mayores en longitud horquilla que los oceánicos (Fig. 29a y 29b). En noviembre de 1997 existieron presas en común (salpas) las que hicieron disminuir las diferencia entre uno y otro sector (Fig. 41).

Esto se confirma con un estudio de similitud trófica por grupos de tamaño realizado sólo para el primer período (noviembre, 1997), ya que para marzo la data recolectada no permitió éste tipo de análisis, debido a su bajo número y a la condición de las presas. En todo caso se observa para el primer período una clara separación entre estos dos grupos (Fig. 41), encontrándose que la dieta de los ejemplares oceánicos presenta una mayor similitud entre ellos que los costeros, debido a la existencia de una presa dominante (copépodos). En cambio los costeros presentaron dos presas dominantes (eufáusidos y salpas).

Como se mencionó anteriormente los grupos oceánicos 1, 2 y 3 (Oc-1, Oc-2 y Oc-3) se observan similares debido al alto consumo de copépodos, mientras que los grupos de tamaño costeros 3, 4 y 5 (Co-3, Co-4 y Co-5) se unen por el consumo de eufáusidos principalmente. El grupo de tamaño 2 de costeros (Co-2) y el 5 de oceánicos (Oc-5) se presentan similares conformando un grupo (Fig. 36), debido a que en ambos sectores las salpas fueron el ítem principal (Tabla 21). Se debe considerar para esta última aseveración que este grupo presentó un bajo número de estómagos analizados (9 en total y 3 con contenido) y que los restos de crustáceos



no pudieron ser incluidos en los análisis, lo que produciría una desviación de la realidad.

## **8.5 Condiciones ambientales**

### **8.5.1 Distribución espacial de la temperatura superficial del mar (TSM)**

#### **a) Noviembre de 1997**

En base a los registros de las temperaturas superficiales del mar (TSM) que se registraron en cada una de las embarcaciones durante todo el tiempo de la prospección, se confeccionó una carta de distribución espacial de las TSM para toda el área de estudio (Fig. 42).

Los valores de TSM fluctuaron en un rango entre los 12,8°C y los 17,0°C. Sin embargo, como se ve claramente en la figura 43, las TSM predominantes fueron las de aguas entre los 13° y 15°C, las que se distribuyeron en forma muy homogénea, especialmente al sur de 38°-38°30' L.S. Por otra parte, en la región ubicada al norte de estas latitudes, se observó la presencia, por lo menos, de cuatro focos o meandros con TSM en sus centros superiores a los 15°C y una zona bastante angosta con TSM inferiores a los 14°C. En la región más costera, al este de los 76°00' L.W., se nota un flujo de aguas cálidas (>15°C) provenientes desde el norte hacia el sur.

Del mismo modo, analizando la imagen de alta resolución de la distribución de la TSM obtenida el día 22 de noviembre de 1997 (Fig. 43), muestra también de forma clara que en la mayor parte de la región frente a Chile central y,



especialmente en el área de prospección, la distribución de la TSM fue muy homogénea y fluctuó entre los 12 y 14°C. Por otra parte, en el sector este de la región y a lo largo de la costa se observa un flujo de aguas relativamente cálidas (sobre los 14°C) que provienen desde el norte hacia el sur. Además, en el sector de estudio, producto de la interacción de estas aguas cálidas provenientes del norte con aguas frías provenientes desde el sur, y ubicados entre los 75°00' y 77°00' L.W., es posible observar pequeños núcleos de estas aguas cálidas dentro de las masas de aguas frías que, en general, coinciden con el patrón de distribución espacial de la TSM en la carta confeccionada en base a los datos obtenidos a bordo de las embarcaciones que participaron en la prospección del recurso jurel.

Analizando la distribución espacial de los lances de pesca con presencia de jurel (Fig. 3) con respecto a la distribución espacial de la TSM (Fig. 42 y 43), es posible concluir que el jurel fue capturado solamente en las zonas donde se nota claramente la presencia de meandros de aguas cálidas o frías, es decir, en las zonas donde se presentaron los mayores gradientes térmicos. Dentro del área de prospección, estas zonas se ubicaron entre los 37°00' - 38°00' L.S. y entre los 75°30' - 78°00' L.W. (la primera) y, entre los 80°00' y 81°00' L.W. (la segunda). Al sur de los 38°00' L.S., no se encontraron concentraciones de jurel ya que no se registró en la superficie la presencia de importantes zonas de gradientes térmicos. Dentro del área de prospección, estas zonas se ubicaron entre los 37°00' - 38°00' L.S. y entre los 75°30' - 78°00' L.W. (la primera) y, entre los 80° y 81° L.W. (la segunda). Al sur de los 38°00' L.S., no se encontraron concentraciones de jurel ya que no se registró en la superficie la presencia de importantes zonas de gradientes térmicos.



## b) Marzo de 1998

Con los registros horarios de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) colectada por el personal embarcado a bordo de los buques pesqueros, fue posible confeccionar una carta de distribución espacial de la TSM durante todo el período de prospección y que se muestra en la figura 44.

El rango de las TSM fue muy amplio y fluctuó entre los 14 y los 20 °C, con un claro incremento de las temperaturas desde el sur hacia el norte. En general, en toda el área de prospección predominaron las aguas con temperaturas bastante elevadas, mayores a 15°C, encontrándose sólo aguas con TSM menores en la región más suroccidental (i.e. al sur de 42°00' L.S y al oeste de 80°00' L.W). La causa de las altas temperaturas en esta región está directamente relacionado al evento "El Niño 97-98", iniciado a mediados de 1997 y que se prolongará al menos hasta el primer semestre de 1998. Por esta razón, durante marzo de 1998 se han registrado anomalías entre 2 y 3 °C por sobre el promedio histórico, en la región de donde se llevó a cabo la prospección.

La distribución de las aguas cálidas se encontraron dispuestas a la forma de una cuña de aguas con TSM sobre 16°C, evidenciando un flujo desde el noroeste hacia el sureste, hacia la costa de Chile centro-sur, alcanzando hasta los 44°00' L.S. al este de los 76°00' de longitud. Lo anterior se reafirma por la disposición espacial de las isotermas de 15°, 16° y 17°C, que al aproximarse a la costa (al este de 78°00' L.W.) se curvan hacia el sur luego de seguir una trayectoria aproximadamente perpendicular a la línea de costa en la región más oceánica. Además, la presencia de un núcleo aislado de 18°C, centrado en 38°00' L.S. y



78°00' L.W., es la evidencia de la anterior presencia de estas aguas en esa región, las que se han replegado en dirección noroeste, dando cuenta en parte de la dinámica de esta cuña de aguas cálidas.

Otro antecedente que complementa lo señalado anteriormente y que reafirma que estas aguas cálidas tienen una orientación noroeste-sureste, más que norte-sur, es la presencia de aguas relativamente más frías (TSM menores a 16° y 15°C) a lo largo de la costa, especialmente desde la Isla Mocha hacia el norte (38°30' L.S.). Corroborado por la disposición aproximadamente paralela a la línea de costa de las isotermas de 16 y 17°C entre los 74°00' y 76° L.W., en la región al norte de 39°00' L.S.

Finalmente, las aguas con mayores temperaturas (sobre 19°C) se ubicaron al norte de los 36°00' L.S, entre los 78 y 83°L.W., provenientes desde el norte y con la presencia de dos pequeños núcleos de aguas con TSM de 20 °C.

Complementando la información recopilada en terreno se incorpora la imagen satelital de la TSM del día 28 de marzo de 1998, captada en la estación receptora del Instituto de Investigación Pesquera, en Talcahuano (Fig. 45). La imagen tiene una cobertura mucho más austral que el área donde se realizó la prospección, de modo que permite un análisis más completo de la dinámica de las aguas tanto en la zona costera como oceánica de Chile centro-sur.

En primer lugar, al comparar ambas figuras 43 y 44, es importante destacar la correspondencia entre los valores de temperatura registrados por la imagen y los



obtenidos por las embarcaciones pesqueras, pudiéndose identificar la misma distribución de las masas de aguas en ambas figuras.

Siguiendo con el análisis realizado en base a la carta de TSM, se aprecia que el límite sur de las aguas de temperaturas de 15 °C, se ubicó prácticamente centrado en los 44°00' L.S., en la región al oeste de los 75°00' L.W. Hacia la costa, y como ya se había evidenciado en la carta de TSM, predominaron aguas de 14 y 13°C, cuyo origen se identifica cerca de los 45°00' L.W., donde se bifurca la Corriente de Deriva del Oeste, en la Corriente de Humbolt hacia el norte y la Corriente del Cabo de Hornos hacia el sur.

Es importante destacar la prácticamente ausencia de aguas con TSM menores a 13°C, tanto en la zona costera por efecto de eventos de surgencia costera, como en la zona más austral, donde normalmente deberían estar presentes aguas con estas temperaturas.

Las aguas más frías presentes en la zona costera, prácticamente desde Isla Huafo (ca. 44°00' L.S.) hacia el norte, se distribuyen en una franja de no más de 60 mn de extensión, y corresponden principalmente a aguas frías provenientes desde el sur y no a aguas originadas por eventos de surgencia costera. Esto se basa en los siguiente aspectos: i) la ausencia de focos con aguas con TSM menores a 13°00' L.S. en las zonas donde habitualmente se registran afloramientos costeros, ii) la homogeneidad de las temperaturas a lo largo de toda su extensión y iii) la ausencia de persistentes vientos del sur y suroeste, favorables a las surgencias durante el período de estudio.



Más hacia el sur (al sur de 44°00' L.S.), las aguas presentan una distribución más homogénea sin grandes fluctuaciones en cerca de 4° de latitud (hasta 48°00' L.S., ca. 240 millas náuticas), región donde la temperatura predominante fluctuó entre 13 y 14°C.

En resumen se puede señalar que la condición oceanográfica en el área de prospección estuvo fuertemente influenciada por el evento El Niño 97-98, reflejada por el predominio, de aguas con TSM sobre los 15°C, con núcleos de hasta 20°C. La influencia de estas aguas cálidas alcanzó hasta los 44°S, límite sur de las aguas de 15°C. Además, se determinó que esta penetración de agua cálidas tuvo una dirección desde el noroeste hacia el sureste, con la presencia una franja de aguas más frías (13 y 14°C) a lo largo de toda la costa. Estas aguas relativamente más frías, provienen principalmente desde el sur, y no corresponden a eventos de surgencia costera, los que se presentaron significativamente disminuidos, durante toda la temporada estival, por efecto del evento El Niño 97-98.

### **c) Julio 1998**

Los registros de TSM recopilados a bordo de las embarcaciones, durante todo el tiempo de la prospección, indicaron que ésta fluctuó en un rango de 15,2°C y 11,5°C. Junto con el apoyo de imágenes satelitales de alta resolución, presentadas en la figura 46, se pudo observar que bajo los 15°C fueron las temperaturas predominantes en la mayor parte del área de estudio.

Es importante señalar, que durante el período en el cual se obtuvieron las imágenes satelitales de alta resolución (Fig. 46), se produjo el paso de un frente



de mal tiempo por sobre el área de prospección, provocando un leve desplazamiento de aguas superficiales con mayor temperatura hacia el sureste. A pesar de ello, es posible describir a nivel general que las isotermas tuvieron la siguiente distribución:

- ◇ Aguas de 15°C y superiores a esta, se registraron principalmente al norte de los 36°S y al oeste de los 74°W.
- ◇ Aguas entre los 12°C y 14°C se observaron entre los 36°00' y los 39°00' L.S., desde el sector costero hasta el oceánico (78°00' L.W.), siendo las aguas de 12°C predominantemente costeras,
- ◇ En el sector comprendido entre 39°00' L.S. y los 42°00' L.S. se distribuyeron aguas de 11°C y 10°C.

Indicando un claro enfriamiento en toda el área centro-sur, respecto de lo observado durante los meses anteriores.

### **8.5.2 Distribución vertical de las variables oceanográficas**

Las figuras 47 a 51 presentan la distribución vertical de la temperatura (°C), salinidad y densidad (como sigma-t), para cada una de las estaciones muestreadas. No se presenta la estación 1 debido a la falta de información de salinidad y densidad por fallas en el CTDO.

El análisis gráfico de la distribución vertical reveló termoclinas bien desarrolladas sólo en las estaciones 2, 3, 4 y 14, 15 y 16. Las estaciones 2, 3 y 4 (Fig. 47) mostraron una termoclina evidente entre los 40 y 60 m de profundidad (*ca.* 2°C/20



m), con una capa de mezcla de aproximadamente 40 m de espesor. La profundidad base de la termoclina en este grupo de estaciones fluctuó entre los 66 y 82 m de profundidad y los gradientes térmicos máximos, situados entre los 38 y 46 m de profundidad, fueron los más altos de todas las estaciones muestreadas, fluctuando entre los -0,237 y los -0,483 °C/m (Tabla 21).

Además, la distribución vertical de salinidad indica un aumento progresivo entre los 100 y 200 m de profundidad, alcanzando el máximo salino a esta última profundidad. A partir de los 200 m, esta variable disminuye levemente con el aumento de la profundidad, hasta alcanzar los 34,25 psu a los 600 m. La distribución de densidad también indica una capa bien mezclada verticalmente de unos 40 m de espesor y una leve picnoclina entre los 40 y 50 m de profundidad.

En todas las estaciones de muestreo, existió una disminución vertical monotónica de la temperatura, a partir de los 300 m de profundidad, mientras que las estaciones 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 (Figs. 47, 48, 49 y 50), presentaron más bien una disminución monotónica de la temperatura entre la superficie y los 200-300 m de profundidad. No obstante, fue evidente una capa de mezcla de espesor menor a la de las estaciones 2, 3 y 4, fluctuando entre los 8 y los 24 m de profundidad (Tabla 21). Sólo fue evidente una leve termoclina en la estación 13 (**ca.**, 1°C/5 m).

Asimismo, los gradientes térmicos máximos fueron menores a los de las estaciones 2, 3 y 4, fluctuando entre los -0,071 y los -0,263 °C/m. El comportamiento vertical de la salinidad mostró un patrón similar a lo presentado en las primeras estaciones con un máximo salino situado entre los 200 y los 250 m de profundidad. Por otra parte, la variable densidad también evidenció una disminución vertical sin gradientes



importantes, sino más bien una variación monotonica desde la superficie hasta aproximadamente los 250-300 m de profundidad. Bajo los 300 m de profundidad, se observó un aumento mucho más leve de la densidad con la profundidad.

Sólo las estaciones 5 y 12 presentaron inversiones verticales de temperatura evidentes (i.e.,  $> 0,2$  °C/m), centradas entre los 220 y los 280 m de profundidad, respectivamente.

Por último, el grupo formado por las estaciones 13, 14, 15 y 16 (Fig. 50) mostró características diferentes al resto, esto es : a) temperaturas superficiales más altas (rango : 17,07 - 17,20 °C), b) capa de mezcla centrada en los 50-60 m de profundidad y, c) las termoclinas más desarrolladas de todas las estaciones evaluadas en el crucero, variando aproximadamente 5 °C entre los 50 y 100 m de profundidad. El máximo salino de ca., 34,6 psu, fue detectado a los 200 m de profundidad, reflejando una situación similar al resto de las estaciones de muestreo oceanográfico.

El comportamiento vertical de la densidad evidenció una picnoclina evidente entre los 50 y 100 m de profundidad, para disminuir monotonicamente a partir de los 200 m de profundidad.

La diferenciación de las diversas características en las estaciones (generando estos grupos de estaciones), es relativamente consistente con la segregación espacial de las estaciones de muestreo oceanográfico, donde claramente las estaciones 2, 3 y 4 conforman un grupo de estaciones situadas en el sector sureste del área de estudio, las estaciones 7 a la 13 en el sector suroeste y las estaciones 14, 15 y 16 en el sector noreste del área de estudio.



### 8.5.3 Másas de agua

La figura 51 muestra los diagramas T-S para 15 de las 16 estaciones oceanográficas realizadas durante el crucero. El diagrama revela claramente la presencia de tres másas de agua en el estrato comprendido entre los 0 y los 600 m de profundidad. Estas serían las Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

Los índices termo-salinos correspondientes a las ASAA fluctúan entre 11-14 °C de temperatura, salinidades de 33,9-34,1 psu y en el rango de densidad de 25,0-25,8. En cambio, las AESS presentan índices termosalinos entre los 9 -10 °C de temperatura y los 34-34,3 psu de salinidad (isopicnas de 26-26,5). Por último, las AIA presentaron índices termosalinos fluctuando entre los 5,6 y los 9 °C de temperatura y, salinidades variando entre los 34,3 y 34,55 psu (isopicnas de 26,6 a 27).



## 9 DISCUSION

Los indicadores de la distribución del recurso jurel como: índice de cobertura (IC), distribución batimétrica, e indicadores de abundancia como el índice de abundancia relativo promedio (ID) de los cruceros realizados en el presente proyecto, se analizan y comparan con los obtenidos en otros cruceros hidroacústicos realizados en la década de los años 90.

Las tres exploraciones acústicas realizadas, se efectuaron en estaciones del año diferentes: primavera (noviembre de 1997), verano (marzo de 1998) e invierno (julio de 1998), además las exploraciones tuvieron diferentes áreas de coberturas, tanto en forma latitudinal como longitudinal. En las dos primeras, las grillas efectuadas por las embarcaciones exploradoras fueron oceánicas: en noviembre (crucero 9711) la cobertura fue de las 100 a las 500 mn de la costa (Fig. 1) y en marzo (crucero 9803) la cobertura fue de las 200 a las 600 mn (Fig.4), en ambos casos el área costera fue prospectada por el B/I "Abate Molina". En la tercera exploración en el mes de julio (9807) las embarcaciones de la flota cubrieron el sector costero y el oceánico (Fig. 6), simultáneamente el B/I "Abate Molina" efectuaba la evaluación hidroacústica del jurel desde la costa hasta las 200 mn al oeste (Córdova y Ortiz, 1998).

Los IC e ID del jurel y su distribución batimétrica presentan variabilidad interanual e intranual; sin embargo, muestran una clara estacionalidad, los IC e ID son más altos, hacia fines de otoño e inicios del invierno (meses de mayo junio) y bajos en primavera. Cabe señalar, que Barbieri *et al* (1998) en una revisión metodológica de la evaluaciones hidroacústicas de jurel, efectuadas en el período 1991-1994,



concluyó que las áreas de evaluación de las prospecciones realizadas en ese período fue inferior al área de distribución del jurel, por lo que se efectuaron subestimaciones del recurso. Esta consideración debe tomarse en cuenta al analizar en una serie histórica las áreas de distribución del jurel obtenidas en las evaluaciones hidroacústicas, ya que las áreas prospectadas son inferiores al área de distribución del jurel. Sin embargo, esto no invalida la comparación de los índices de cobertura porque es una relación referida al número de muestras o ubm's.

En los cruceros de evaluación hidroacústica de invierno, entre los años 1991 y 1994, los IC fueron iguales a 28,24%, 37,66%, 33,66% y 19,31% respectivamente (Tabla 22). El bajo índice de cobertura obtenido en 1994 se debe principalmente a que el crucero fue realizado avanzada la temporada de invierno.

En las evaluaciones hidroacústicas, que se efectuaron en el área oceánica en las primaveras de 1991 y 1992, se estimaron IC de 14,85% y 29,69%. Al comparar los IC con los de los presentes cruceros: 15,99 % para noviembre de 1997, 8,7% para marzo, y 14,84% para julio de 1998, se observa que el de primavera está dentro del rango esperado para el período, mientras que el de fines de verano es el más bajo de la serie histórica y en julio es 40 % más bajo de lo esperado para la temporada de invierno (Tabla 22). Estos resultados indican que desde fines del año 1997 a julio de 1998, el área de cobertura del jurel o la disponibilidad del recurso ha disminuido en el área.

Al comparar las distribuciones de jurel obtenidas en la primavera de 1997, marzo y julio de 1998, se observa que en verano el recurso tiene posiciones más oceánicas, que en la primavera, en efecto en el verano el recurso se presentaba



en dos dorsales, una situada entre 79° y 81°L.W. (300 a 420 mn de la costa) y otra de mayor densidad entre los 83° y los 85°L.W. (500 a 600 mn de la costa). Al comparar la distribución latitudinal se observa que en los cruceros de primavera de 1997 y de verano de 1998 se presentó jurel en una transversal situada entre los 36°00' L.S. a 37°30' L.S. y que prácticamente no existía presencia de recurso oceánico entre las latitudes 37°40' y los 39°00' L.S. entre las 100 o 200 mn de la costa hacia el área oceánica la otra entre 41°00' a 43°00' L.S.

En el crucero de ecoprospección de invierno de 1998, con embarcaciones de la flota, el jurel se encontraba preferentemente entre las latitudes 37°00' L.S. y 41°00' L.S., con una mayor preferencia entre las latitudes 38°00' L.S. y 41°00' L.S. en esta área en sentido longitudinal el recurso se encontraba distribuido desde la costa hasta el meridiano 82°00' L.W. Además, presenta un área de alta concentración en 38°30' L.S. entre los meridianos 82°00' L.W. y 83°00' L.W, donde se obtuvieron altos niveles de capturas, esta área estaba situada en el límite oeste del área de prospección autorizada, por las limitaciones en la autorización de la pesca de investigación no se continuó con la prospección hacia el oeste, para explorar si existía una distribución más oceánica del recurso. En julio de 1998 no existía presencia de jurel al norte de la latitud 36°L.S. estos resultados son coincidentes con los obtenidos por el B/I "Abate Molina" en el crucero de evaluación hidroacústica, que encontró el recurso jurel entre las latitudes 37°00' L.S. y caleta Mansa (latitud 40°30' L.S.) (Córdova y Ortiz, 1998).

Para comparar las distribuciones del jurel se estimaron los centros de gravedad (CG) de éstas, en primavera el CG tenía la posición 37°30' L.S. - 81°20' L.W., en verano el CG tenía la posición 38°30' L.S.- 83°12' L.W. y en invierno el CG tenía la posición 39°24' L.S.-76°40' L.S. El análisis de los CG y las áreas de distribuciones



del jurel permiten inferir su desplazamiento en las tres estaciones del año estudiadas. En primavera el recurso tiene un desplazamiento del este hacia el oeste y en dirección sur-oeste en el área sur prospectada. A fines del verano el jurel presenta el movimiento desde el oeste hacia el este y desde el sur del área de estudio hacia el norte-este, para concentrarse en invierno en sectores costeros cubriendo una superficie triangular con vértices costeros en el norte de Talcahuano, en el sur en Corral y al oeste frente a Corral en la longitud 83°00' W (Fig. 52).

El análisis de las distribuciones del jurel entre los cruceros de primavera (1991, 1992 y 1997) presenta dificultades porque las áreas de cobertura de las prospecciones no fueron las mismas. Por lo que la comparación se efectúa considerando sólo las mismas áreas de prospección, pudiéndose observar que en los tres años no presentó un patrón de distribución similar .

En la primavera de 1991 se presentaba en dos dorsales una situada a desde 100 mn de la costa en el área norte (latitud 36°00' L.S.) y 200 mn en el área sur (latitud 40°-41° L.S.) y la segunda dorsal se sitúa al oeste paralela y a 100 mn de la anterior. Mientras que en la primavera de 1992 el recurso se encontraba más ampliamente distribuido en la zona de estudio con una vasta distribución al sur de la latitud 37°00' L.S., y con clara proyección de la distribución hacia el norte, el sur y el oeste del área prospectada. Esta amplia distribución, en 1992, se refleja en el alto índice de cobertura que alcanzó el jurel de 29,69 % (Tabla 22).

En la primavera de 1997, el jurel se encontró distribuido preferentemente entre los 36°00' y 37°30' L.S. desde 120 mn de la costa hasta las 300 mn, además desde los 39°30' hasta los 40° 00' L.S. se ubicó entre las 180 mn y las 300 mn de la costa.



La distribución del jurel en la temporada de invierno de 1998 presenta una área de distribución restringida al sur de Talcahuano, al comparar esta distribución con las encontradas en los inviernos de 1991 a 1994, donde el jurel se encontraba al norte de Talcahuano, se puede señalar que el patrón de distribución del jurel difiere al encontrado en los primeros años de la década, donde con diferentes grados de concentración el recurso estaba presente en toda el área de estudio (Tabla 22).

Por otro lado, al comparar la distribución del jurel en temporada de invierno los años 1992 y 1998, se observó que en ambos años, la zona se encontraba afectada por el fenómeno de El Niño, apreciándose que las distribuciones difieren en forma notoria. En el primer caso, el jurel se encontraba hacia el norte del área de estudio y en el segundo caso hacia el sur de ésta. Mientras que, al comparar la distribución del jurel en las dos primaveras en que se manifestaron las fases precursoras del fenómeno de El Niño en el océano Pacífico 1991 y 1997 se observa que existen índices de concentración similares 14,85% y 15,99%, respectivamente.

Para mejorar el conocimiento sobre el comportamiento y su distribución es conveniente efectuar una ecoprospección con las embarcaciones de la flota en la temporada de primavera de 1998, que permita conocer el área de distribución, la morfología de las agregaciones, y las condiciones bio-oceanográficas.

En síntesis, el recurso presenta desplazamientos en el área de estudio. En primavera presenta una distribución oceánica intermedia, en verano ésta es oceánica de altura, y una fracción se distribuye hacia el sur frente a la isla de Chiloé que puede ser reflejo de una componente estacional (existen indicios de capturas de jurel en el verano en la zona de Chiloé) como también un desplazamiento



latitudinal hacia el sur, por efecto de las anomalías cálidas presentadas en el océano por efecto del fenómeno de El Niño. En invierno el jurel presenta una posición más costera.

### **Morfología de las agregaciones**

En la primavera de 1997 el recurso se encontraba disperso, y sólo en el 5,3% de las ubm positivas (con presencia de jurel) se presentaron agregaciones tipo cardumen, y formaba pequeñas macro estructuras que no superaban las 3 mn. Este valor es similar al de primavera de 1991 (5%) y más alto que el encontrado en primavera de 1992 donde sólo alcanzó el 3,45%.

En primavera 1997, el ancho promedio de las agregaciones fue de 79,87 m, mientras que a de fines de verano de 1998 fue de 48,2 m (Tablas 7 y 9). Por otro lado, se puede señalar en general, que en los cruceros se observó un bajo número de focos con autocorrelaciones significativas y que el tamaño de las macroestructuras era pequeño (0,5 a 3 mn). Esto difiere a los encontrado en los cruceros de primavera de 1991 y 1992, donde el rango de las macroestructuras varió entre 2 y 18 mn y 2 y 14 mn respectivamente (Barbieri *et al*, 1998). Estos resultados indican que las agregaciones espaciales en el crucero de primavera de 1997 y fines del verano de 1998 no difieren entre sí, pero son más pequeñas que las encontradas en los años 1991 y 1992, además indican que las concentraciones de jurel tienen un tamaño pequeño.

En síntesis, el análisis histórico de la serie de tiempo permite señalar que en la temporada en que el jurel se encuentra cerca en la costa (fines de otoño e inicios de invierno) el jurel tiene una distribución más superficial entre la superficie y los 230 m



y que entre el 39 y 90% del jurel se encuentra entre la superficie y los 100 m de profundidad. Mientras que en primavera y fines de verano cuando el jurel presenta una distribución más oceánica éste se encuentra ampliamente distribuido en la columna de agua hasta 300 de profundidad y en primavera sólo entre el 9 y 20 % se encuentra entre la superficie y los 100 m de profundidad. Entonces, el jurel se encuentra más ampliamente distribuido en la columna de agua y más profundo, formando agregaciones más pequeñas en primavera y en verano.

Los tipos de ecotrazos susceptibles a ser capturados con redes de cerco son las categorías buenas de cardumen y estratos y la categoría regular de cardumen, éstas se presentan en sólo el 0,9% y 0,33 % del área prospectada, en los meses de noviembre de 1997 y en marzo de 1998, respectivamente. Se debe considerar además que, para que el recurso sea accesible al arte de pesca de cerco éste debe estar entre la superficie y los 80 ó 100 m de profundidad (dependiendo del diseño del arte de pesca). Considerando entonces la distribución batimétrica del jurel (IC corregido por la profundidad), la posibilidad de capturar el recurso disminuye a sólo 0,079% en noviembre de 1997 y a 0,196% en marzo de 1998. Estos valores se invierten porque en el mes de noviembre sólo el 8,78% del jurel se ubicaba desde la superficie hasta los 100 m de profundidad, mientras que este valor aumentó a 59,45% en marzo de 1998. El IC corregido sólo considera la disponibilidad del recurso, se debe tomar en cuenta que además, la capturabilidad depende de la efectividad del arte de pesca, su operatividad y el comportamiento del recurso, factores que indudablemente condicionan la susceptibilidad de captura del jurel y afectan la posibilidad de pesca del recurso.



### **Estructuras de tamaños de jurel**

La talla promedio del jurel en el crucero de primavera fue de sólo 23 cm y a fines de primavera ésta disminuyó a sólo 11 cm; estos valores fueron significativamente más bajos de los obtenidos en primavera de 1991 y 1992, con 38 y 40 cm respectivamente (Tabla 23).

A fines de verano de 1998 el jurel presentó las tallas más pequeñas de todos los cruceros efectuados en la década de los años noventa, con un 100% de los ejemplares capturados bajo la talla en el área oceánica.

El recurso jurel presentó una clara estratificación espacial, en efecto en los tres cruceros realizado en el presente proyecto (9711, 9803 y 9807) en el sector costero, situado entre la costa y las 100 mn (prospectado preferentemente por el B/l "Abate Molina"), el jurel presentó tallas mayores que en el sector oceánico (Fig. 29). Por otro lado, en verano de 1998 se observó una estratificación espacial en el sector oceánico, el recurso de talla menor se encontró hacia el norte oeste del área de estudio (latitudes 36°00' -37°00' L.S.).

Cabe señalar que históricamente en los cruceros realizados al inicio de los años 90, las tallas promedio en primavera eran más alta que las de invierno. En efecto, en las estimaciones hidroacústicas de primavera de los años 1991 y 1992, el porcentaje de estimados de biomasa que presentaba jurel bajo la talla de 26 cm era de 2% y 0% respectivamente. Mientras que en las estimaciones hidroacústicas de invierno de los años 1992 y 1993 el porcentaje de estimados de biomasa que presentaba jurel bajo la talla de 26 cm era de 36,6% y 30,5% respectivamente, esta participación



aumentó a 70,8% en 1997, observándose una disminución de la talla alcanzando sólo los 23 cm (Tabla 23).

La serie histórica de información obtenida a través de las evaluaciones y ecoprospecciones hidroacústicas presenta limitaciones, no es lo suficientemente extensa y continua para efectuar un análisis de la evolución de las tallas del recurso jurel y su relación respecto al los fenómenos de El Niño. Sin embargo, a partir del análisis de información obtenida del muestreo de los desembarques de la flota (Arcos, com.personal) sostiene que en los años que se presenta el fenómeno de "El Niño" en la zona central de Chile el recurso jurel presenta tallas de menor tamaño, este hecho se verificó en la evaluación hidroacústica de 1992.

### **Condiciones bio-oceanográficas**

Respecto al comportamiento alimentario del jurel en los cruceros de primavera de 1997 y fines de verano de 1998 se puede indicar que se encontraron similitudes, pero estas pueden estar sesgadas debido al bajo número de individuos muestreados, a la no inclusión de presas que no pudieron ser pesadas ni contadas y a la diferencia en los tamaños de los individuos de uno y otro sector. Ya que si bien es cierto la composición alimentaria es diferente en ambos casos, estudios anteriores nos indican que los individuos de menor tamaño requieren de presas más pequeñas, así lo informan estudios realizados sobre la composición alimentaria de diferentes especies del género *Trachurus*, entre ellas están las realizadas en la Gran Bahía de Australia con *Trachurus declivis* (Stevens *et al.*, 1984), en la costa de Namibia con *Trachurus trachurus capensis* (Andronov, 1985; Hecht, 1990) y *Trachurus trachurus* en la costa oeste de Dinamarca (Dahl & Kirkegaard, 1987), revelan que la composición del alimento de las dos primeras especies se basa principalmente en los eufáusidos. *Trachurus declivis* se



alimenta principalmente de eufáusidos, copépodos, y miscidáceos y finalmente *Trachurus trachurus capensis* de tamaños mayores a 20 cm de longitud horquilla, predan principalmente sobre eufáusidos (*Euphausia hanseni* y *Nyctiphanes capensis*) y el camarón pelágico *Pasiphaea semispinosa*; los ejemplares menores a 20 cm de LH se alimentan mayormente de copépodos, principalmente *Calanoides carinatus*. Por su parte *T. trachurus* varía su dieta dependiendo de la zona de pesca, alimentándose principalmente de peces en las latitudes altas del hemisferio norte (56°00' a 57°00' L.N.) y de crustáceos en sectores menos septentrionales (55°00' 55°30' L.N.).

Otras investigaciones realizadas en latitudes cercanas a la nuestra, como es el caso de las realizadas en las costas de Perú (Konchina, 1980 y 1983), en el océano abierto fuera de la ZEE de Perú y Chile (Ermolovich & Gardina, 1994) y en las costas de Chile centro sur (Arancibia *et al.*, 1995 y Miranda *et al.*, 1998) concuerdan en señalar que el jurel presenta un amplio espectro trófico predominando en todos estos los eufáusidos, la excepción la conforman los individuos encontrados en el sector oceánico (Miranda *et al.*, 1998) los que se alimentaron en su mayoría de copépodos, al igual que el presente estudio.

Los huevos y larvas de peces dominantes durante el período primaveral en el sector oceánico frente a Chile centro-sur, descritas en este trabajo, ésto es, *Hygophum brunni*, *Vinciguerria lucetia* y *Trachurus symmetricus murphyi*, son coincidentes con lo reportado para similar período y área de estudio por Serra *et al.* (1994) y Véjar (1997), quienes asignan una dominancia numérica de huevos y larvas conjunta para estas tres especies por sobre el 75%, al considerar toda el área de estudio.



La asociación entre la distribución espacial de las mayores densidades de huevos y larvas de jurel con aguas comparativamente más cálidas (entre 14 y 16°C), asociadas a la región norte del área de estudio, es coincidente con lo reportado por Serra *et al.* (1994) quienes indican la presencia de núcleos de desove de jurel (*i.e.*, >1200 huevos 10m<sup>2</sup>) en aguas con temperaturas mayores a 16°C. Esta situación también ha sido reportada por investigadores rusos fuera de la ZEE de Chile centro-sur (entre los 37°00'-44°00' L.S.), donde la distribución espacial de huevos y larvas de jurel estaría limitada fuertemente por la posición de la isoterma de 16°C, así como por la dirección de las aguas cálidas superficiales (Dejnik & Nevisnskiy, 1994).

La mayor densidad de huevos detectada en el sector más oceánico del área de estudio, principalmente hacia el sector noroeste, coincide con lo reportado por Serra *et al.* (1994), quienes muestran la existencia de un núcleo de altas concentraciones entre las 350 y 400 mn desde la costa (límite de la prospección), núcleo que posiblemente se extendería hacia el oeste según la información sobre distribución de huevos y larvas de jurel de la flota soviética (Gretchina *et al.*, 1994).

Cabe señalar, que en el presente estudio no se detectó en la zona sureste un segundo foco de desove como fuera descrito por Serra *et al.*, 1994.

En la primavera de 1997, en el área noreste las densidades de huevos de jurel (considerando las estaciones positivas) alcanzaron 200 huevos por 10m<sup>2</sup>, y en el área noroeste los 307 huevos por 10m<sup>2</sup>,. Por otro lado en el área suroeste la densidad de huevos alcanzó sólo 97 huevos por 10m<sup>2</sup> y en el área sureste alcanzó sólo 57 huevos por 10m<sup>2</sup>. Estos valores son inferiores a los reportados



por Serra *et al.* (1994) para la primavera de 1992, donde la densidad de huevos de jurel alcanzó 574 huevos por 10m<sup>2</sup> en el área norte y 343 huevos por 10m<sup>2</sup> en el área sur.

En noviembre de 1997, en el area noreste las densidades de larvas de jurel (considerando las estaciones positivas) alcanzaron 35 larvas por 10m<sup>2</sup>, y en el área noroeste los 107 larvas por 10m<sup>2</sup>,. Por otro lado en el área suroeste no se presentaron estaciones positivas de larvas y en el área sureste las densidades de larvas de jurel alcanzó sólo 8 larvas por 10m<sup>2</sup>. Estos valores son inferiores a los reportados por Serra *et al.* (1994) para la primavera de 1992, donde la densidad de larvas de jurel alcanzó 566 larvas por 10m<sup>2</sup> en el área norte y 293 larvas por 10m<sup>2</sup> en el área sur.

En primavera de 1997, para el área total se encontró una densidad de huevos de jurel (en estaciones positivas) de sólo 111 huevos por 10m<sup>2</sup>, mientras que la del los años 1992 fue cuatro veces superiores alcanzando 423 huevos por 10m<sup>2</sup> (Serra *et al.*, 1994). En 1997 (crucero 9711) para el área total se encontró una densidad de larvas de jurel (en estaciones positivas) de sólo 38 larvas por 10m<sup>2</sup>, mientras que la del año 1992 fue siete veces superiores alcanzando 296 larvas por 10m<sup>2</sup> (Serra *et al.*, 1994).

Existe entonces una notable disminución de la presencia de huevos y larvas de jurel en la primavera de 1997, respecto a lo reportado en el año 1992, esto puede ser atribuible a la escasa presencia de jurel que reporten estadíos sobre IV en el área oceánica en la primavera de 1997 (Fig. 33). Lo que puede ser consecuencia de la presencia de jurel de escasa talla o de un retraso en el período de desove afectado por el fenómeno de El Niño. Cabe recordar que la condiciones



oceanográficas en ambos años son distintas y la estructura de talla de los jureles presentes eran muy diferentes, ya que en 1997 en la zona de estudio se encontraba al inicio de un fenómeno de El Niño y el 95 % del jurel presentaba una talla inferior a 26 cm, mientras que en 1992 el fenómeno del “El Niño” acaba de finalizar y fue menos intenso que el del año 1997 y no se presentaron en el área ejemplares inferiores a 26 cm de longitud horquilla.

La distribución coincidente de huevos y larvas de jurel en la región norte del área de estudio, podría indicar que no existe una deriva larval importante desde los lugares de desove de la especie, situación coincidente con lo reportado por Véjar (1997) para *Trachurus symmetricus murphyi* en similar región y período de estudio, y con los antecedentes entregados por Olivari (1990) para *Trachurus capensis capensis*.

Al analizar la distribución horizontal de la temperatura superficial del mar en primavera de 1997, con información disponible en la literatura del mismo sector y período de estudio (Serra *et al.*, 1994), se observan grandes diferencias con lo detectado en este estudio. Es así como Serra *et al.* (1994) reportan un evidente gradiente térmico, generado por la presencia de aguas más frías (entre 13-14°C) en el sector noreste y norte-centro y de aguas más cálidas (> 16°C) hacia el sector noroeste (más oceánico) del área de estudio, situación atribuible principalmente a la penetración estacional, hacia el continente, de aguas de características subtropicales (más cálidas y salinas).

Lo anterior contrasta con lo detectado en el crucero 9711, ya que aquí fue evidente la presencia de un núcleo de aguas cálidas situado al noreste del área de estudio, y otro de aguas frías (al noroeste), distribución que podría estar relacionada con la



penetración costera de aguas cálidas (ENSO) y la desactivación del ingreso normal de aguas cálidas durante el período primaveral-estival.

En noviembre de 1997 la presencia de jurel (Fig. 9) estuvo asociada a las zonas de meandros (Fig. 42), confirmando lo encontrado por Yáñez *et al.*, 1996).

Por otro lado, en marzo de 1998 en el área de estudio se registraron anomalía de 2° y 3°C sobre el promedio histórico de la región, la influencia de las aguas cálidas alcanzó hasta los 44°L.S. (límite sur de las aguas de 15°C), la penetración de aguas cálidas tuvo dirección noroeste hacia el sureste. En el sector costero se presentó una franja fría (13° y 14°C) que proviene principalmente del sur, éstas no son atribuibles a eventos de surgencia, los que disminuyeron durante el verano de 1998 por efecto del fenómenos de “El Niño”.

Al comparar la distribución del jurel en marzo de 1998 (Fig. 15) con la carta de distribución de las TSM se observa que el jurel no se presenta en aguas de 20°C (Fig 45), que están situadas al norte de la latitud 36°00' L.S., el jurel se presenta un un rango de TSM de 15° a 19°C hacia en oeste de las aguas de 20°C, con una estratificación más hacia el sur.

La posición más hacia el sur del recurso jurel en invierno, respecto a los años anteriores, puede ser atribuibles a que en la zona de estudio se presentaron anomalías positivas de temperatura por los ecefectos del fenómeno de “El Niño” hasta junio de 1998. Mientras que en julio de 1998 en toda el área centro-sur se presentó un enfriamiento de la TSM con claras evidencias de que en la zona, se presentaban condiciones de el fenómenos La Niña.



Los resultados encontrados muestran una importante variabilidad entre la estación de invierno y la de primavera. Storozhuk *et al* (1994) indican que en el ciclo anual de los peces se pueden caracterizar períodos donde existe un claro predominio de una actividad funcional dominante, en el caso del jurel (en el Pacífico Suroriental) los autores antes señalados indican cuatro actividades: post-desove, engorda, invernal y desove. Considerando esta clasificación, lo propuesto por Guzmán 1998 en relación al comportamiento del recurso frente al arte de cerco y analizando los resultados obtenidos en los cruceros de evaluación hidroacústica realizados en la zona central de Chile en los años 90, se propone el patrón de comportamiento de jurel indicado en la Tabla 24.

Las ecoprospecciones efectuadas con las embarcaciones de la flota tienen la ventaja de cubrir una gran extensión de superficie en un mínimo tiempo. Estas facilitan la obtención de información que permiten la estimación de indicadores del comportamiento y el estado del recurso, efectuando un seguimiento de este. Es conveniente continuar con este tipo de prospecciones de forma estacional, para lograr en el tiempo mejorar los indicadores disponibles, detectar las anomalías y apoyar el manejo de las pesquerías. Las ecoprospecciones deben ir acompañadas con evaluaciones hidroacústicas, para obtener cuantificaciones de los índices de abundancia relativa.





## 10 CONCLUSIONES

### Distribución espacial del jurel

- En verano de 1998 el jurel tiene una posición más oceánica presentándose en dos dorsales, una situada entre 79°00' y 81°00' L.W. (300 a 420 mn de la costa) y otra de mayor densidad entre los 83°00' y los 85°00' L.W. (500 a 600 mn de la costa), el centro de gravedad (CG) de la distribución tuvo la posición 38°30' L.S.- 83°12' L.W.
- En primavera de 1997 el jurel se presentó en una transversal situada entre los 36°00' a 37°30' L.S., el CG tuvo la posición 37°30' L.S. - 81°30' L.W. En verano y primavera prácticamente no existió presencia de recurso oceánico entre las latitudes 37°40' y los 39°00' L.S. entre las 100 ó 200 mn de la costa hacia el área oceánica.
- En invierno de 1998 el jurel se encontraba entre las latitudes 37°00' L.S. y 41°00' L.S., con una mayor preferencia entre las latitudes 38°00' y 41° L.S. El jurel presentó una distribución más costera cubriendo una superficie triangular con vértices costeros en Talcahuano por el norte y en Corral por el sur y el vértice oeste se situó frente a Corral en la longitud 83°00' L.W. En invierno el CG tuvo una posición 39°24' L.S.-76°00' L.S. Además presentó un área de alta concentración en 38°30' L.S. entre los meridianos 82°00' L.W. y 83°00' L.S. En julio de 1998 no existía presencia de jurel al norte de la latitud 36°00' S.



- El jurel presentó en primavera un desplazamiento del este hacia el oeste y en dirección suroeste en el área sur prospectada. A fines del verano el jurel presentó el movimiento desde el oeste hacia el este y desde el sur del área de estudio hacia el noreste, para concentrarse en invierno en sectores costeros entre el norte de Talcahuano y el sur de Corral.
- En noviembre de 1997 se obtuvo un índice de cobertura IC (relación entre las ubm con presencia de recurso jurel y las ubm totales) de 15,99 %, en marzo de 1998 este alcanzó sólo el 8,72%, mientras que en julio de 1998 este se elevó 14,84%. Este último es más bajo en casi un 40% respecto a los resultados entre los años 1991 y 1993 y podría ser un indicador de disminución de la disponibilidad del recurso jurel en el área de estudio.
- La distribución batimétrica del jurel cambió en las estaciones del año, en primavera fue más profunda el 9% del jurel estuvo entre la superficie y los 100 m de profundidad, en verano ocupó profundidades intermedias este porcentaje aumentó al 59% y en invierno la distribución fue más superficial, el 84% estaba entre la superficie y los 100 m de profundidad en la columna de agua. La distribución batimétrica del jurel en invierno permite mejor la capturabilidad de éste con redes de cerco en esa temporada.
- El recurso jurel presentó una clara fluctuación nictimeral, durante las horas de luz nocturna se encontró desde la superficie hasta los 50 m de profundidad conformando ecotrazos de agregaciones dispersas (estratos, disperso e individual). Durante las horas de luz diurna el jurel formaba agregaciones más compactas, tipo cardumen, pero eran más profundas lo que las hace menos accesibles a las redes de cerco durante el día.



### Condiciones oceanográficas:

- En noviembre de 1997, las TSM mostraron una condición homogénea (14-15°C) con la presencia de escasos meandros de aguas cálidas (16°C) o frías (13°C).
- En noviembre de 1997, las zonas identificadas de gradientes térmicos correspondieron a las áreas donde se presentó el recurso.
- En noviembre de 1997, en la vertical se observaron termoclinas evidentes, con una capa de mezcla 40 m de espesor. La distribución vertical de salinidad indicaron un aumento progresivo entre los 100 y 200 m de profundidad, alcanzando el máximo salino a esta profundidad.
- En marzo de 1998, el rango de la TSM fluctuó entre 14° y 20°C, con un incremento de las temperaturas del sur hacia el norte y un claro predominio de las TSM de 15°C. El jurel se presentó hacia el oeste del área y estuvo ausente en aguas de 20°C. La distribución más al sur del recurso jurel puede ser atribuibles a las anomalías presentadas por el fenómeno de "El Niño" 1997-1998.
- El área de prospección estuvo fuertemente influenciada por el evento El Niño 97-98, presentando anomalía de 2 a 3°C, respecto al promedio histórico en el mes de marzo. Mientras que en julio de 1998 no se presentaban evidencias de condiciones "El Niño".



## Morfología de las agregaciones

### Ecoprospección

- En relación a los tipos de ecotrazos, en noviembre de 1997, los cardúmenes presentaron un IC de 0,86%, los estratos de 6,74%, dispersos de 4,05% e y los individuales 4,35%. En marzo de 1998, los cardúmenes presentaron un IC de 0,47%, los estratos de 2,90%, dispersos de 2,17% e y los individuales 3,18%. En julio de 1998 los cardúmenes presentaron un IC de 1,79%, los estratos de 5,42%, dispersos de 1,97% e y los individuales 5,66%. Se presenta en la temporada de invierno una mayor participación porcentual de ecotrazos de cardúmenes que indican una mayor agregación del recurso.
- Las categorías de agregaciones susceptibles a ser capturadas con redes de cerco (cardumen bueno y regular y estrato bueno) presentaron un IC de 0,9% en noviembre de 1997 y julio de 1998, además sólo un 0,33% en el de marzo de 1998. Al considerar la distribución batimétrica del jurel el IC denominado corregido disminuye a 0,079% en noviembre de 1997, 0,196% en marzo de 1998 y aumentó a 0,45% en julio de 1998, por consiguiente en invierno se presenta la posibilidad más alta de capturar jurel tanto por redes de cerco como de arrastre de mediagua.

### En la fase cuantificación con el B/I Abate Molina:

- En noviembre de 1997 se detectaron y prospectaron 11 focos o áreas de abundancia de jurel situados preferentemente entre 36°00' y 37°30' L.S. desde las 120 mn a las 300 mn de la costa; estos focos presentaron una abundancia



relativa promedio de 29,12 t/mn. En marzo de 1998 se detectaron y prospectaron 9 focos de jurel situados preferentemente entre 36°30' y 42°30' L.S desde las 230 mn a las 460 mn de la costa; estos focos presentaron una abundancia relativa promedio de 54,02 t/mn. Entonces la abundancia relativa de los focos fue mayor en verano que en primavera, pero en verano el número de focos y la disponibilidad del jurel era menor.

- En cuanto a la morfología de los ecotrazos, en noviembre de 1997 el alto promedio fue de 5,7 y el ancho de 79,5 m, mientras que en marzo de 1998 el alto promedio fue de 15,5 m y el ancho de 48,8 m. Los ecotrazos son más altos cuando el jurel se presenta más profundo en la columna de agua.

#### **Estrutura de talla:**

- En noviembre de 1997, en el área entre las 100 y 500 mn, el tamaño de los ejemplares de jurel fluctuó entre los 16 y 54 cm longitud horquilla (LH), con una proporción sexual dominada levemente por los machos (55% de machos y 45% de hembra), con moda en los 24 cm. En el área entre la costa y las 100 mn el rango de talla entre 27 y 46 cm LH, con una moda en los 33 cm.
- En marzo de 1998, en el área entre las 200 y 600 mn, el tamaño de los ejemplares de jurel fluctuó entre los 7,5 y 16 cm (LH), con moda principal en 11 cm. En el área costera se presentó un rango de talla entre 21 y 31 cm LH, con una moda en los 23 cm.
- En julio de 1998, el tamaño de los ejemplares de jurel presentaron un rango de talla de 20 a 59 cm con una moda principal a 25 cm y otra secundaria a 42 cm.



- Las tallas de los ejemplares de jurel presentan una componente estacional y espacial. En primavera el recurso presenta talla intermedia, en verano la talla de los ejemplares es la más pequeña del período y en invierno las tallas son mayores. El sector costero, presenta las tallas mayores en las tres estaciones del año, en primavera en el área oceánica presenta una estratificación latitudinal, los ejemplares tienen talla menores hacia el noroeste del área.
- La estructura de talla del jurel encontradas en 1997-98 difiere de las estimadas para los cruceros de 1991 a 1994, donde los ejemplares de mayor tamaño se presentaban en primavera con una escasa participación de ejemplares bajo los 26 cm. En la estación de invierno, en el período 1997-1998, más del 70% de los ejemplares muestreados presentan tallas inferiores a los 26 cm, esta participación porcentual sólo alcanza el 36,6% en el período 1992-1994.

#### **Condición reproductiva:**

- En noviembre 1997 entre las 100 y las 500 mn se encontraron hembras con estado de madurez I a IV, con claro predominio del estado III (54,2%). En la región costera las hembras se presentaron con estado de madurez II a V, con claro predominio del estado III (67,82%).
- El índice gonadosomático muestra que las hembras de tamaños superiores a 25 cm LH entraron a su etapa activa de maduración sexual, la participación de esta talla de ejemplares es baja.



### Distribución de huevos y larvas en el mes de noviembre de 1997:

- En noviembre de 1997, la distribución horizontal de los huevos de jurel, indica que la mayor densidad se presenta en el sector norte del área de estudio donde predominaron aguas de 14-16°C.
- En el área de estudio la densidad promedio en las estaciones positivas fue de 195 huevos /10m<sup>2</sup> y 132 larvas /10m<sup>2</sup> En el sector noreste (considerando sólo las estaciones positivas) las densidades de huevos de jurel alcanzaron casi 200 huevos/10m<sup>2</sup>, las densidades fueron mayores en el sector noroeste con 307 huevos/10 m<sup>2</sup>. El patrón de distribución se mantuvo para los estados larvales.
- En el sector sureste (considerando sólo las estaciones positivas) las densidades de huevos fue de 57 huevos/10m<sup>2</sup> no se detectaron larvas. En el sector suroeste la densidad fue de 97 huevos/10m<sup>2</sup> y de 40 larvas/10m<sup>2</sup>..
- En el sector noreste del área de estudio la dominancia numérica del jurel es de 21,92% para los huevos y 21,76 % para las larvas. En el sector noroeste la dominancia numérica aumenta a 78,36% para los huevos y 60,30% para las larvas.
- En primavera de 1997, para el área total se encontró una densidad de huevos de jurel (en estaciones positivas) de sólo 111 huevos por 10m<sup>2</sup>, mientras que la de los años 1992 fue cuatro veces superiores alcanzando 423 huevos por 10m<sup>2</sup>. En 1997 (crucero 9711) para el área total se encontró una densidad de larvas de jurel (en estaciones positivas) de sólo 38 larvas por 10m<sup>2</sup>, mientras que la del año 1992 fue siete veces superiores alcanzando 296 larvas por



10m<sup>2</sup>-. Existe entonces una notable disminución de presencias de huevos y larvas de jurel en la primavera de 1997, respecto a lo reportado en el año 1992, ésto puede ser atribuible a la escasa presencia de jurel que reporten estadíos sobre IV en el área oceánica en la primavera de 1997. Lo que puede ser consecuencia de la presencia de jurel de escasa talla o de un retraso en el período de desove afectado por el fenómeno de el Niño.

#### **Contenido estomacal:**

- El 21,0 y 38,1% de los estómagos de noviembre y marzo respectivamente, presentaron algún tipo de contenido,
- Se encontraron un total de 6 taxa, 5 en los oceánicos (copépodos, thecosomata, heteropodos, gastrópodos y salpas) y sólo dos en los capturados en la zona costera (eufáusidos y salpas). Los copépodos fueron el grupo dominante en los estómagos de jureles oceánicos, y mientras que los eufáusidos fueron el grupo importante en los costeros, esta diferencia en los contenidos gástricos puede ser atribuible a las tallas de los ejemplares de jurel, estos tienen tallas menores en el sector oceánico.



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahlstrom, E.H. y R.C. Counts, 1958. Development and distribution of *Vinciguerria lucetia* and related species in the Eastern Pacific. Fish. Bull., U.S. 58 :363-416.
- Alexeev, F.E. y E.I. Alexeeva 1980. Escala para la determinación de estados de madurez de ovarios del jurel *Trachurus symmetricus murphyi* del Pacífico Suroriental. AtlantNIRO, Kaliningrado (en ruso).
- Andrianov D.P. 1994. Sobre la biología reproductiva del jurel peruano. En: Biología y pesca comercial del jurel en el Pacífico sur. D. Arcos y A. Grechina (De.), 25-35.
- Andronov, V. 1985. Feeding of cape horse mackerel, *Trachurus trachurus capensis* Castelnau, in the Namibian area. Colln Scient. Pap. Int. Commn SE. Atl. Fish, 12(1):1-16.
- Arancibia, H., L. Miranda, S. Núñez, G. Vásquez & E. Yáñez. 1995. Determinación de las relaciones tróficas en el recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos (Eds.). Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Informe Final, Proyecto FIP 018-93. Organismo ejecutor: Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A.
- Bloom, S. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.



- Balbontín, F. & M.C. Orellana (1983). Descripción de las larvas del pez linterna *Hygophum brunni* del área de Valparaíso, Chile (Pisces, Myctophidae). Rev. Biol. Mar., 19(2) :205-216.
- Barbieri, M. A. 1981. Variabilité des données acoustiques utilisées dans l'évaluation des biomasses halietiques par echo-integration. Thesis doctorat 3ème cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197pp.
- Barbieri, M. A. y J. Córdova 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: La pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, 249-259.
- Barbieri, M.A., J. Córdova, S.Lillo, J. Castillo, G.Böhm, E. Yáñez y V.Catasti, 1998. Evaluación hoidroacústica de jurel en la zona centro-sur (Fase crucero metodológico). Informe final Fip 95-07, 108pp, figuras + anexos.
- Castillo, J. M.A. Barbieri, a. Paillamán y U. Parker 1995. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española del regiones I a IV. Informe Proyecto al FIP. IFOP, Chile, 152 pp, figuras + anexos.
- Córdova, J., M. Prats y B. Leiva 1992. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile. En: Programa de Evaluación del recurso jurel e investigaciones asociadas. Mayo- diciembre 1992. asociación Gremial de Industriales Pesqueros de Bío-Bío e Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile: 35pp.



- Córdova, J., M. A. Barbieri y H. Robotham 1994. Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. IFOP, Chile 148pp.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillaman, H. Robotham y M. Rojas 1994. Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. IFOP, Chile 152pp.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas, S. Núñez, J. Ortiz, D. Arcos, K. Nieto, V. Valenzuela, H. Miles, L. Miranda, C. Cuevas, y H. Rebolledo. 1998. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX., Instituto de Fomento Pesquero e Instituto de Investigaciones Pesqueras, Fip 96-13, 161pp+ Anexos de Figuras.
- Córdova, J y J. Ortiz. 1998. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero e Instituto de Investigaciones Pesqueras, Informe de avance Fip 98-11, 22 pp+ Anexos de Figuras.
- Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao), 44: 387 pp.
- Dejnik, T.V. y M.M Nevisnkiy. 1994. Distribución y abundancia de huevos y larvas de jurel, pp: 37-42. *En*: Biología y pesca comercial del jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos & A. Gretchina (eds). Editorial Anibal Pinto. Instituto de Investigación Pesquera.



- Dahl, K. & E. Kirkegaard. 1987. The diet and consumption of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Eastern North Sea, august 1986. ICES C.M. 1987/H:43.
- Davis, J. 1973. Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons, Inc (De.), 550 pp.
- Ermolovich, C. & L. Gardina. 1994. Alimentación del jurel. En: Biología y Pesca Comercial del Jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos y A. Grechina (Eds.): 55-60.
- Evseenko, S. A. 1987. Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Fahay, M.P. (1983). Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian shelf. J. North. Western Atlan. Fis. Sci., Vol.4.
- Foote y Rivoirard 1992. Geostastical analysis of acoustic survey data on group herring in Fjord. ICES C.M. 1992/D; 10: 14.
- Grechina, A., S. Núñez y D. Arcos. 1994. Desove del recurso jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el Océano Pacífico Sur. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq., Talcahuano, 3(3) :1-44.



- Grechina A.S., S.P. Núñez & D.F. Arcos. 1995. Biología reproductiva del jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* en el Océano Pacífico Sur. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 4, Núm. 2, 42p.
- Hecht, T. 1990. On the life history of cape horse mackerel *Trachurus trachurus capensis* off the South-east coast of South Africa. En: South African Journal of Marine Science (9). Payne, A & H. van D. Boonstra (Eds.): 317-326.
- Hynes, H. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitus*), with a review of methods used in studies of the foods of fishes. J. Anim. Ecol. 19(1):36-58.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish. Biol., 17:411-429.
- Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (*Trachurus spp.*) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.
- Kawahara, S., J. Uozum y H. Jamada. 1988. First record of a carangid fish, *Trachurus murphyi*, from New Zealand waters. Jap. J. Ichthyol. 35(2): 212-214. Konchina, Y. 1980. The Peruvian jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*, a facultative predator in the coastal upwelling ecosystem. J. Ichthyol. 20(5):46-59.



- Konchina, Y. 1980. Jurel peruano *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) el predador facultativo del ecosistema de surgencia peruana. Voprosy ictologii, Vol. 20, Publ.5:820-835 (en ruso).
- Konchina, Y. 1983. The feeding niche of the hake *Merluccius gayi* (Merlucciidae), and the jack mackerel, *Trachurus symmetricus* (Carangidae) in the Trophic System of the Peruvian Coastal Upwelling. J. Ichthyol. 23(2):87-98.
- Lillo, S., J. Códova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, R. Alarcón, L. Miranda, M. Braun, S. Núñez y J. Ortiz 1998. Evaluación hidroacústica del stock de merluza comun explotado en la zona centro-sur. Instituto de Fomento Pesquero, 125 pp. Anexo + Figuras.
- Matheron 1971. The theory of regionalised variables and their applications. Fontainebleau. ENSMP, centre de Géostatistique, coll. les cahiers du centre de Morphologie mathématique, fasc. 5, 212pp.
- Millero, F. & A. Poisson (1981). International one atmosphere equation of state of seawater. Deep-Sea Res., 28A : 625-629.
- Miranda, L., A. Hernández, A. Sepúlveda y M. Landaeta. 1998. Alimentación de jurel y análisis de la selectividad en la zona centro-sur de Chile. En: Biología y ecología del jurel en aguas chilenas. D. Arcos (Ed). Instituto de investigación pesquera, Talcahuano-Chile. 173-187.
- Moser, H.G., ed. (1984) Ontogeny and systematics of fishes. American Society of ichthyologist and herpetologists. Special Publication N°1.



- Moser, H.G. & E.H. Ahlstrom (1970). Development of lantern-fishes (Family Myctophidae) in the California Current. Part I. Species with narrow-eyed larvae. Bull. L.A. city. Mus. Nat. Hist. Sci., 7, 145 pp.
- Olivar, M. 1990. Spatial patterns of ichthyoplankton distribution in relation to hydrographic features in the Northern Benguela Region. Mar. Biol. 106:39-48.
- Oven, L.S. 1976. Particularidades de ovogénisis y carácter del desove de peces marinos. Kiev, "Naukova dumka": 1-125 (en ruso).
- Parsons, T.R., Y. Maita y C.M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, 172 pp.
- Petitgas P. 1993. Geostatistics for fish stock assessment: a review and on acoustic applications. ICES J. mar. Sci., 50: 285 -298.
- Quiñones, R., H. Muñoz, R. Serra, S. Núñez, J. Córdova y D. Figueroa. (Eds.). 1995. Informe final. Evaluación Hidroacústica en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera, 221 pp + Anexo Figuras.
- Santander, H. & O. S. de Castillo (1969). Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza (*Merluccius gayi*) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú, 2(3).



- Santander, H. & O. S. de Castillo (1979). El ictioplancton de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú, 4(3): 69-112.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones y M. Sobarzo. 1994. Informe Final Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada : años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero, 110 pp + Anexo de Figuras
- Serra,R., H. Arancibia, D. Arcos, M.A. Barbieri, J. L. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones y H. Robotham. 1994. Evaluación directa del stock de jurel en la zona centro-sur. Instituto de Fomento Pesquero. 148pp+Anexo figuras.
- Stevens, J., H. Hausfeld & S. Davenport. 1984. Observations on the biology, distribution and abundance of *Trachurus declivis*, *Sardinops neopilchardus* and *Scomber australasicus* in the Great Australian Bight. CSIRO Marine Laboratories. Report 164. 27 pp.
- Storozhuk A.Y., Dobrusin M.S. y E. I. Eliseeva. 1994. Dinámica estacional de los cambios de materia (composición corporal) del jurel en la subdivisión sur del Pacífico suroriental. En:D.Arcos &A.S. Grechina (eds). Biología y Pesca Comercial del Jurel en el Pacífico Sur. Instituto de Investigaciones Pesqueras. Editora Aníbal Pinto: 61-67



- UNESCO (1981a) The practical salinity scale 1978 and the international equation of state of seawater 1980. UNESCO Tech. Pap. In Mar. Sci. N°36.
- UNESCO (1981b) Backgrounds papers and supporting data on the practical salinity scale 1978. UNESCO Tech. Pap. In Mar. Sci. N°37.
- Véjar, F. 1997. Caracterización de núcleos de desove y estimación de la mortalidad larval de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el sector oceánico frente a Chile central. Seminario para optar al Título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción. 75 pp.
- Yáñez, E., V. Catasti, M.A. Barbieri y G. Böhm 1996. Relaciones entre la distribución de recursos pelágicos pequeños y la temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en la zona central de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 24: 107-122.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

# ANEXO I



## ANEXO I

### Escala de los estados de madurez de hembras de jurel

La escala de los estados de madurez de hembras de jurel que se presentará a continuación, fue descrita por Andrianov (1987) y fue confeccionada tanto con datos propios como con información de Alexeev y Alexeeva (1980) para esta especie. En este caso se presenta la tabla en forma detallada para su uso en el laboratorio y no necesariamente puede ser utilizada en forma completa en terreno, sin embargo permite utilizar los estadios que puedan ser diferenciables macroscópicamente a bordo de las embarcaciones. La numeración de los estados de madurez según Oven (1976) tanto para su reconocimiento macroscópico como microscópico, es la siguiente:

**Estado de madurez juvenil:** Las gónadas juveniles son delgadas, transparentes y filiformes. El sexo no se puede establecer a simple vista.

**Estado de madurez I:** Los ovarios son ovalados, delgados, transparentes, a diferencia de los testículos que tienen cavidades interiores. Al microscopio (aumento x 10), se observan placas de huevos dobladas y ovocitos transparentes de hasta 100  $\mu$ m de diámetro.

La histología de este estado, presenta toda la gama de ovocitos del período de crecimiento protoplasmático, con un diámetro máximo de 80  $\mu$ m. Las células se encuentran muy concentradas y son por lo general redondeadas con un gran núcleo dispuesto en el centro (diámetro de hasta 50  $\mu$ m). Los nucléolos se distribuyen por



todo el núcleo sin un patrón definido. La envoltura de los ovocitos y las células foliculares no se diferencian al teñirse con hematoxilina.

**Estado de madurez II:** Los ovarios son similares al estado de madurez anterior, diferenciándose sólo por: (a) el gran diámetro de los ovocitos mayores en el período de crecimiento protoplasmático (hasta 200  $\mu\text{m}$ ), (b) por la disposición de los nucléolos, que se encuentran en la membrana nuclear y, (c) debido a que se distinguen mejor las células en la envoltura folicular, las que son fusiformes y se ubican en forma densa y adyacente a los ovocitos. Los ovocitos son transparentes, incoloros, difícilmente diferenciables a simple vista, pero fácilmente diferenciables al microscopio, donde el diámetro de las células más grandes alcanza los 160  $\mu\text{m}$ .

**Estado de madurez III:** En este estado, los ovocitos se encuentran en el inicio del período de crecimiento trofoplasmático. Como consecuencia de la separación del material nutricional, los ovocitos ya no son transparentes, son turbios y su color cambia de blanco a amarillo; el diámetro de los ovocitos más desarrollados alcanza a 500  $\mu\text{m}$ . Los ovarios aumentan su volumen y su color varía de amarillo pálido a amarillo fuerte.

En cortes histológicos de los ovarios, este estado representa toda la gama de los ovocitos del período de crecimiento protoplasmático, y también una secuencia ininterrumpida de los cambios en la condición de los ovocitos durante el período de crecimiento trofoplasmático, desde la fase de vacuolización (diámetro de ovocitos= 160-200  $\mu\text{m}$ ) hasta el inicio de separación del vitelo (diámetro de ovocitos= 350-400  $\mu\text{m}$ ). Al entrar al período de crecimiento trofoplasmático, comienzan a aparecer algunas pequeñas vacuolas en el citoplasma celular (hasta 6  $\mu\text{m}$  de diámetro). Con el aumento del tamaño de las células aumenta la cantidad de vacuolas y



también el tamaño de éstas (hasta 22 mm de diámetro); las vacuolas se concentran en la zona cercana al núcleo y en la envoltura de los ovocitos. El citoplasma de estas células es granuloso, el núcleo tiene 90 mm de diámetro y los nucléolos están ubicados en la membrana nuclear. La envoltura de los ovocitos está fuertemente desarrollada alcanzando un grosor de 6 mm , pero la estructura no se puede diferenciar.

En la envoltura folicular de los ovocitos se observan claramente dos capas y en ovocitos de 300-350 mm de diámetro en la zona periférica del citoplasma presenta pequeños gránulos de vitelo variando entre 1-2 mm . En este estado, los ovocitos entran a la fase de concentración de vitelo.

**Estado de madurez IV:** Los ovocitos se encuentran en la etapa final del período de crecimiento trofoplasmático ("ovocitos de tamaño definitivo"), presentando un diámetro de 550-750 mm y una coloración fuertemente amarillenta. Los ovarios son más grandes, más densos y amarillentos, observándose claramente los ovocitos a través de la envoltura.

Debido a su gran volumen, no se logra seguir la transición de las células desde el período de crecimiento protoplasmático. Los ovocitos mayores y con mayor cantidad de vitelo, de 600-650 último por presentar células más granulosas y entre los ovocitos grandes se encuentran algunos que no han sido expulsados de los folículos durante la ovulación. En algunos cortes están presentes huevos más duros, de forma ameboidal, que no han sido desovados en el transcurso de la expulsión anterior.

**Estado de madurez VI-II:** Este es el denominado estado de salida, característico de peces que hace poco han desovado la última tanda de huevos. Según la



composición de las células sexuales, los ovarios semejan el estado de madurez II en peces inmaduros. Los ovocitos están presentes másivamente, en todas las fases del período de crecimiento protoplasmático, con diámetros de hasta 200  $\mu$  y folículos vacíos. Los ovocitos más grandes, llenos de vitelo, están ausentes o se encuentran sólo en unidades o restos. Los ovarios son flácidos y de color rojo pardo; en la cavidad de éstos se encuentran huevos transparentes que no han sido expulsados.

En el transcurso de este estado de madurez, se rompen los restos de ovocitos con vitelo, huevos maduros no expulsados y folículos vacíos. Visualmente, dicho estado se define como post desove, al momento de observar ovarios con rasgos externos del desove anterior; tales como, color rojo pardo, red inflamada de vasos sanguíneos en la envoltura, restos de ovocitos con vitelo en rompimiento y folículos en forma de bloques de color pardo. Al desaparecer las señales del desove anterior, y antes del comienzo del nuevo ciclo de maduración, los ovarios del jurel entran nuevamente al estado de madurez II.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

# TABLAS

**Tabla 1.** Crucero de prospección 9711: tipo, área, fecha y actividades prioritarias.

Fase	Area	Fecha	Embarcación(es)	Actividades prioritarias
Exploratoria I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 36°00'S a 40°00'S (41°00'S)</li> <li>• 100 a 500 mn</li> </ul>	17 al 23.11.97	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Cazador</li> <li>• Lider</li> <li>• Loa-24</li> <li>• Loa-25</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ecoprospección</li> <li>• lances pesca</li> <li>• muestreo biológico</li> <li>• plancton</li> <li>• TSM</li> </ul>
Cuantificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• focos de concentración de jurel de la fase exploratoria</li> </ul>	17 al 23.11.97	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abate Molina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ecointegración</li> <li>• lance de pesca</li> <li>• muestreo biológico</li> <li>• plancton</li> <li>• estaciones oceanográficas</li> </ul>
Exploratoria II (continuación)		24 al 30.11.97 *(3.12.97)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cazador</li> <li>• Lider</li> <li>• Loa-24</li> <li>• Loa-25</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lance de pesca</li> <li>• muestreo biológico</li> </ul>

\* Pam Lider

**Tabla 2.** Resumen del número de lances de pesca y número de muestras biológicas y oceanográficas obtenidas durante el crucero de investigación 9711.

Fase crucero	Barco	Lances de Pesca de jurel	Muestras de TSM	Estaciones de plancton	Frecuencia de tamaños N° ejemplares	Muestras Biológicas N° ejemplares
Exploratoria I	Loa-24	0	109	17	0	0
	Loa-25	1	123	14	140	140
	Lider	0	120	15	0	0
	Cazador	0	108	21	0	0
	Subtotal	1			140	140
Cuantificación	Abate Molina	12	27	16	659	238
	Sutototal	12			659	238
Exploratoria II	Loa-24	4			298	253
	Loa-25	1			193	171
	Lider	0			0	0
	Cazador	0			0	0
	Subtotal	5			491	424
	Total	18	487	83	1290	802

**Tabla 3.** Crucero de prospección 9803: tipo, área, fecha y actividades prioritarias.

Fase	Area	Fecha	Embarcación(es)	Nº de lances	Actividades prioritarias
Exploratoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 36°00'S a 45°00'S (35°00'S)</li> <li>• 200 a 600 mn</li> <li>• <b>Subtotal</b></li> </ul>	15 -25.03.98	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Don Manuel</li> <li>• Lider</li> <li>• Vulcano</li> <li>• Don Julio</li> <li>• Lonco</li> <li>• Cazador</li> <li>• Vestisquero</li> <li>• Don Boris</li> <li>• Ranquihue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2</li> <li>• 2</li> <li>• 1</li> <li>• 1</li> <li>• 1</li> <li>• 0</li> <li>• 0</li> <li>• 0</li> <li>• 1</li> <li>• 8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ecoprospección</li> <li>• lances pesca</li> <li>• muestreo biológico</li> <li>• TSM</li> </ul>
Cuantificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 focos en sector oceánico</li> <li>• 1 foco en el sector costero</li> <li>• <b>Subtotal</b></li> </ul>	11 - 28.11.98	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abate Molina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10</li> <li>• 7</li> <li>• 17</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ecointegración</li> <li>• lance de pesca</li> <li>• muestreo biológico</li> </ul>

**Tabla 4.** Crucero de prospección 9807: tipo, fecha y actividades prioritarias

Area	Fecha	Embarcaciones	Nº de lances	Actividades prioritarias
34°00' - 44°00' L.S. 4 a 400 mn de la costa	7 -.12.07.98	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Lider"</li> <li>• Don Julio"</li> <li>• "Don Edmundo"</li> <li>• "Lonco"</li> <li>• "Norbas"</li> <li>• "Cazador"</li> <li>• "Ranquihue"</li> <li>• "Vulcano"</li> <li>• "Toyita"</li> <li>• "Don Boris"</li> <li>Sub-total</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2</li> <li>5</li> <li>5</li> <li>8</li> <li>3</li> <li>6</li> <li>3</li> <li>2</li> <li>3</li> <li>2</li> <li>39</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ecoprospección</li> <li>lances de pesca</li> <li>muestreo biológico</li> <li>TSM</li> </ul>

**Tabla 5.** Grupos de tamaño artificiales de jurel.

Grupo de tamaño	Longitud horquilla (cm)	
	Desde	Hasta
0	7	15
1	16	20
2	21	25
3	26	30
4	31	35
5	36	>36

**Tabla 6.** Índice de cobertura por tipo y categorías de IC de agregaciones CRUCERO 9711

Tipo de agregación	Tipo de categoría de IC (%)				Total
	Mala	Regular	Buena	No clasificados	
Cardumen	0,17	0,32	0,35		0,86
Estratos	5,36	0,96	0,23		6,74
Disperso	3,55	0,38	0		4,05
Individual	4,02	0,20	0		4,35
<b>Total</b>	<b>13,11</b>	<b>1,86</b>	<b>0,58</b>	<b>0,44</b>	<b>15,99</b>

**Tabla 7.** Fase de cuantificación del crucero de noviembre de 1997: participación porcentual del tipo de agregaciones, profundidad, ancho y alto promedios (m) y abundancia relativa promedio en Sa y t/mn<sup>2</sup>.

Agregación	Tipo de agregaciones (%)	Profundidad promedio (m)	Ancho promedio (m)	Alto promedio (m)	Abundancia relativa promedio	
					Sa	t/mn <sup>2</sup>
Cardumen	27,32	132,2	31,3	6,5	318,8	40,68
Estrato	16,10	118,5	375,9	5,9	715,6	91,32
Disperso	0,49	148,0	15,0	4,0	140,0	17,87
Individual	56,10	152,8	18,4	5,3	44,9	5,73
Promedio*		141,6	79,5	5,7	228,2	29,12

\* estimado del total de observaciones

**Tabla 8.** Índice de cobertura por tipo y categorías de IC de agregaciones CRUCERO 9803

Tipo de agregación	Tipo de categoría de IC (%)			
	Mala	Regular	Buena	Total
Cardumen	0,18	0,25	0,04	<b>0,47</b>
Estratos	2,68	0,18	0,04	<b>2,90</b>
Disperso	2,13	0,04		<b>2,17</b>
Individual	3,18			<b>3,18</b>
<b>Total</b>	<b>8,17</b>	<b>0,47</b>	<b>0,08</b>	<b>8,72</b>

**Tabla 9.** Fase de cuantificación del crucero de marzo de 1998: participación porcentual del tipo de agregaciones, profundidad, ancho y alto promedios (m), abundancia relativa promedio en Sa y t/mn<sup>2</sup>.

Agregación	Tipo de agregaciones (%)	Profundidad promedio (m)	Ancho promedio (m)	Alto promedio (m)	Abundancia relativa promedio	
					Sa	t/mn <sup>2</sup>
Cardumen	9,23	60,7	85,6	9,0	2498,9	153,01
Estrato	39,07	78,4	47,1	15,7	1352,0	82,78
Disperso	36,90	72,5	0	20,7	264,3	16,18
Individual	14,81	76,5	18,3	6,3	176,2	10,79
Promedio*		74,3	48,2	15,5	882,3	54,02

\* estimado del total de observaciones

**Tabla 10.** Índice de cobertura por tipo y categorías de IC de agregaciones CRUCERO 9807

Tipo de agregación	Tipo de categoría de IC (%)			
	Mala	Regular	Buena	Total
Cardumen	1,10	0,38	0,31	1,79
Estratos	4,04	1,17	0,21	5,42
Disperso	1,90	0,07		1,97
Individual	5,59	0,07		5,66
<b>Total</b>	<b>12,63</b>	<b>1,69</b>	<b>0,52</b>	<b>14,84</b>

**Tabla 11.** Resultados de autocorrelación de noviembre de 1997 y de marzo de 1998

Focos	Crucero 9711			Crucero 9803		
	Macro-estructuras			Macro-estructuras		
	NS	1° (mn)	2° (mn)	NS	1°(mn)	2°(mn)
1		0,5	1,5		0,5	
2	no				0,5*	4,0
3		1,5			0,5	
4		0,5	2,0		3,0	
5	no				1,5*	4,0
6		1,0*	2,5		1,0*	3,5
7		3,0*	5,5	no		
8	no			no		
9		0,5*	4	no		
10				no		
11					1,0*	

\* Significativa

**Tabla 12.** Rangos de talla de jurel por cruceros.

Crucero	ubicación	Rango de talla(cm)	Moda principal (cm)	Moda secundaria (cm)	% inferior talla 26 cm
9711	costera	16 - 46	33		
	oceánica	16 - 54	24	?	95,1
9803	costera	21 - 31	23		
	oceánica	7,5 - 16	08	9 y 13,5	100
9807	costera	20 - 40	25		48,1
	oceánica	20 - 59	25	42	38,1

**Tabla 13.** Parámetros de la relación longitud-peso en el jurel (noviembre de 1997).

Muestra	Parámetro a	Parámetro b	R <sup>2</sup>	Valor de probabilidad b=3
B/I Abate Molina (Zonas 1 y 2)	0,0328	2,6681	0,9726	< 0,01
Loa 25 (Zona 3)	0,0473	2,6248	0,8450	< 0,01
Loa 24 (Zona 3)	0,0355	2,7041	0,9029	< 0,01
Desembarque regional	0,0474	2,6301	0,8982	< 0,01

**Tabla 14.** Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector noreste del área de estudio en noviembre de 1997.

Especies (huevos)	N° huevos totales (huevos/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (huevos/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (huevos/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Trachurus murphyi</i>	3782	27	19	140	199	70,37	21,92
<i>Vinciguerra lucetia</i>	12976	27	13	481	998	48,15	75,20
Otros huevos	498	27	8	18	62	29,63	2,89
Huevos totales	17256	27	22	639	784	81,48	100,00
Especies (larvas)	N° larvas totales (larvas/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones,	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (larvas/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (larvas/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Hygophum brunni</i>	1533	27	16	57	96	59,26	35,64
<i>Trachurus murphyi</i>	936	27	9	35	104	33,33	21,76
<i>Vinciguerra lucetia</i>	686	27	11	25	62	40,74	15,95
Otras larvas	1147	27	15	43	76	55,56	26,65
Totales	4302	27	22	159	196	81,48	100,00

**Tabla 15.** Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector noroeste del área de estudio en noviembre de 1997.

Especies (huevos)	N° huevos totales (huevos/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (huevos/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (huevos/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Trachurus murphyi</i>	4612	21	15	220	307	71,43	78,36
<i>Vinciguerra lucetia</i>	788	21	11	38	72	52,38	13,39
Otros huevos	486	21	9	23	54	42,86	8,25
Huevos totales	5885	21	18	280	327	85,71	100,00
Especies (larvas)	N° larvas totales (larvas/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (larvas/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (larvas/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Hygophum brunni</i>	284	21	6	14	47	28,57	7,66
<i>Trachurus murphyi</i>	2237	21	13	107	172	61,90	60,30
<i>Vinciguerra lucetia</i>	267	21	5	13	53	23,81	7,20
Otras larvas	921	21	14	44	66	66,67	24,84
Totales	3710	21	19	177	195	90,48	100,00

**Tabla 16.** Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector suroeste del área de estudio en noviembre de 1997.

Especies (huevos)	N° huevos totales (huevos/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (huevos/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (huevos/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Trachurus murphyi</i>	682	21	7	32	97	33,33	75,59
<i>Vinciguerra lucetia</i>	60	21	2	3	30	9,52	6,60
Otros huevos	161	21	6	8	27	28,57	17,81
Huevos totales	903	21	13	43	69	61,90	100,00
Especies (larvas)	N° larvas totales (larvas/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (larvas/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (larvas/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Hygophum brunni</i>	109	21	2	5	54	9,52	7,76
<i>Trachurus murphyi</i>	0	21	-	0	0	0,00	0,00
<i>Vinciguerra lucetia</i>	89	21	2	4	45	9,52	6,37
Otras larvas	1204	21	14	57	86	66,67	85,87
Totales	1402	21	16	67	88	76,19	100,00

**Tabla 17.** Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en sector sureste del área de estudio en noviembre de 1997.

Especies (huevos)	N° huevos totales (huevos/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (huevos/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (huevos/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Trachurus murphyi</i>	397	15	7	27	57	46,67	34,46
<i>Vinciguerria lucetia</i>	558	15	8	37	70	53,33	48,37
Otros huevos	198	15	4	13	50	26,67	17,18
Huevos totales	1154	15	9	77	128	60,00	100,00
Especies (larvas)	N° larvas totales (larvas/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (larvas/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (larvas/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Hygophum brunni</i>	635	15	5	42	127	33,33	50,75
<i>Trachurus murphyi</i>	120	15	3	8	40	20,00	9,59
<i>Vinciguerria lucetia</i>	160	15	3	11	53	20,00	12,81
Otras larvas	336	15	9	22	37	60,00	26,85
Totales	1252	15	11	83	114	73,33	100,00

**Tabla 18.** Densidad promedio (ind/10m<sup>2</sup>), frecuencia (%) y dominancia numérica (%) de huevos y larvas de peces detectados en toda el área de estudio en noviembre de 1997.

Especies (huevos)	N° larvas totales (huevos/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (huevos/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (huevos/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Trachurus murphyi</i>	9534	84	49	111	195	56,98	37,66
<i>Vinciguerria lucetia</i>	14412	84	35	168	412	40,70	56,92
Otros huevos	1373	84	28	16	49	32,56	5,42
Huevos totales	25318	84	63	294	402	73,26	100,00
Especies (larvas)	N° larvas totales (larvas/10m <sup>2</sup> )	N° total de estaciones.	N° estaciones positivas	Densidad total estaciones (larvas/10m <sup>2</sup> )	Densidad estaciones positivas (larvas/10m <sup>2</sup> )	Frecuencia (%)	Dominancia (%)
<i>Hygophum brunni</i>	2562	84	29	30	88	33,72	24,02
<i>Trachurus murphyi</i>	3293	84	25	38	132	29,07	30,88
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1203	84	21	14	57	24,42	11,28
Otras larvas	3608	84	52	42	69	60,47	33,83
Totales	10666	84	68	124	157	79,07	100,00

**Tabla 19.** Total de estómagos analizados, estómagos con contenido y su porcentaje.

Mes/año	Sector	Total de estómagos	Estómagos con contenido	Porcentaje (%)
Noviembre 1997	Costero (Co)	409	92	22,5
Noviembre 1997	Oceánico (Oc)	239	44	18,4
Total Noviembre 1997		648	136	21,0
Marzo 1998	Costero (Co)	120	23	19,2
Marzo 1998	Oceánico (Oc)	56	44	78,6
Total marzo 1998		176	67	38,1
TOTAL 1997-98		824	203	24,6

**Tabla 20.** Frecuencias en número (N%), en peso (P%) y de aparición (F%) de las presas de *T.s. murphyi* en el sector oceánico y costero.

En Número (N%)

Año-Zona-Grupo	Eufáusidos	Copépodos	Gastrópodos	Salpas	Heterópodos	Thecosomata
97-Costero-2	6.1			93.9		
97-Costero-3	89.0			11.0		
97-Costero-4	≈100.0			≈0.0		
97-Costero-5	70.7			29.3		
<b>97-Total</b>	<b>89.6</b>			<b>10.4</b>		
<b>Costeros</b>						
97-Oceánico-1		97.7			2.3	
97-Oceánico-2		98.2		0.6	1.2	
97-Oceánico-3		99.5		0.5		
97-Oceánico-5				100.0		
<b>97-Total- Oceánicos</b>		<b>98.0</b>		<b>0.4</b>	<b>1.7</b>	
<b>Total 97</b>	<b>40.5</b>	<b>53.7</b>		<b>4.9</b>	<b>0.9</b>	
98-Costero-2	100.0					
98-Costero-3	100.0					
98-Costero-4						
<b>98-Total</b>	<b>100.0</b>					
<b>Costeros</b>						
98-Oceánico-1		72.2	4.9		18.0	4.9
98-Oceánico-0						
<b>98-Total- Oceánicos</b>		<b>72.2</b>	<b>4.9</b>		<b>18.0</b>	<b>4.9</b>
<b>Total 98</b>	<b>19.7</b>	<b>58.0</b>	<b>3.9</b>		<b>14.5</b>	<b>3.9</b>
<b>TOTAL</b>	<b>35.5</b>	<b>54.7</b>	<b>0.9</b>	<b>3.7</b>	<b>4.1</b>	<b>0.9</b>

continuación...

## En Peso (P%)

Año-zona-grupo	Eufáusidos	Copépodos	Gastrópodos	Salpas	Heterópodo s	Thecosomata
97-Costero-2	6.0			94.0		
97-Costero-3	85.5			14.5		
97-Costero-4	99.8			0.2		
97-Costero-5	64.8			35.2		
<b>97-Total</b>	<b>87.9</b>			<b>12.1</b>		
<b>Costeros</b>						
97-Oceánico-1		100.0				
97-Oceánico-2		93.4		6.6		
97-Oceánico-3		94.6		5.4		
97-Oceánico-5				100.0		
<b>97-Total- Oceánicos</b>		<b>95.4</b>		<b>4.6</b>		
<b>Total 97</b>	<b>84.1</b>	<b>4.1</b>		<b>11.8</b>		
98-Costero-2	100.0					
98-Costero-3	100.0					
98-Costero-4						
<b>98-Total</b>	<b>100.0</b>					
<b>Costeros</b>						
98-Oceánico-1		99.6			0.3	0.1
98-Oceánico-0						
<b>98-Total- Oceánicos</b>		<b>99.6</b>			<b>0.3</b>	<b>0.1</b>
<b>Total 98</b>	<b>90.4</b>	<b>9.6</b>			<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>84.9</b>	<b>4.8</b>		<b>10.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

## Aparición (F%)

Año-zona-grupo	Eufáusidos	Copépodos	Gastrópodos	Salpas	Heterópodo s	Thecosomata
97-Costero-2	6.3			93.8		
97-Costero-3	61.9			38.1		
97-Costero-4	96.9			3.1		
97-Costero-5	30.4			69.6		
<b>97-Total-</b>	<b>56.5</b>			<b>43.5</b>		
<b>Costeros</b>						
97-Oceánico-1		100.0			50.0	
97-Oceánico-2		72.0		32.0	12.0	
97-Oceánico-3		50.0		50.0		
97-Oceánico-5				33.3		
<b>97-Total- Oceánicos</b>		<b>75.0</b>		<b>22.7</b>	<b>22.7</b>	

Año-zona-grupo	Eufáusidos	Copépodos	Gastrópodos	Salpas	Heterópodos	Thecosomatas
<b>Total 97</b>	<b>38.2</b>	<b>24.3</b>		<b>36.8</b>	<b>7.4</b>	
98-Costero-2	78.9					
98-Costero-3	100.0					
98-Costero-4						
<b>98-Total</b>	<b>78.3</b>					
<b>Costeros</b>						
98-Oceánico-1		52.4	23.8		45.2	35.7
98-Oceánico-0						
<b>98-Total- Oceánicos</b>		<b>50.0</b>	<b>22.7</b>		<b>43.2</b>	<b>34.1</b>
<b>Total 98</b>	<b>26.9</b>	<b>32.8</b>	<b>14.9</b>		<b>28.4</b>	<b>22.4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>34.5</b>	<b>27.1</b>	<b>4.9</b>	<b>24.6</b>	<b>14.3</b>	<b>7.4</b>

\*\*La diferencia con el total de algunos valores se debe a los restos de crustáceos los cuales fueron considerables.

**Tabla 21.** Valores superficiales de las variables medidas (T.S.= temperatura superficial del mar ; S.S.= salinidad superficial del mar ; D.S. densidad superficial del mar ; O.S. concentración de oxígeno disuelto superficial). PBT= profundidad base de la termoclina , PCM= profundidad de la capa de mezcla, MGT= máximo gradiente térmico, PMGT= profundidad del máximo gradiente térmico, I.T.= profundidad de detección de inversiones térmicas.

Estación	T.S. (°C)	S.S.	D.S. ( $\sigma_t$ )	O.S. (ml/l)	PBT (m)	PCM (m)	MGT (°C/m)	PMGT (m)	I.T. (m)
01	15,664	-	-	6,532	54	18	-0,403	22	-
02	14,550	33,89	25,214	6,582	82	34	-0,237	40	-
03	14,845	33,97	25,212	6,343	78	40	-0,483	46	-
04	14,762	33,93	25,199	6,527	66	36	-0,230	38	-
05	14,709	33,96	25,234	6,48	72	24	-0,162	26	226
06	14,694	33,96	25,237	6,757	70	22	-0,092	52	-
07	14,662	34,09	25,353	6,505	74	24	-0,078	34	-
08	14,642	34,09	25,349	6,121	48	22	-0,111	26	-
09	14,746	34,08	25,319	6,241	50	8	-0,129	12	-
10	14,939	34,10	25,292	6,158	46	14	-0,263	22	-
11	14,615	34,05	25,324	6,042	50	22	-0,071	122	-
12	14,620	34,02	25,299	6,187	80	20	-0,133	28	268
13	14,849	34,10	25,312	6,063	110	24	-0,249	28	-
14	17,201	33,91	24,631	6,294	118	46	-0,241	54	-
15	17,191	33,88	24,610	6,444	126	32	-0,141	68	-
16	17,069	33,88	24,639	6,475	124	44	-0,266	62	-

**Tabla 22.** Índice de cobertura (IC) y abundancia relativa promedio (ID) por cruceros (Serra *et al.*, 1994 y modificado de Barbieri *et al.*, 1997)

Cruceros	Cobertura latitudinal (fechas)	Índice de cobertura (%)	Abundancia relativa promedio (t/mn <sup>2</sup> )
Invierno 1991	4 a 100 mn de la costa (04.06-07.07.91)	28,24	178,84
Otoño 1992	4 a 100 mn de la costa. (09.05-07.06.92)	37,66	67,40
Invierno 1993	4 a 110 mn de la costa (19.06-20.07.93)	33,66	71,15
Invierno 1994*	4 a 100 mn de la costa (16.07-18.08.94)	19,31*	25,9*
Otoño 1997	5 a 200 mn de la costa (05.05-17.06.97)	25,81	60,86
Primavera 1991	100 a 300 mn de la costa (08.11-21.12.91)	14,85	5,3
Primavera 1992	100 a 400 mn de la costa (06.11-21.12.92)	29,69	4,6
Primavera 1997**	17.11-30.11.97 (100 a 500 mn de la costa)	15,99	**
Fines verano 1998*	11.03-28.03.98 (200 a 600 mn de la costa)	8,7	**
Invierno 1998	7.03-12.07.98 (4 a 400 mn de la costa)	14,84	

\* crucero se efectuó en el período final de la temporada de concentración costera del recurso

\*\* no se efectuaron evaluaciones en toda el área, sólo en las de concentración del recurso por lo que las cifras no son comparables.

**Tabla 23.** Rango de profundidad de jurel (m), porcentaje de jurel de la superficie hasta 100 m de profundidad (%), Participación de ejemplares juveniles en estimado de biomasa (%), rango de talla y moda de los ejemplares capturados

Cruceros	Rango de profundidad (m)	Porcentaje de jurel ubicado sobre los 100 m	Participación porcentual de ejemplares juveniles en la biomasa (%)	Rango talla (moda en cm)
Invierno 1991	200	39		
Otoño 1992	170	87	36,6	20-52 (29)
Invierno 1993	230	71	30,5	22-56 (31)
Invierno 1994	210	67	0	28-53 (38)
Otoño 1997	180	90	70,8	12-58 (23)
Primavera 1991	250	20	2	27-48 (38)
Primavera 1992	300	13	0	30-54 (40)
Primavera 1997*	280	9	94	16-54 (23)
Fines verano 1998*	300	59	100	5-18 (11)
invierno 1998*	180	84	41,1	20-59 (25 y 42)

\*ecoprospección con embarcaciones de la flota

**Tabla 24.** Patrón de comportamiento del jurel en la zona central de Chile.

<b>Etapas</b>	<b>Pre- desove</b>	<b>Engorda o transición</b>	<b>Invernal</b>	<b>Desove</b>
<b>Período (meses)</b>	Septiembre a Noviembre	Marzo a Abril	Mayo a Julio (Agosto)	Noviembre a Febrero (Marzo)
<b>Índice de densidad</b>	menores índice de densidad	menores índice de densidad	mayores índices de densidad	menores índice de densidad
<b>Tipo agregaciones</b>	disperso	disperso	concentrado	disperso
<b>Profundidad</b>	intermedia	intermedia	baja	alta
<b>Vulnerabilidad</b>	poco	agregaciones tipo cardumen pequeños, muy activos y difíciles de capturar	vulnerables al arte de pesca	poca
<b>Fase alimentación</b>		activa	activa	baja
<b>Reproducción</b>		declinación	reposo	Inicio y desarrollo



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

# FIGURAS

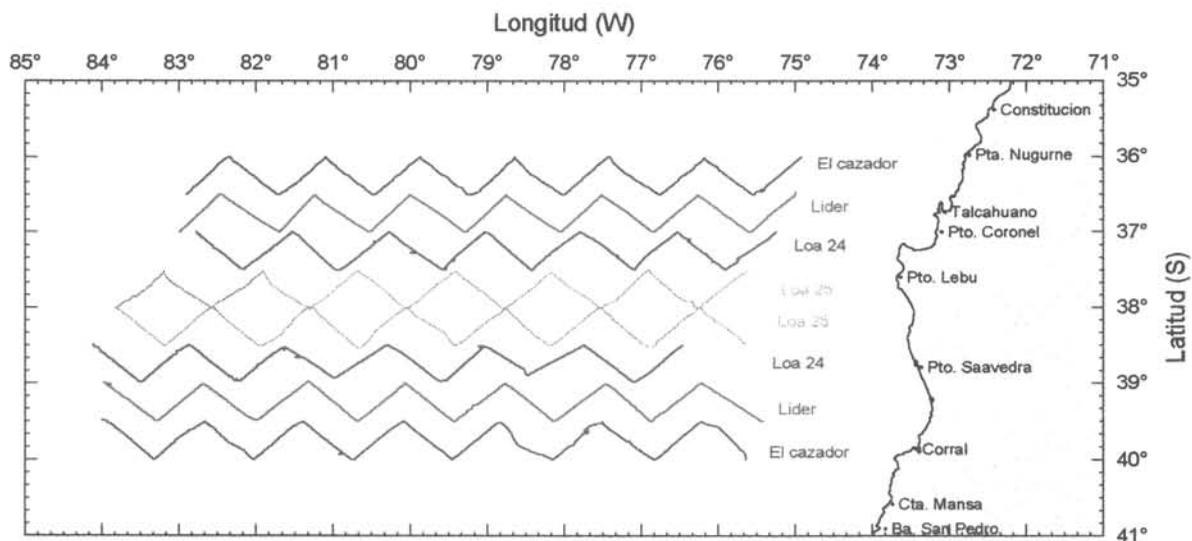


Figura 1. Localización de las transectas en la fase crucero exploratorio 9711.

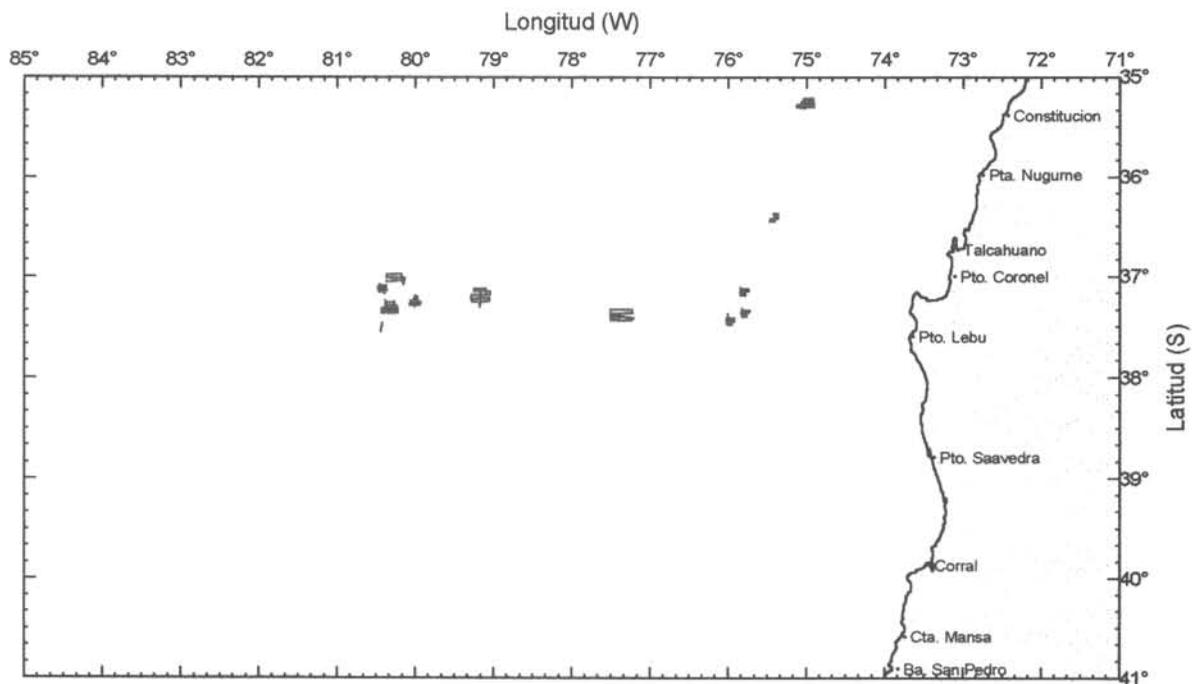


Figura 2. Localización de la grilla de las transectas en la fase crucero de cuantificación 9711.

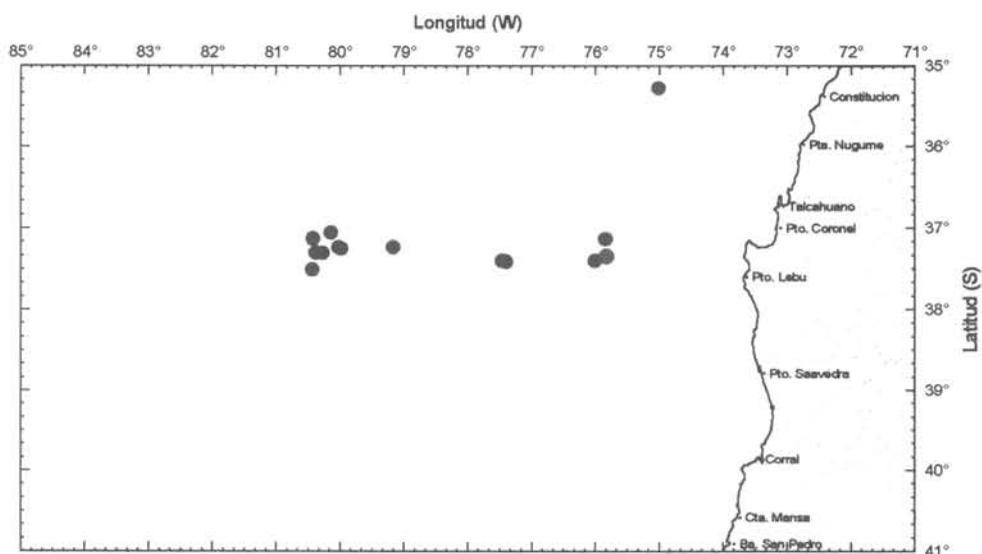


Figura 3. Localización de los lances de pesca del B/I Abate Molina en la fase crucero de cuantificación 9711.

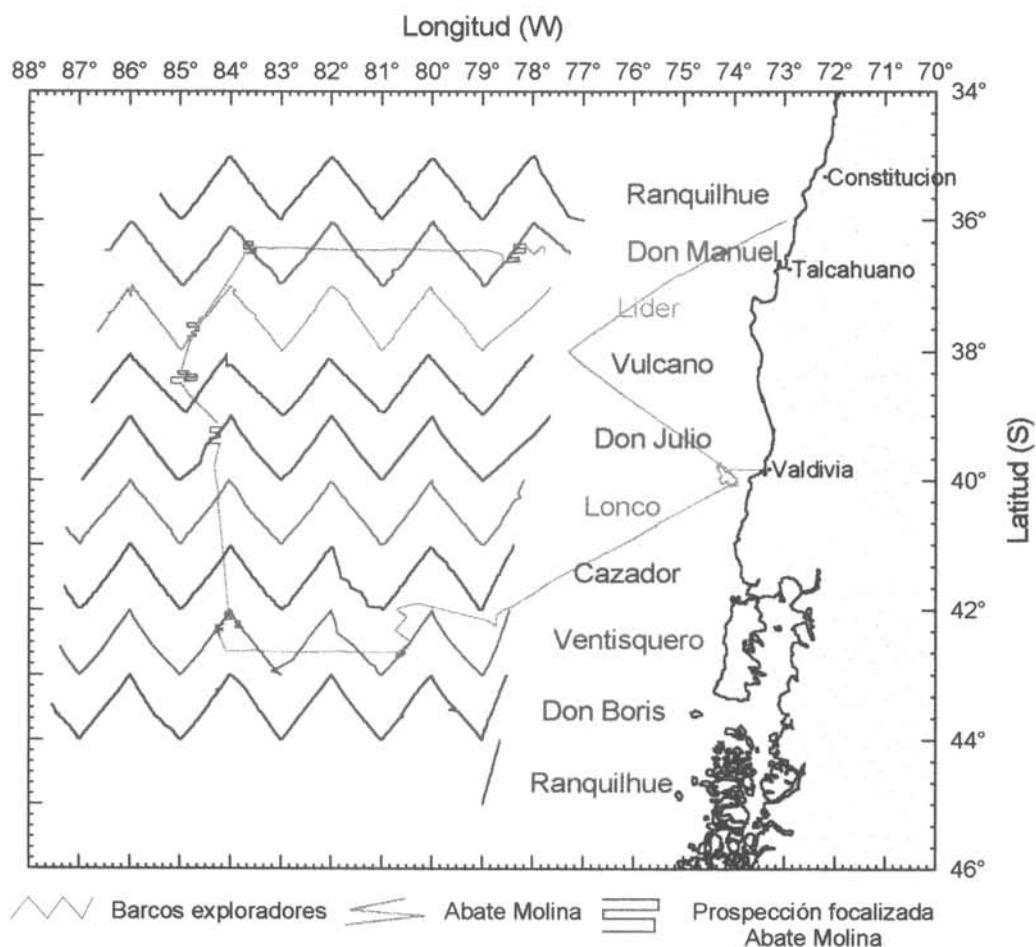


Figura 4. Localización de las transectas en la fase crucero exploratorio 9803 y localización de la grilla de las transectas en la fase crucero de cuantificación 9803.

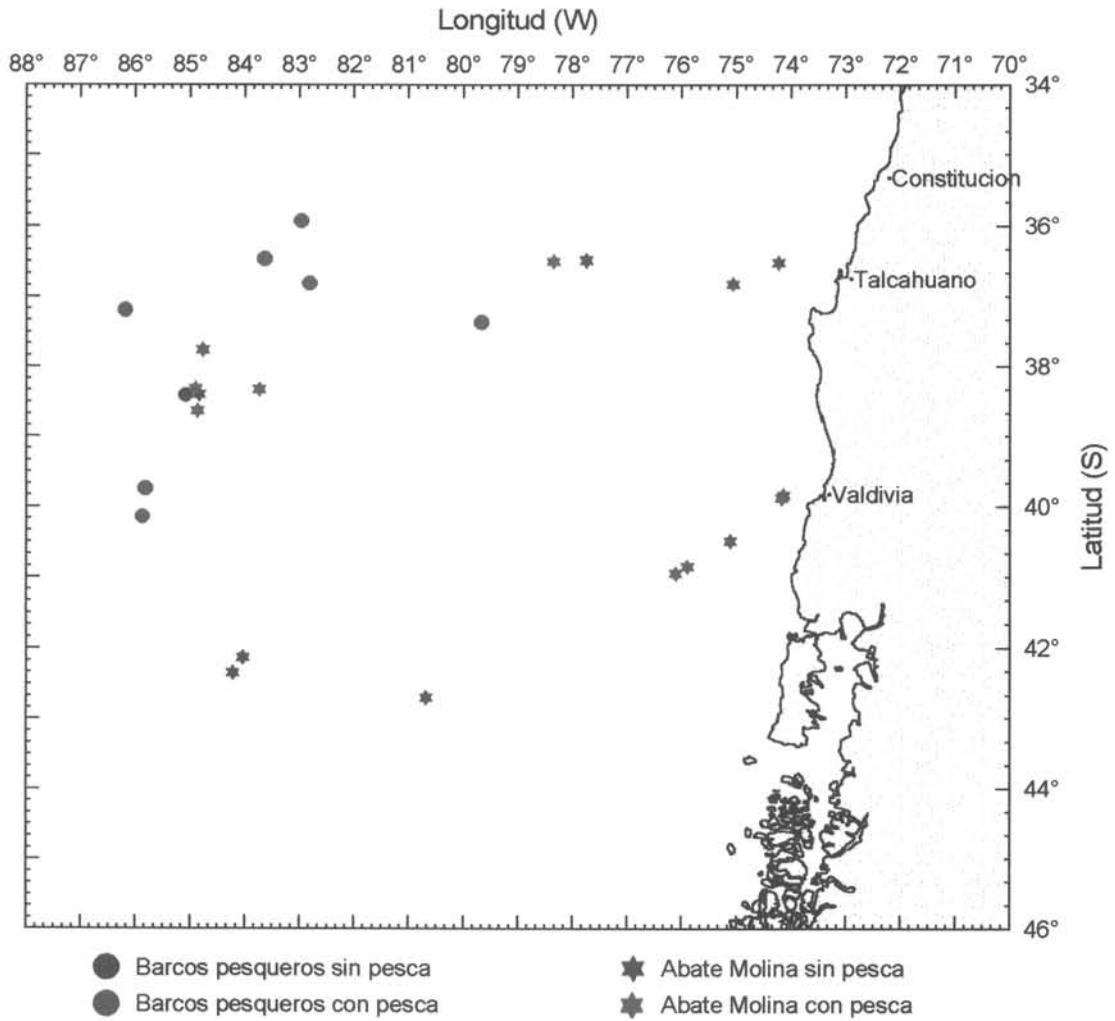


Figura 5. Localización de los lances de los barcos pesqueros exploradores y del B/I Abate Molina en la fase crucero de cuantificación 9803.

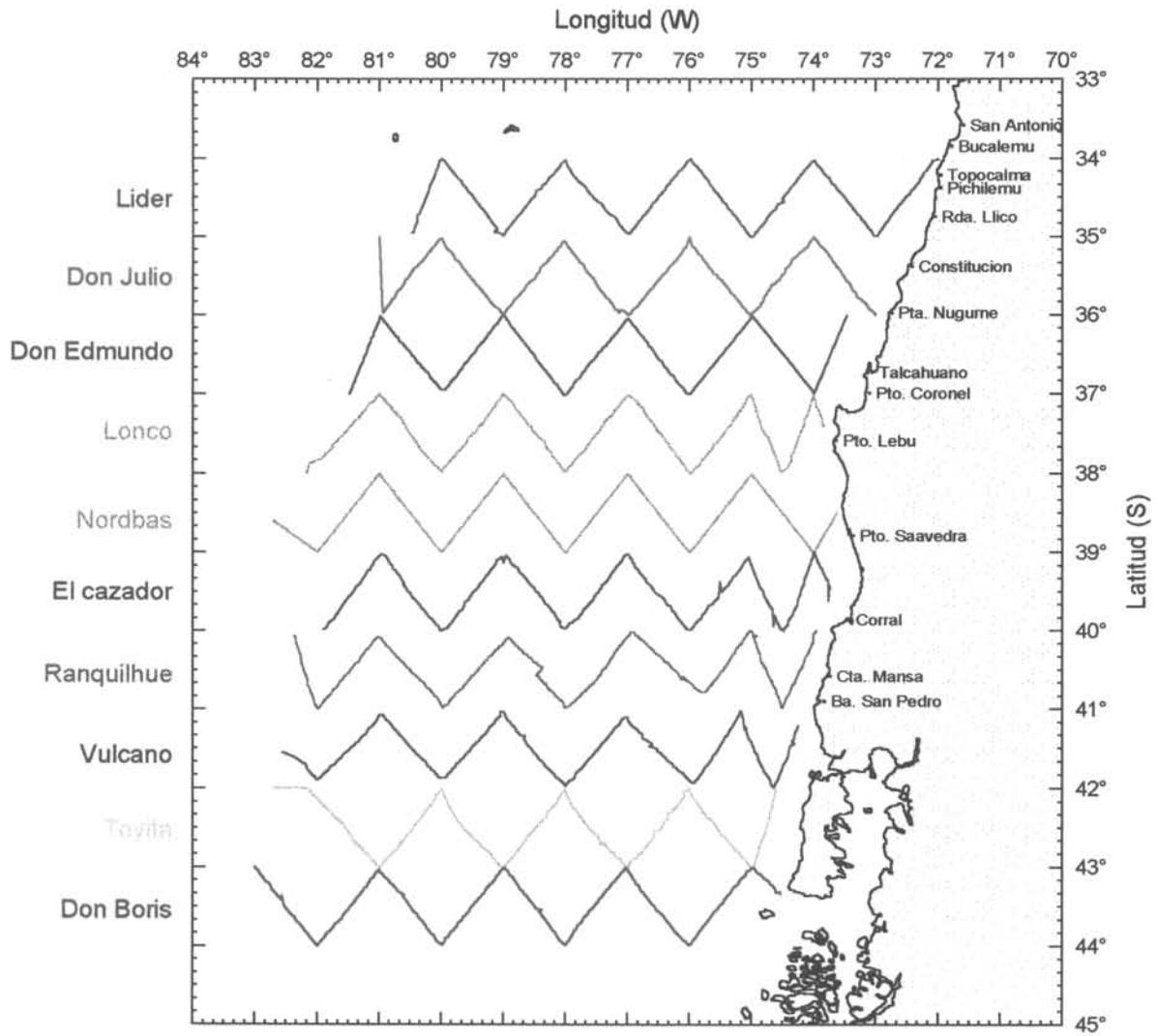


Figura 6. Localización de las transectas en el crucero exploratorio 9807.

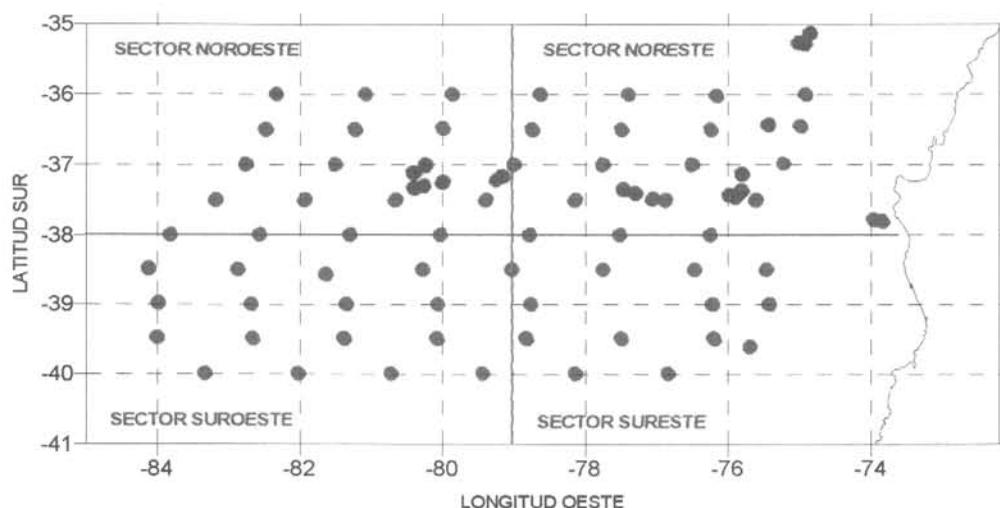


Figura 7. Distribución de las estaciones ictioplanctónicas durante la prospección. Los puntos azules corresponden a estaciones realizadas en B/C Abate Molina, los puntos rojos en PAM Cazador, Líder, Loa 24 y Loa 25.

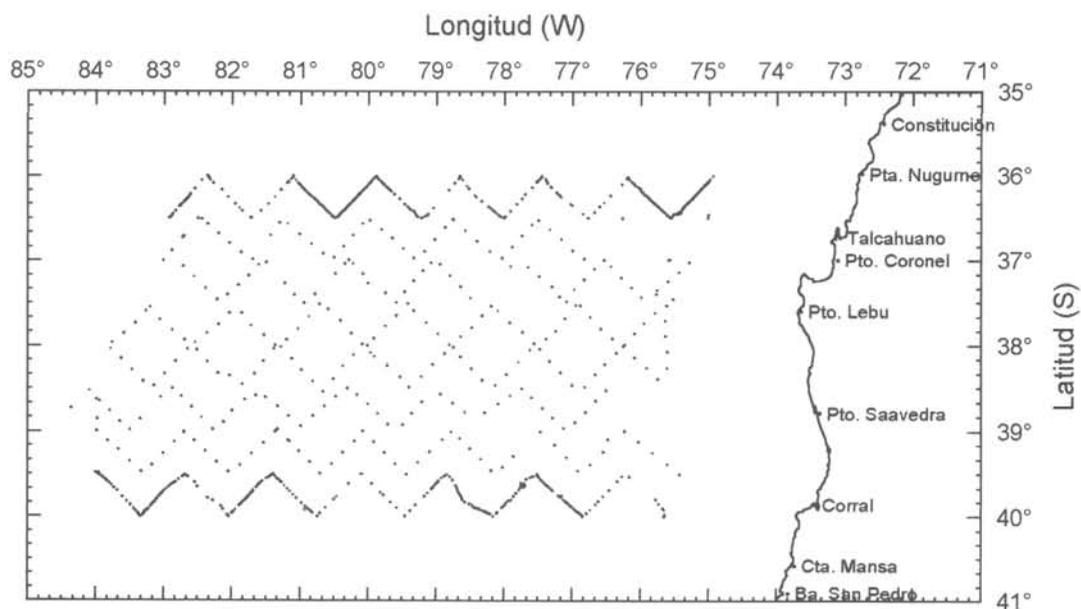


Figura 8. Distribución espacial de las estaciones con registros de la temperatura superficial del mar (17 - 23 de noviembre de 1997).

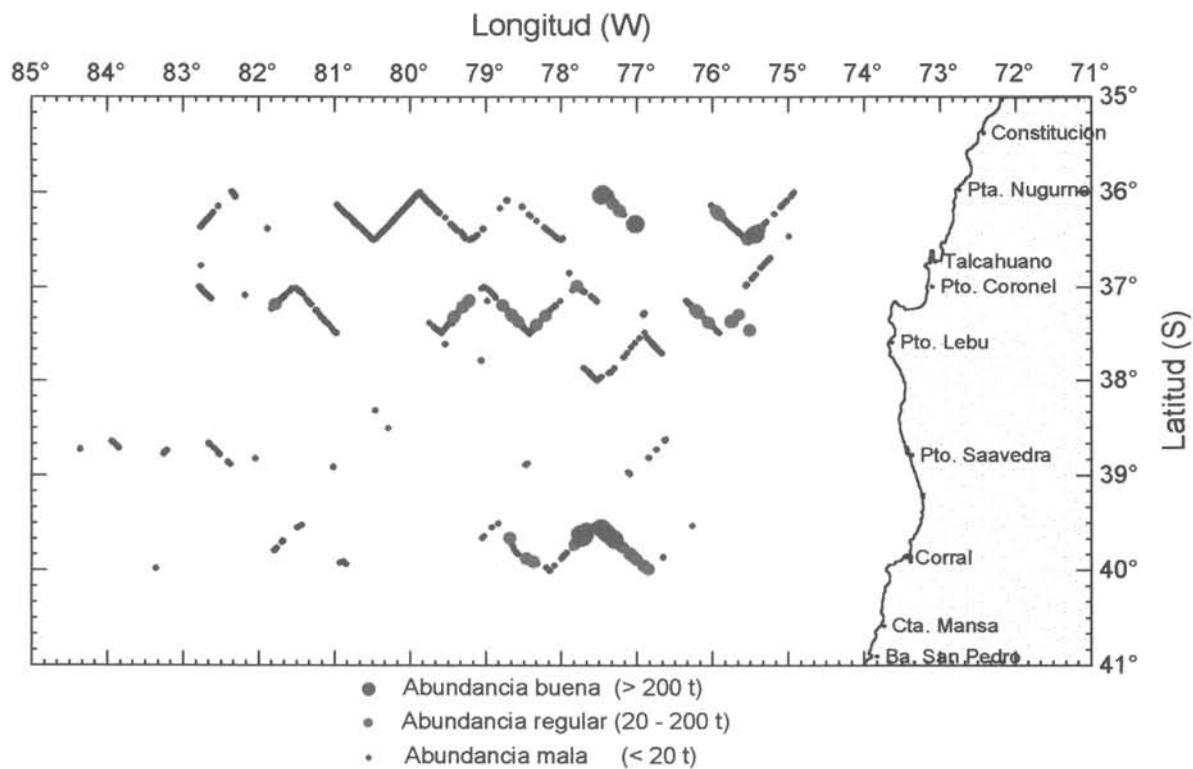


Figura 9. Cartografía de la presencia de jurel obtenida en la fase crucero exploratorio, noviembre de 1971.

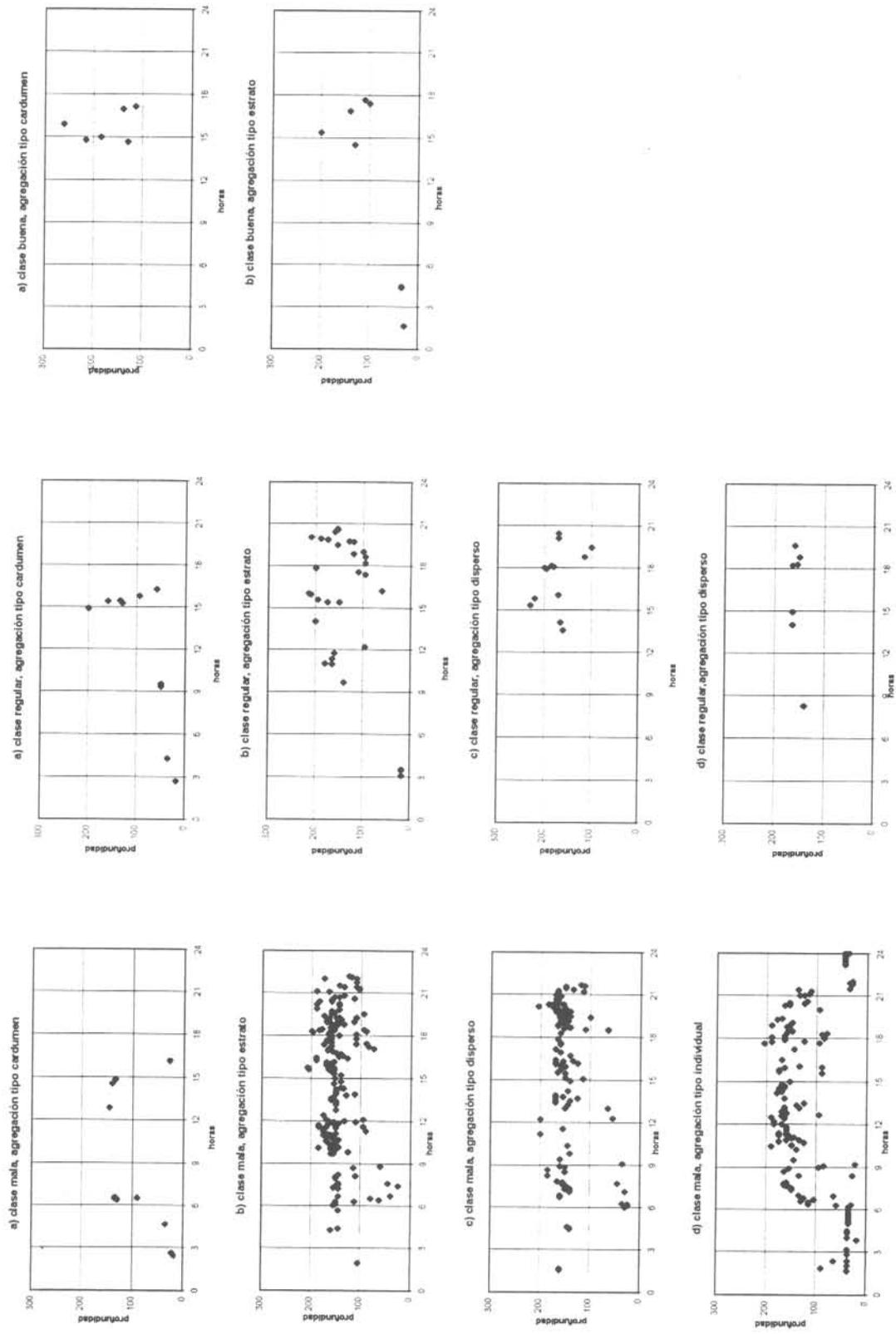


Figura 10. Distribución batimétrica del jurel por clase de agregación (fase exploratoria 9711).

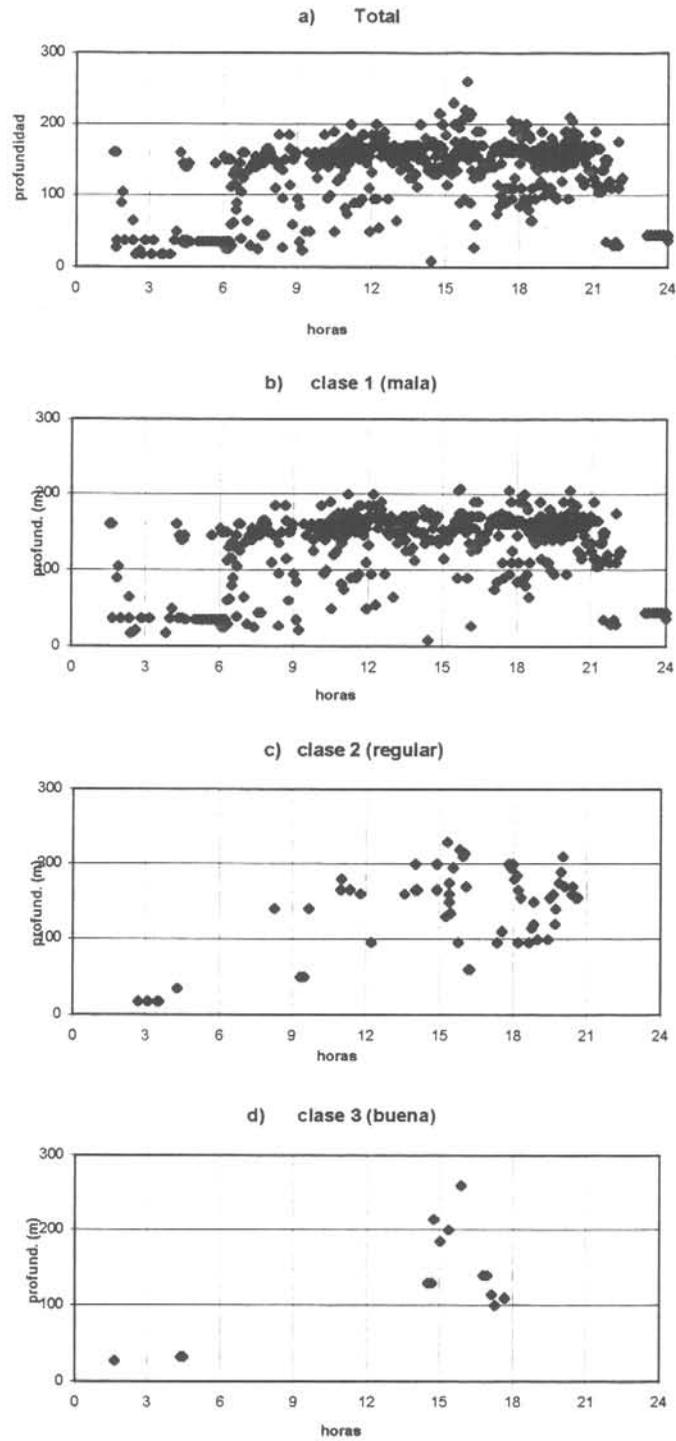


Figura 11. Distribución batimétrica del jurel por clase y tipo de agregación (fase exploratoria 9711).

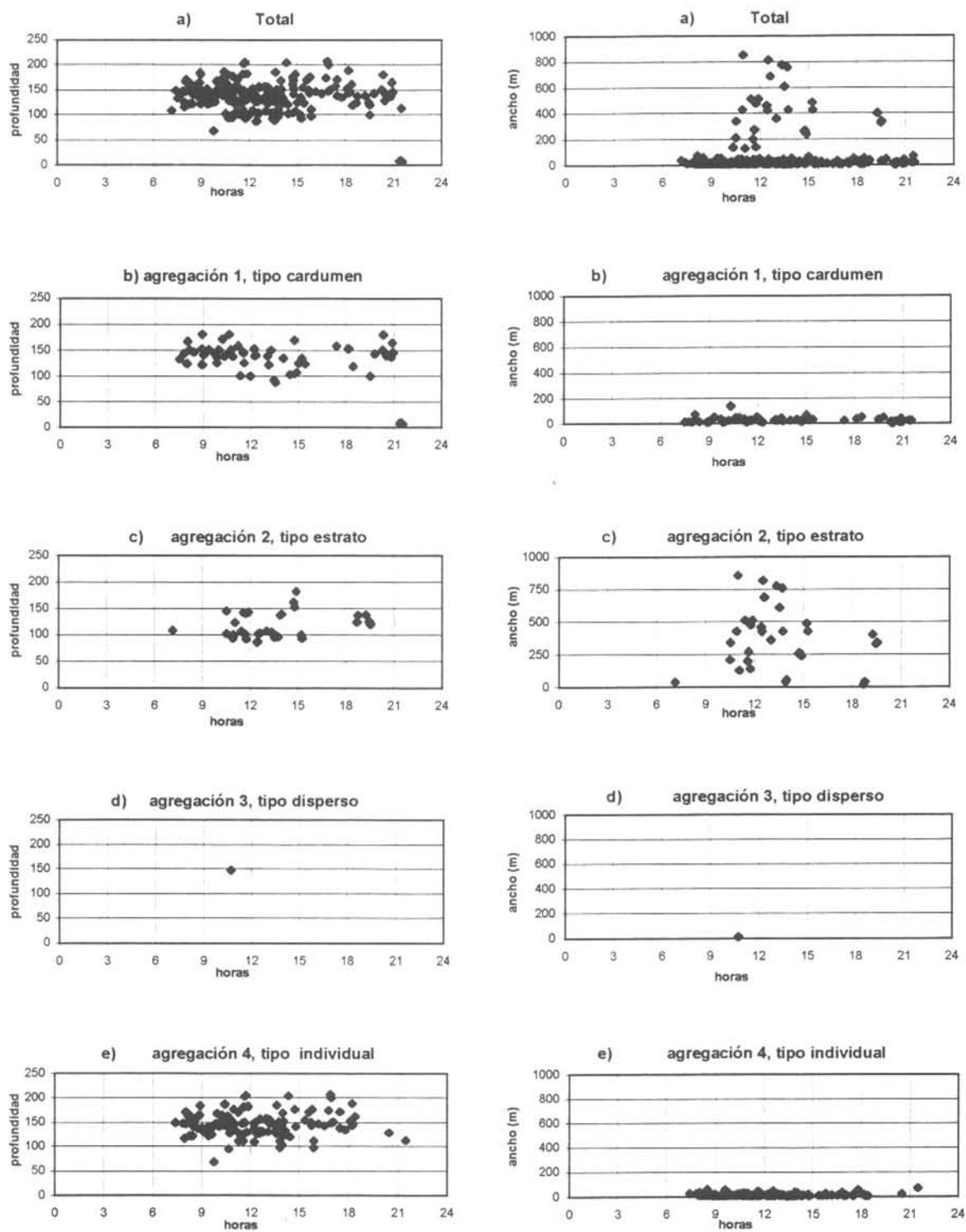


Figura 12. Distribución en profundidad y ancho de jurel (fase cuantificación 9711).

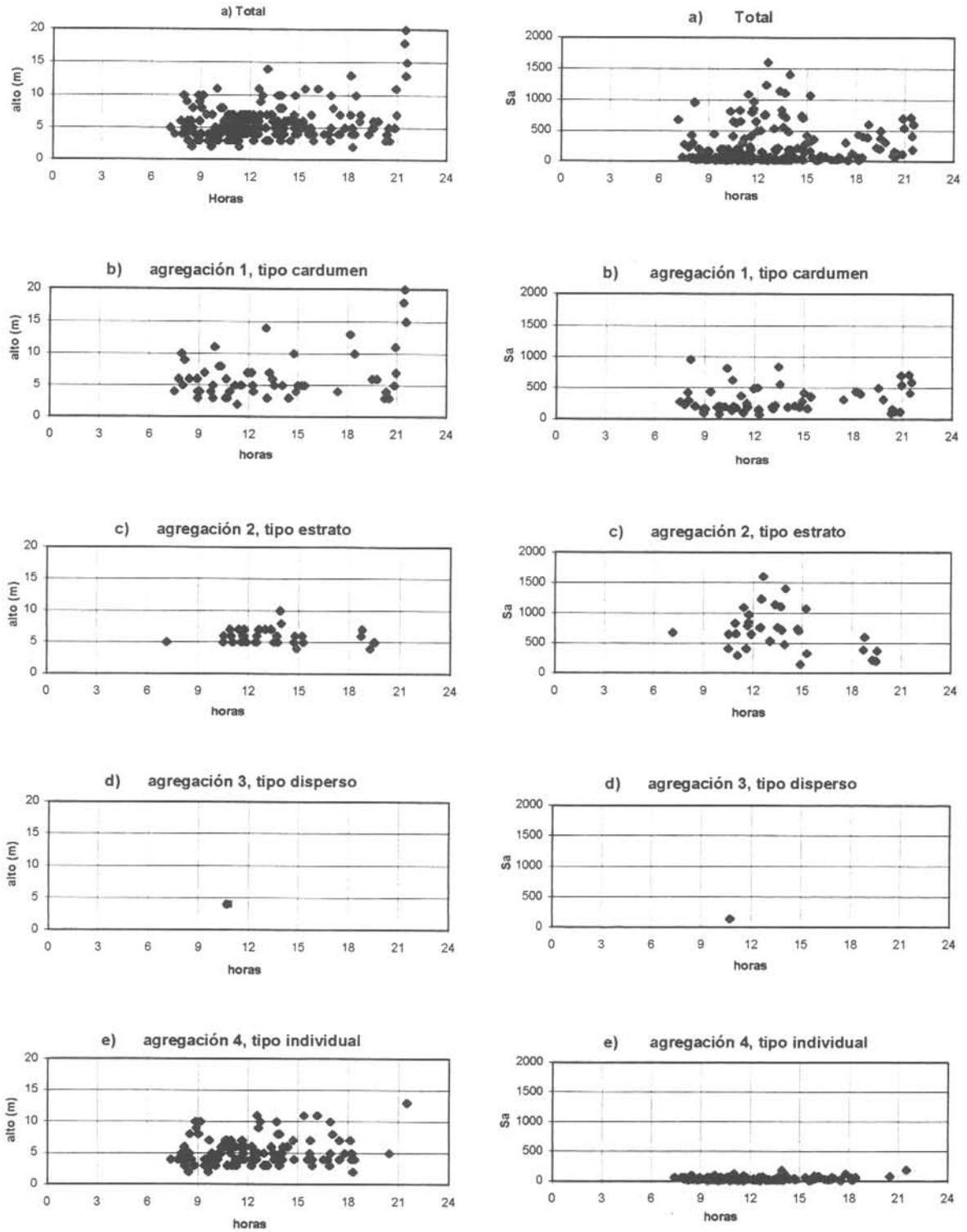


Figura 13. Alto y Sa de las agregaciones de jurel (fase cuantificación 9711).

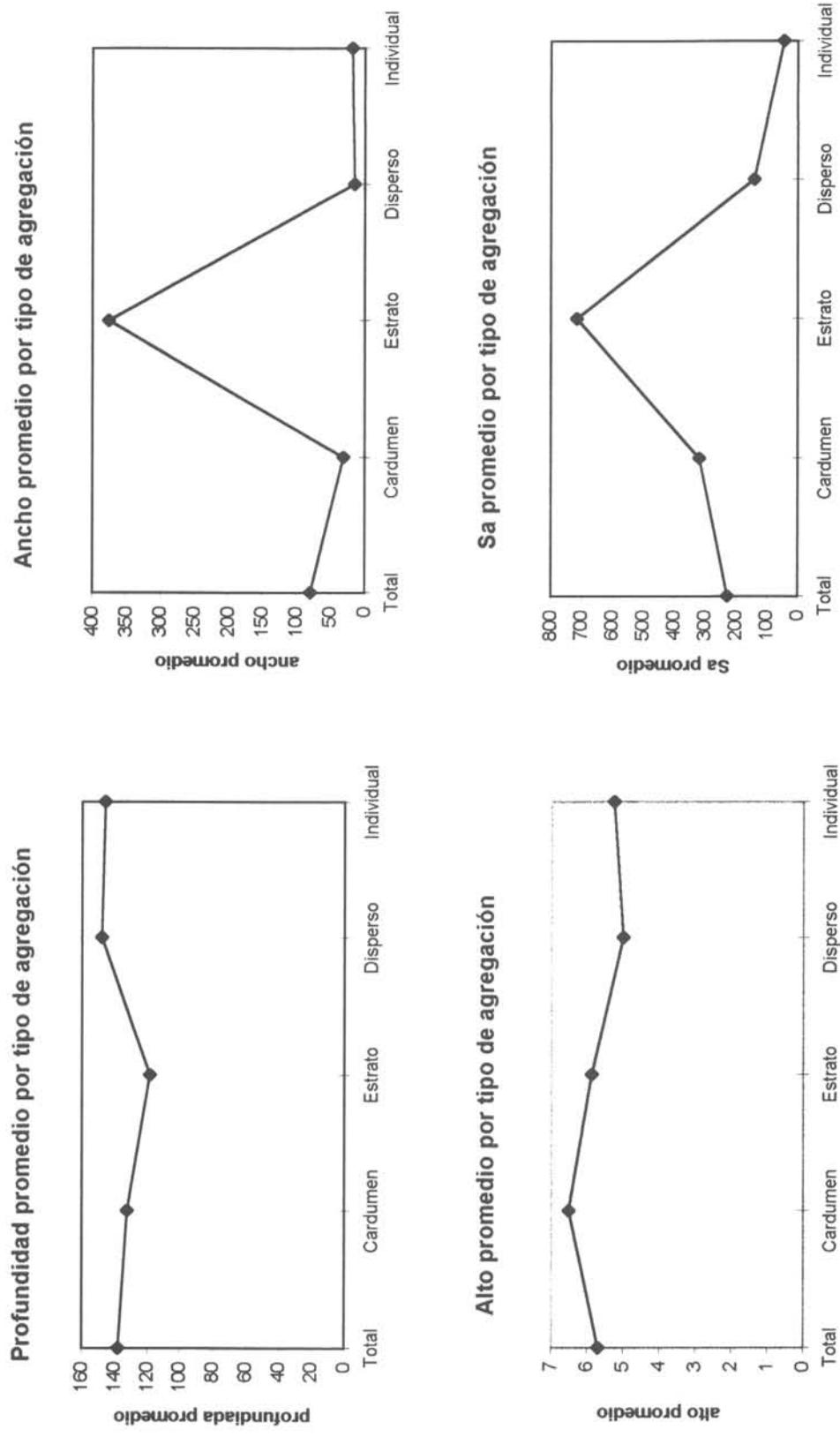


Figura 14. Tipo de agregaciones: profundidad, ancho, alto y Sa promedio.

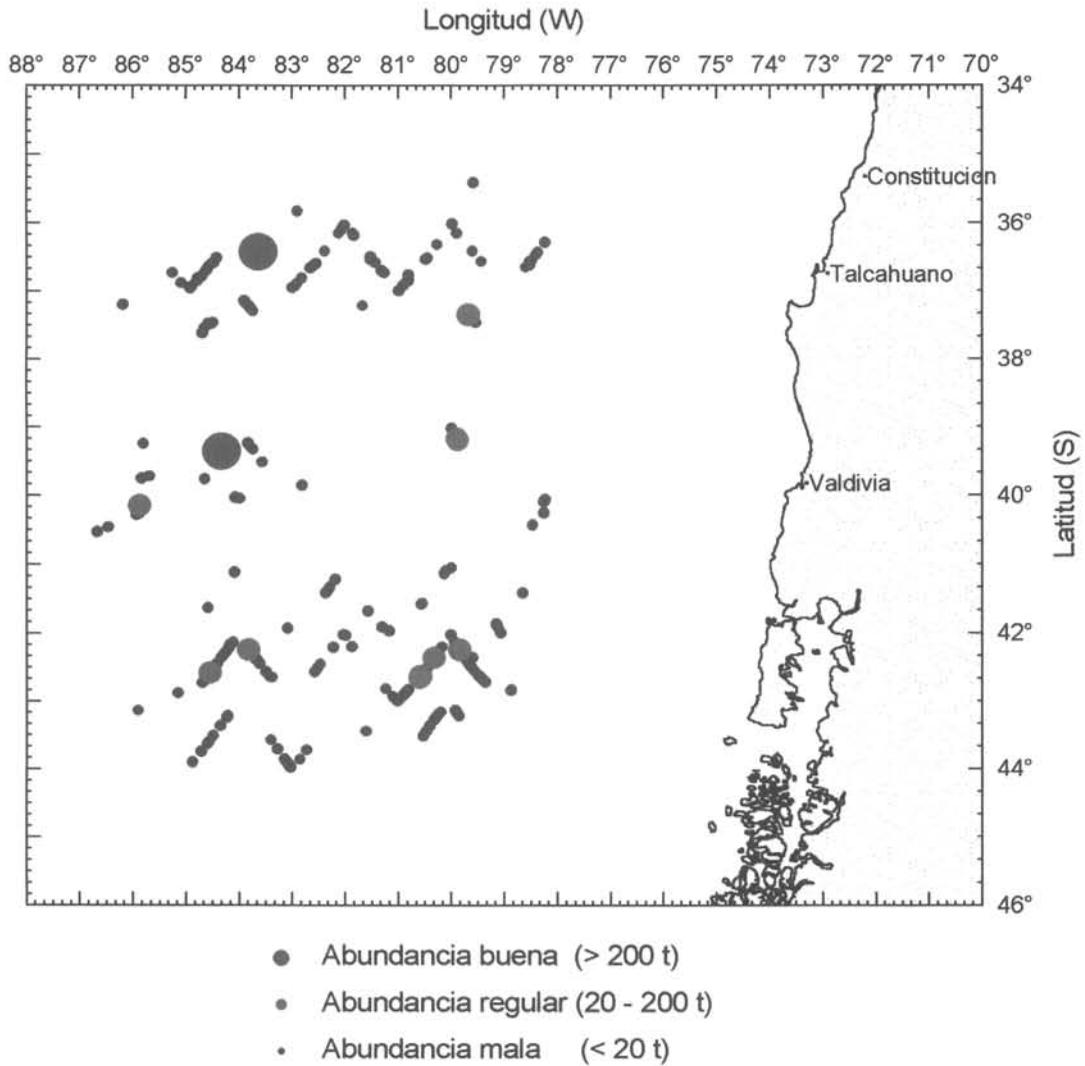


Figura 15. Cartografía de la presencia de jurel obtenida en la fase crucero exploratorio 9803.

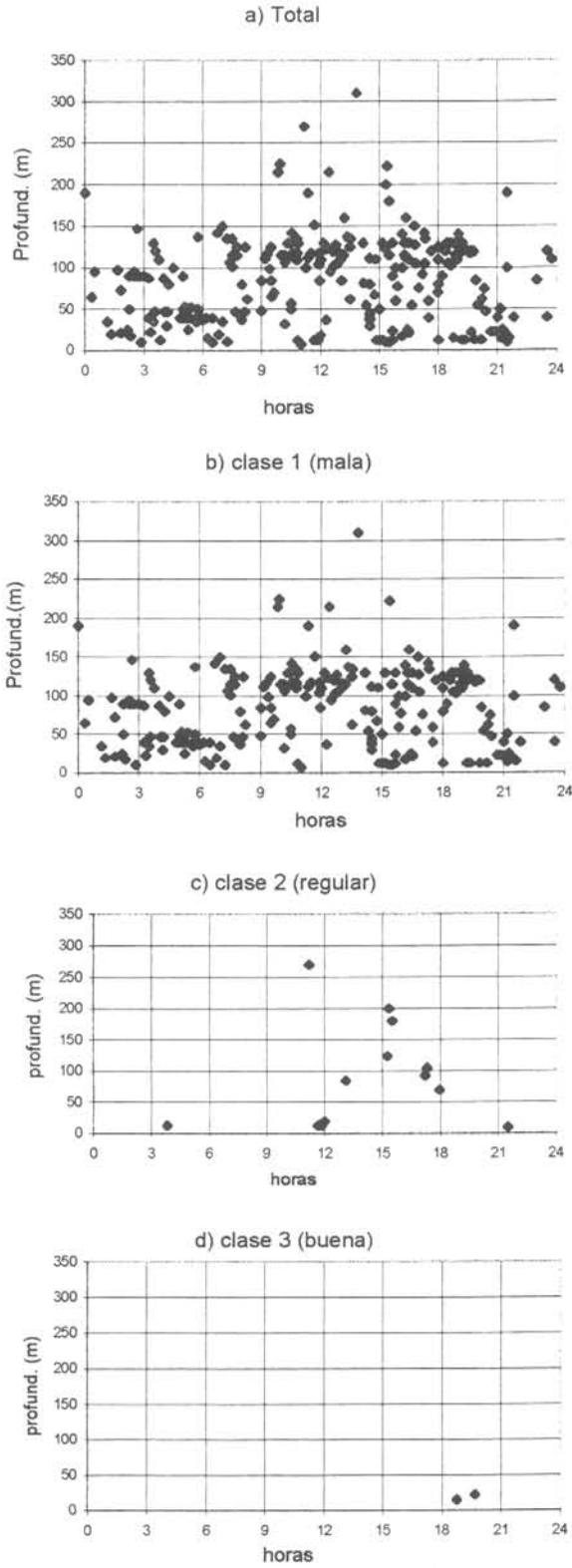


Figura 16. Distribución batimétrica del jurel por clase de agregación (fase exploratoria en marzo de 1998).

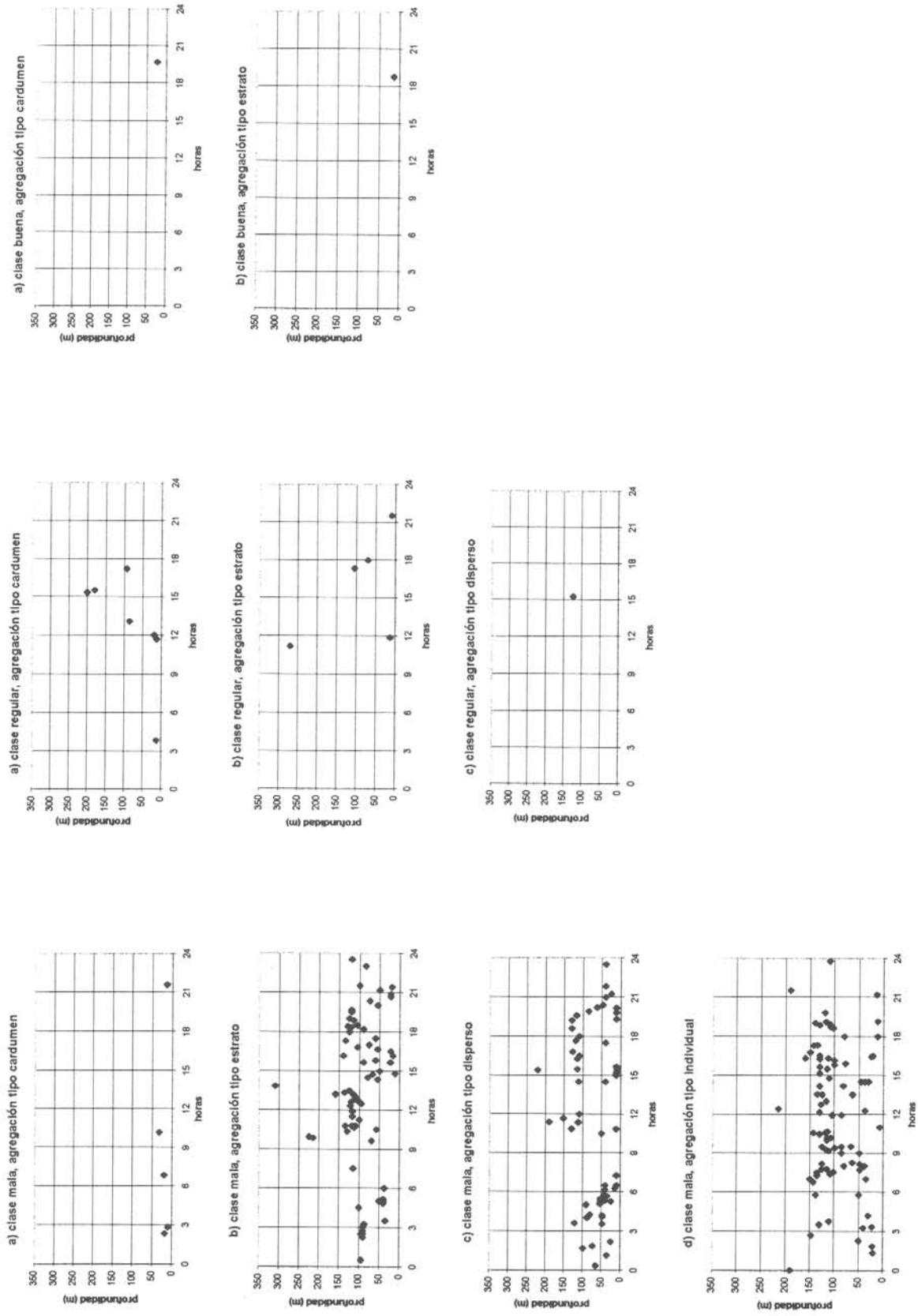


Figura 17. Distribución batimétrica del jurel por clase y tipo de agregación (fase exploratoria en marzo de 1998).

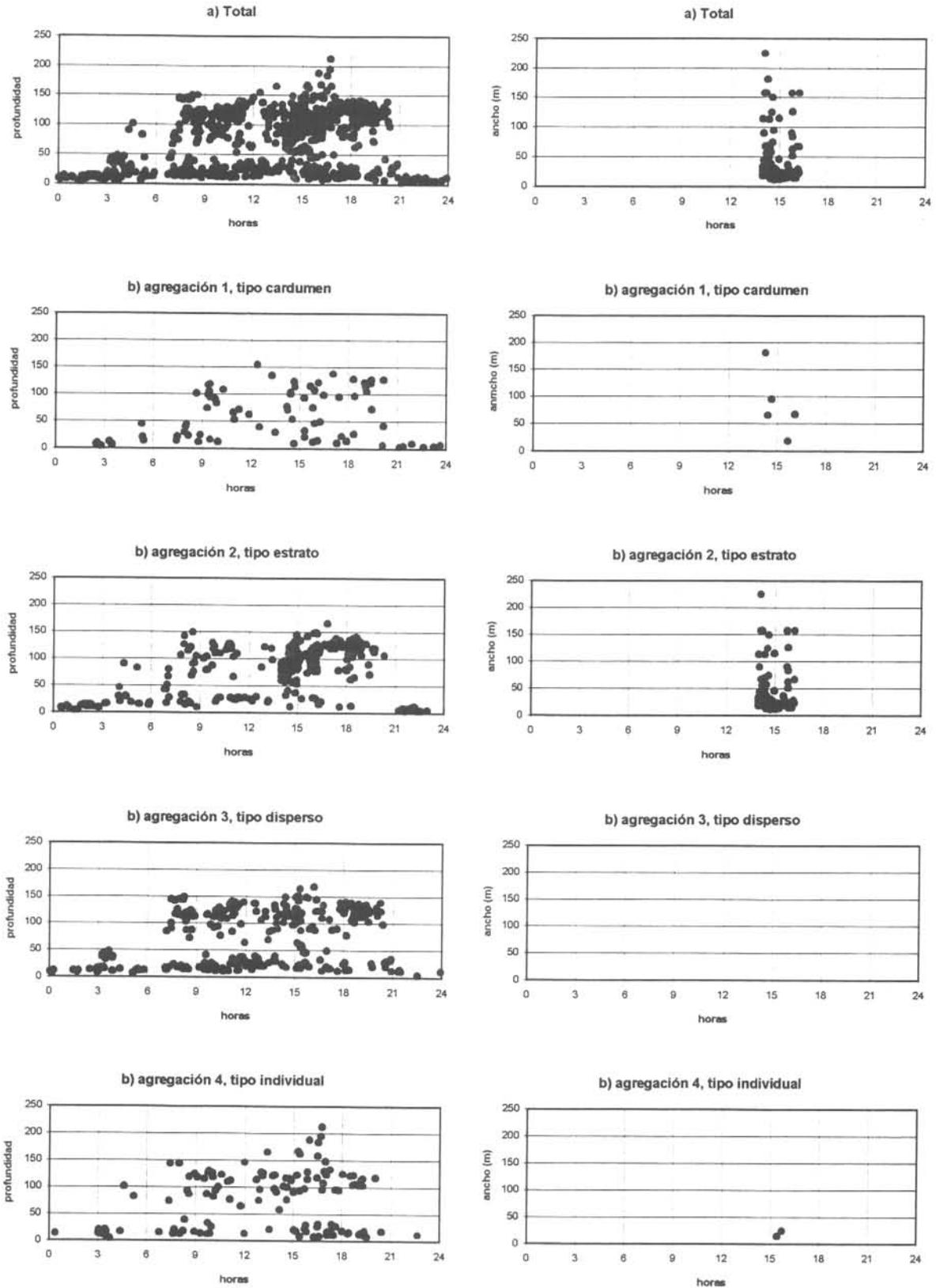


Figura 18. Distribución en profundidad y ancho de jurel (fase de cuantificación en marzo de 1998).

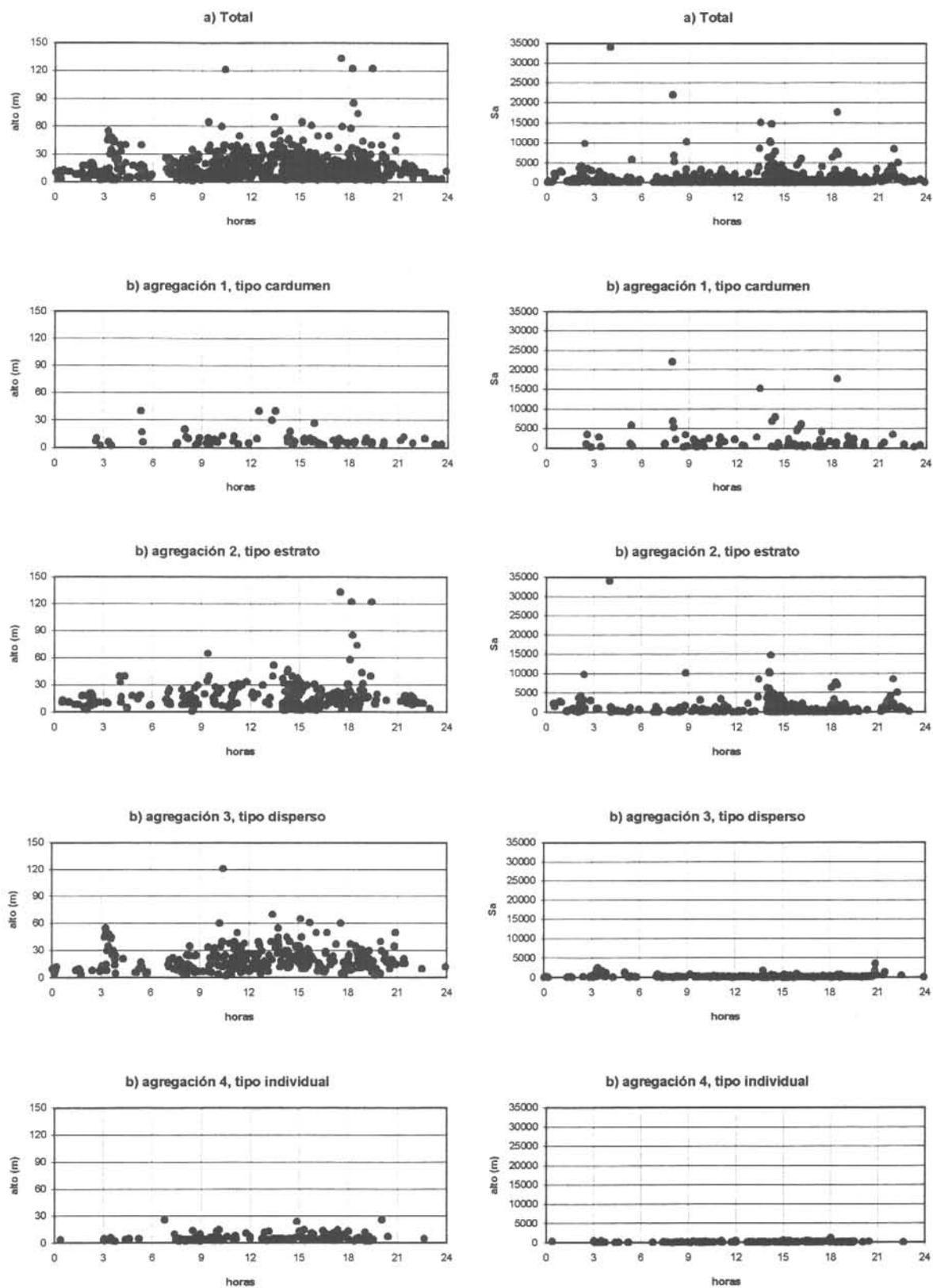


Figura 19. Alto y Sa de las agregaciones de jurel (fase cuasntificación en marzo de 1998).

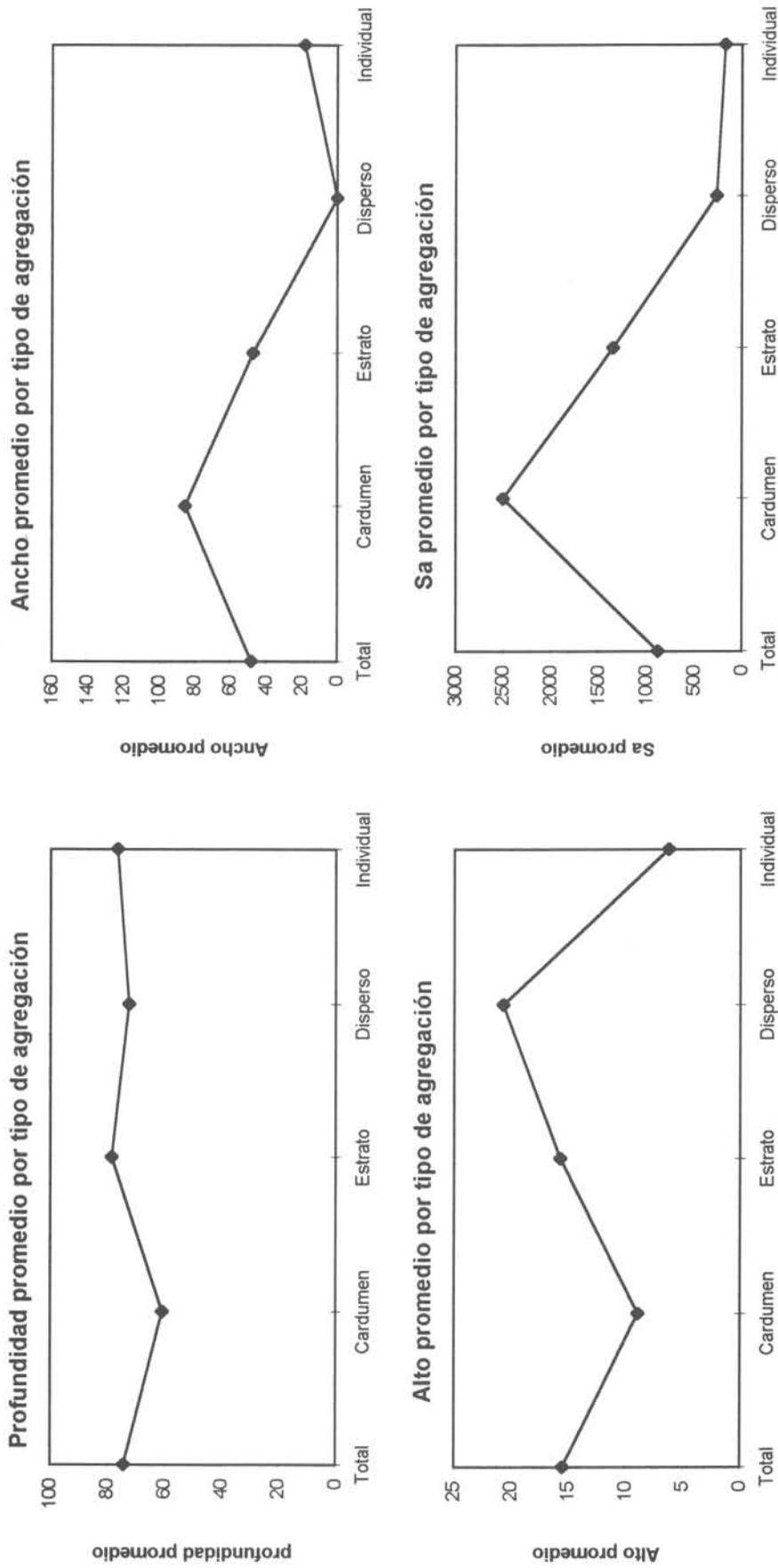


Figura 20. Tipo de agregaciones: profundidad, ancho, alto y Sa promedio en marzo de 1998

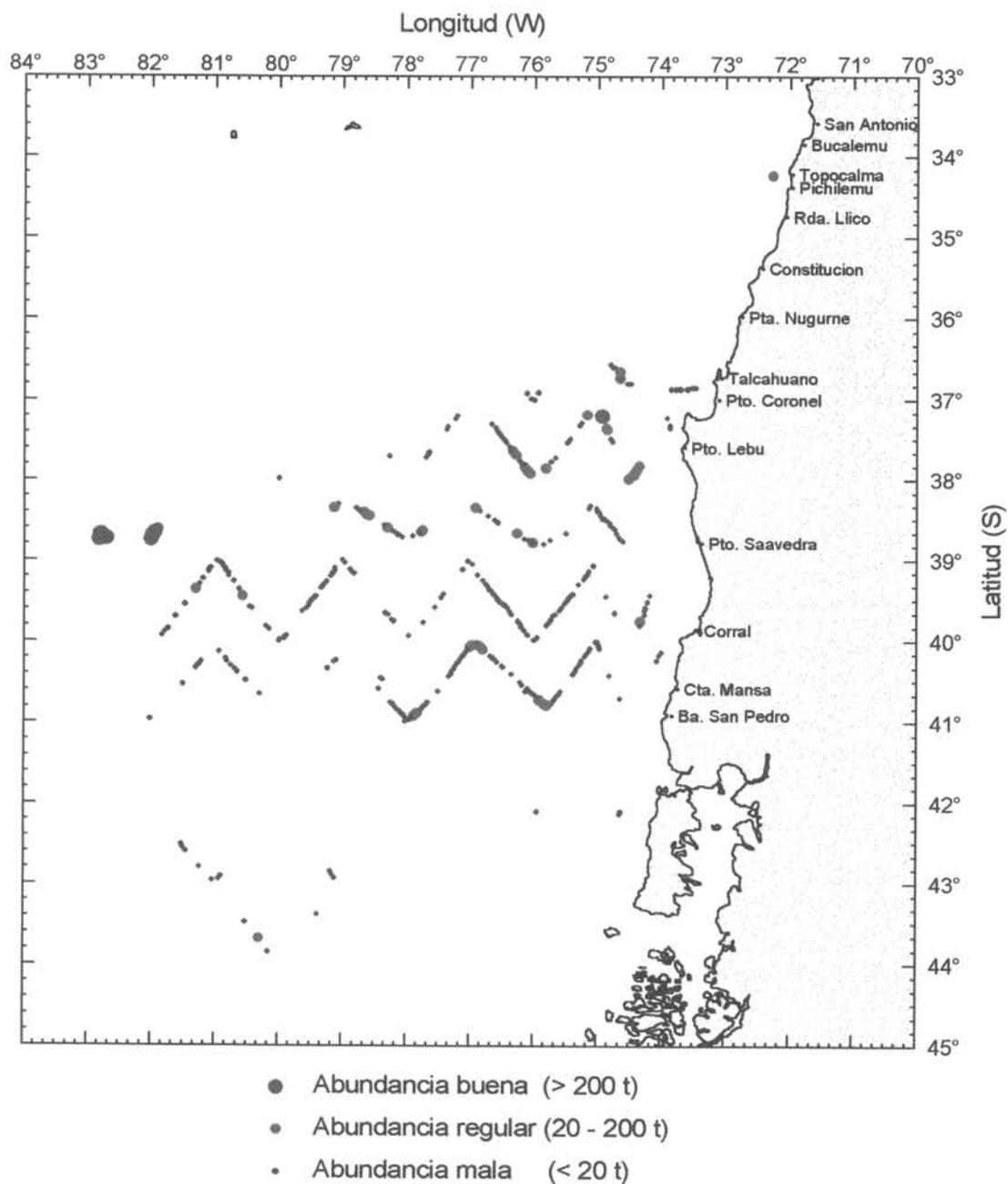


Figura 21. Cartografía de la presencia de jurel obtenida en el crucero 9807.

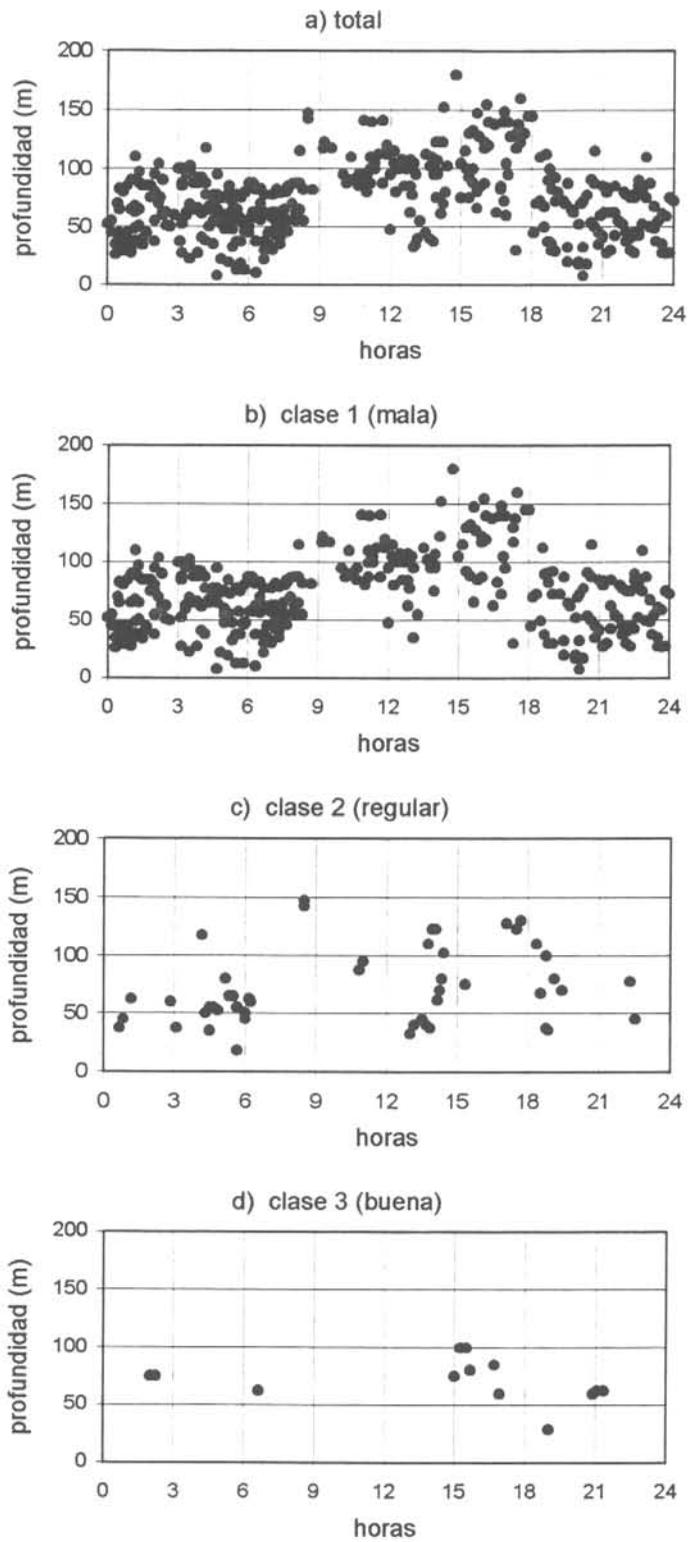


Figura 22. Distribución batiimétrica del jurel por clase de agregación en julio de 1998.

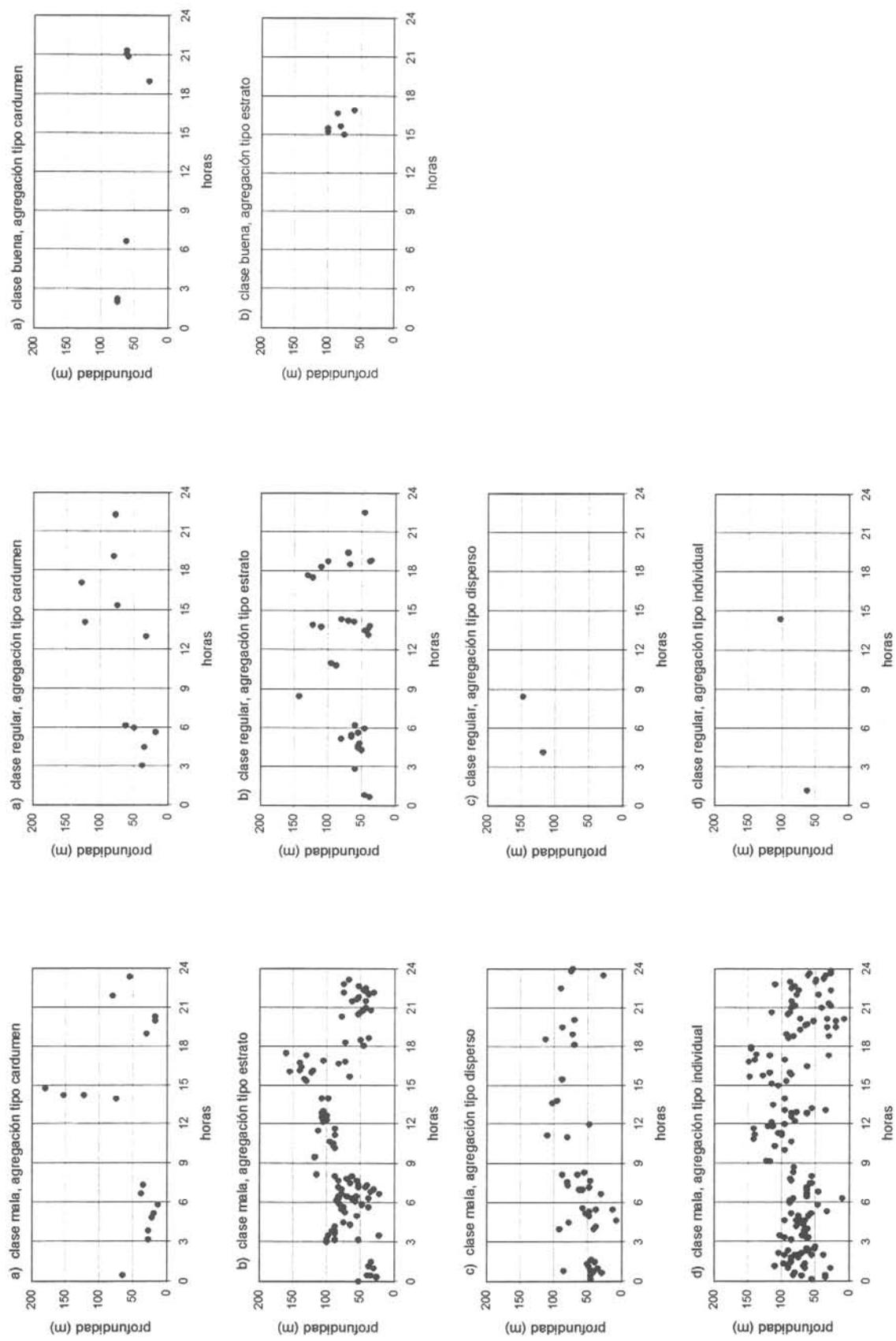


Figura 23. Distribución batimétrica de jurel por clase y tipo de agregaciones en julio de 1998.

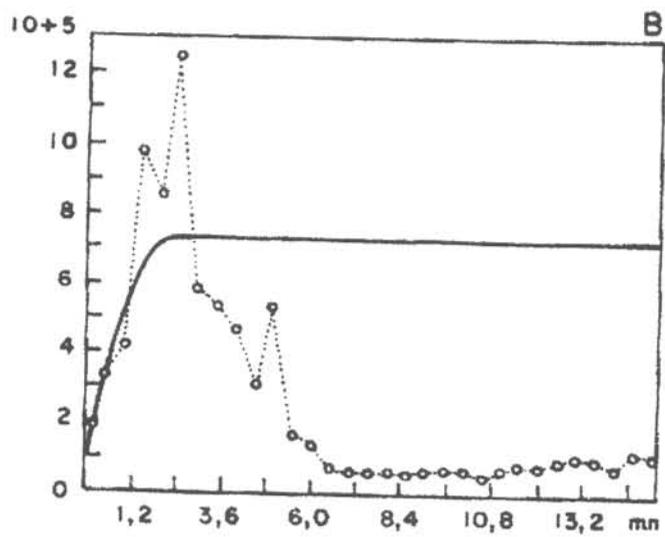
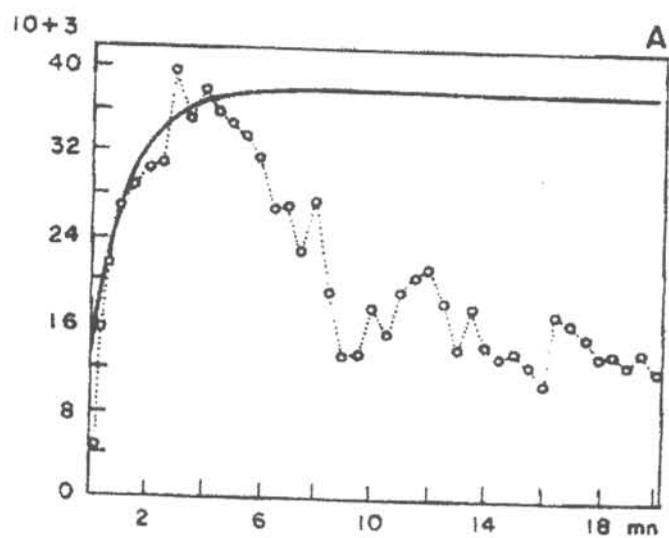


Figura 24. Variogramas: a) noviembre de 1997 y b) marzo de 1998.

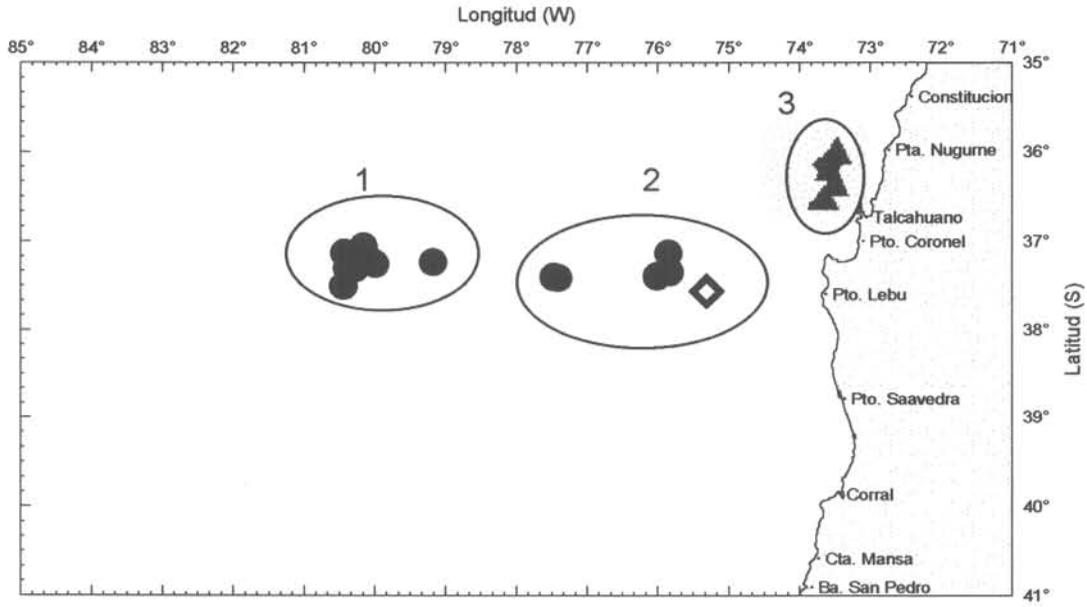


Figura 25. Distribución de las zonas de pesca del jurel durante el período de prospección del 19 a 30 de noviembre de 1997.

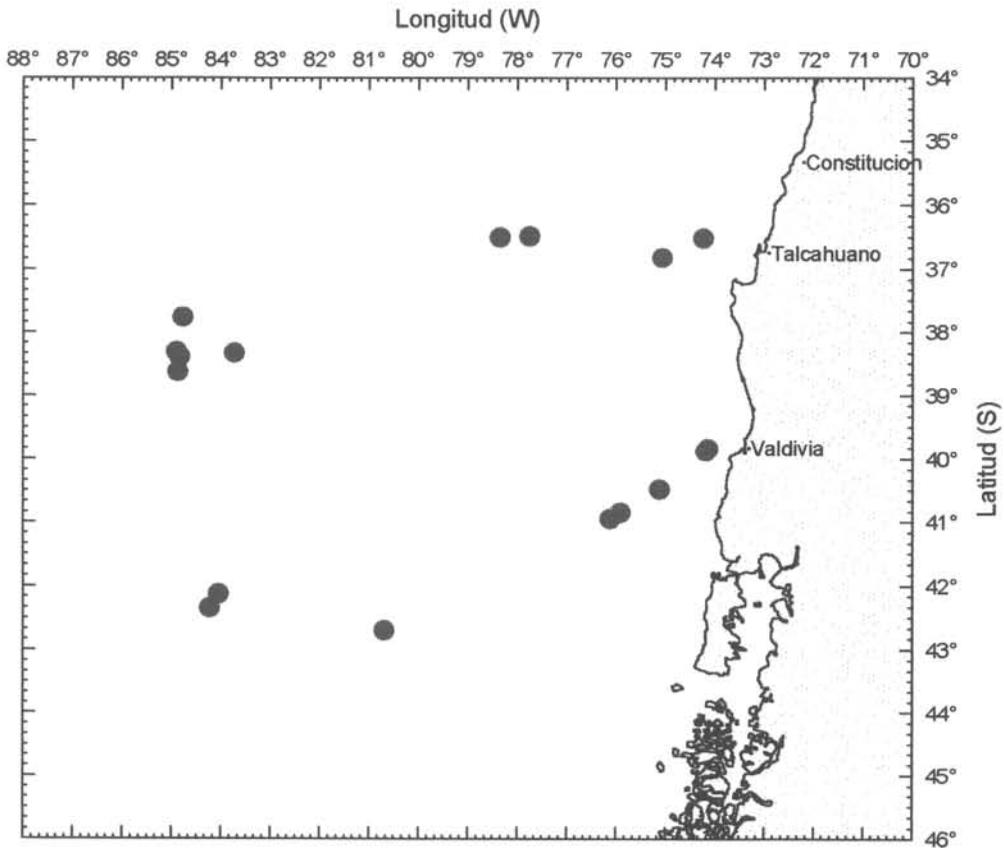


Figura 26. Distribución de las zonas de pesca del jurel durante el período de prospección de marzo de 1998.

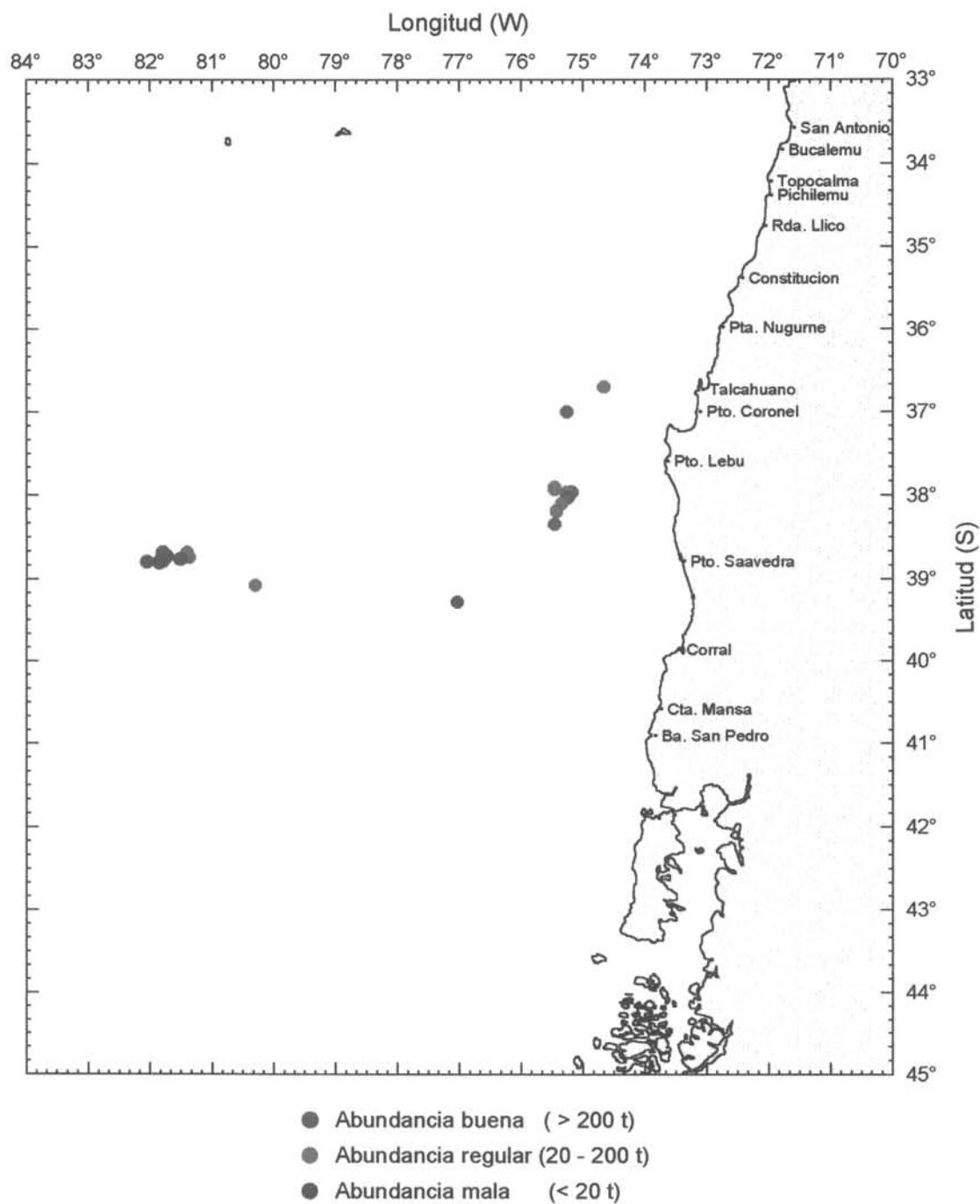


Figura 27. Distribución de las zonas de pesca del jurel durante el período de prospección de julio de 1998.

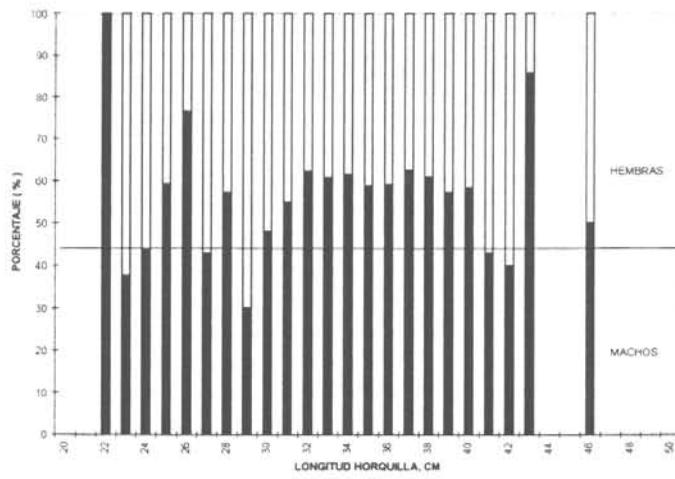
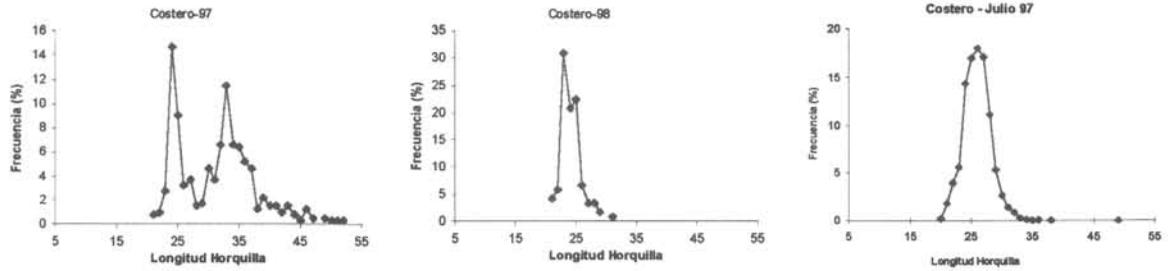
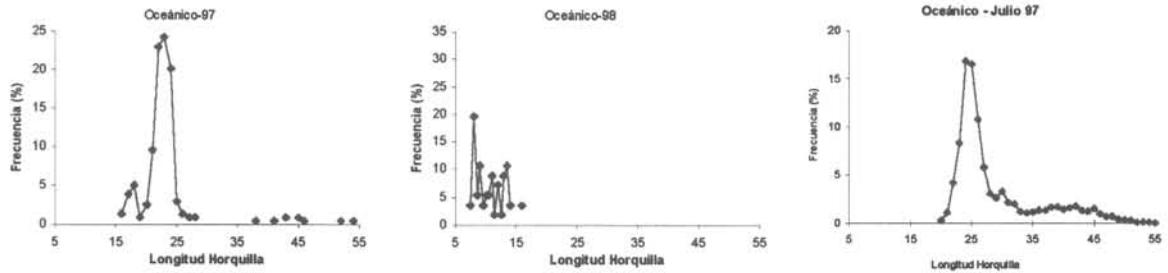


Figura 28. Proporción sexual del jurel por tamaños (zonas 2 y 3).

a)



b)



c)

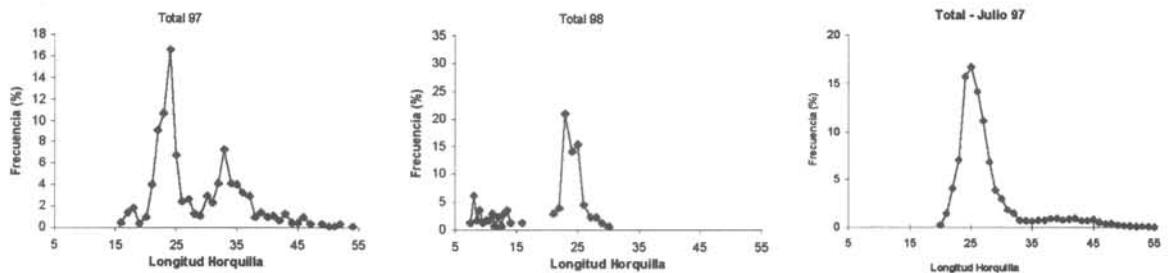


Figura 29. Distribución de frecuencias de tamaños para los ejemplares muestreados en los cruceros realizados en 1997 y 1998, independientemente para los sectores costero (a), oceánico (b) y total (c).

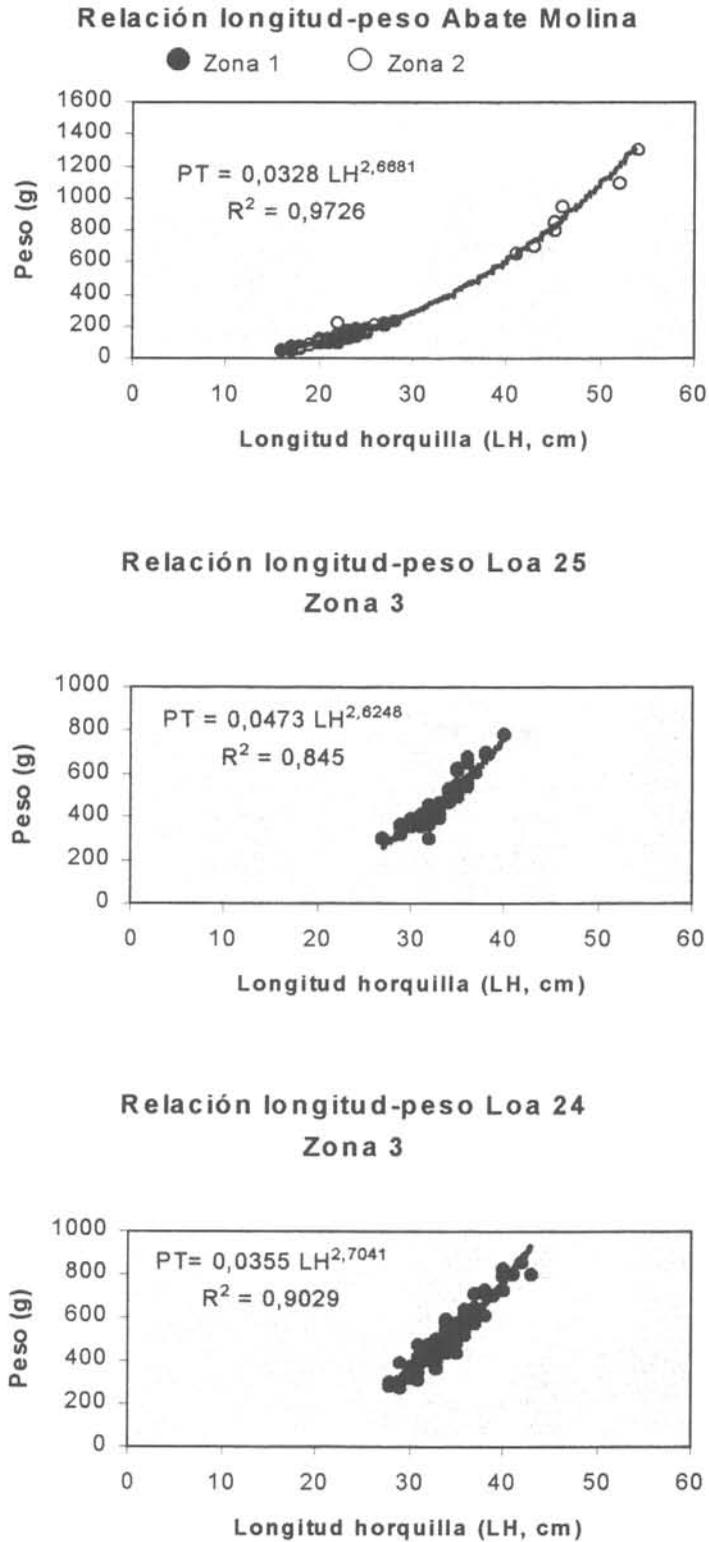


Figura 30. Relación longitud-peso para los ejemplares de jurel de noviembre de 1997

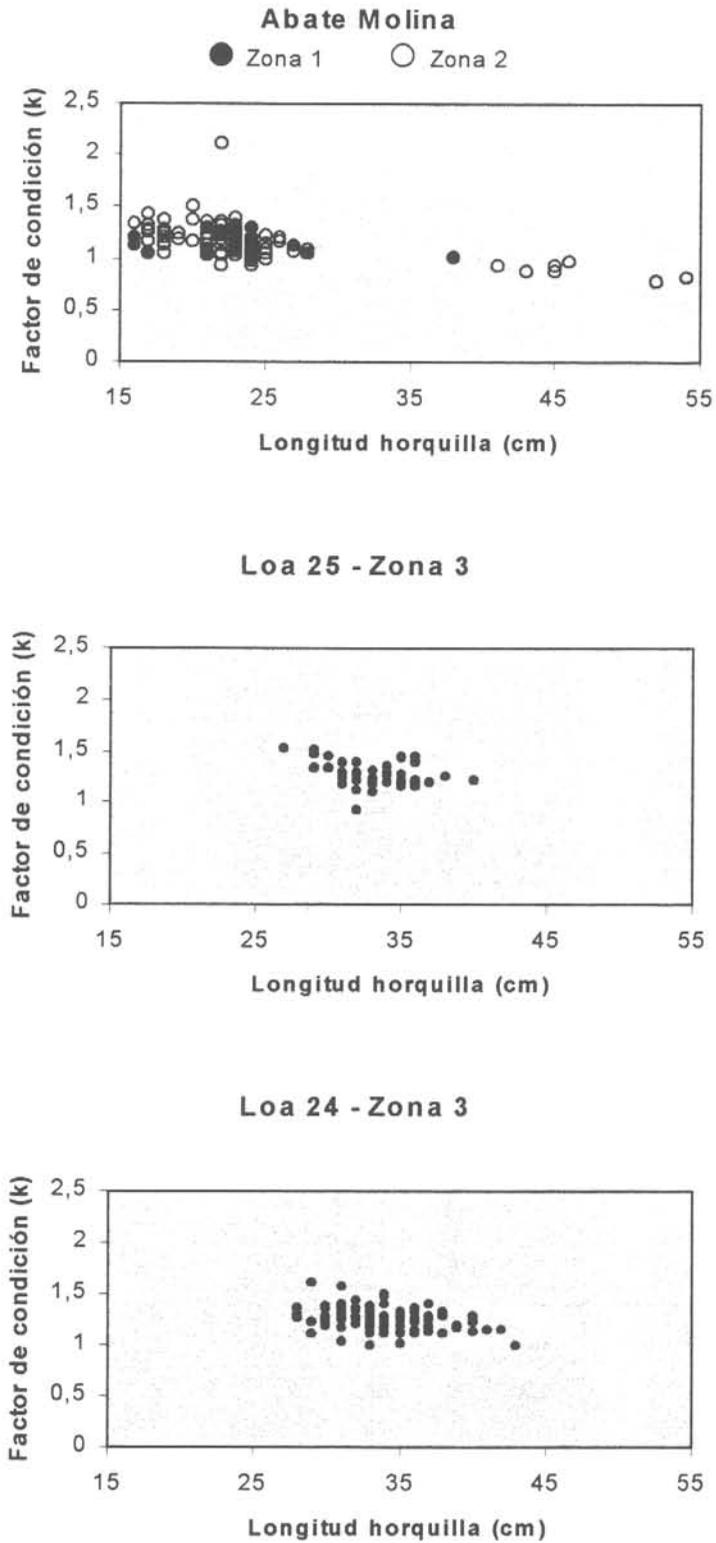


Figura 31. Variación del factor de condición (k) en las diferentes tallas de jurel

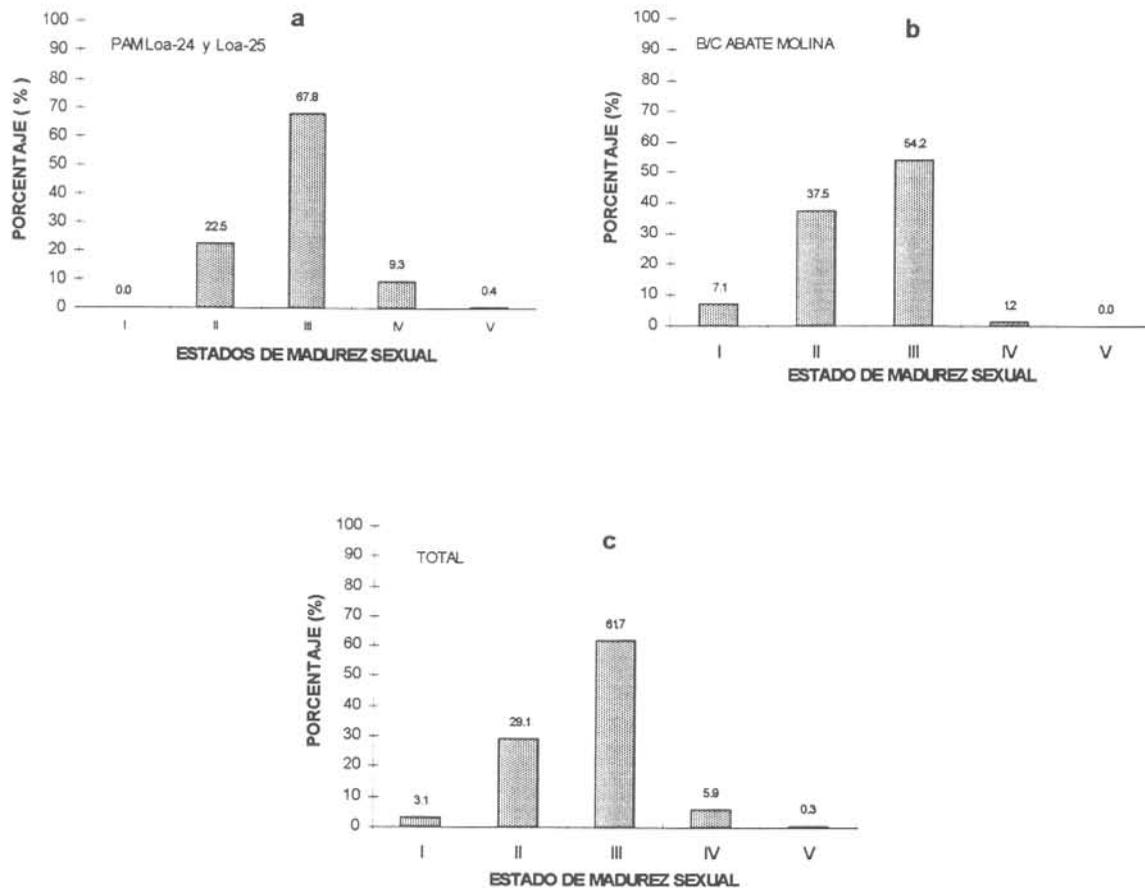


Figura 32 Dinámica de los estados de madurez de las hembras de jurel. Loa 24 y Loa 25 corresponden al sector costero (a), Abate Molina al oceánico (b) y total a toda el área prospectada (c).

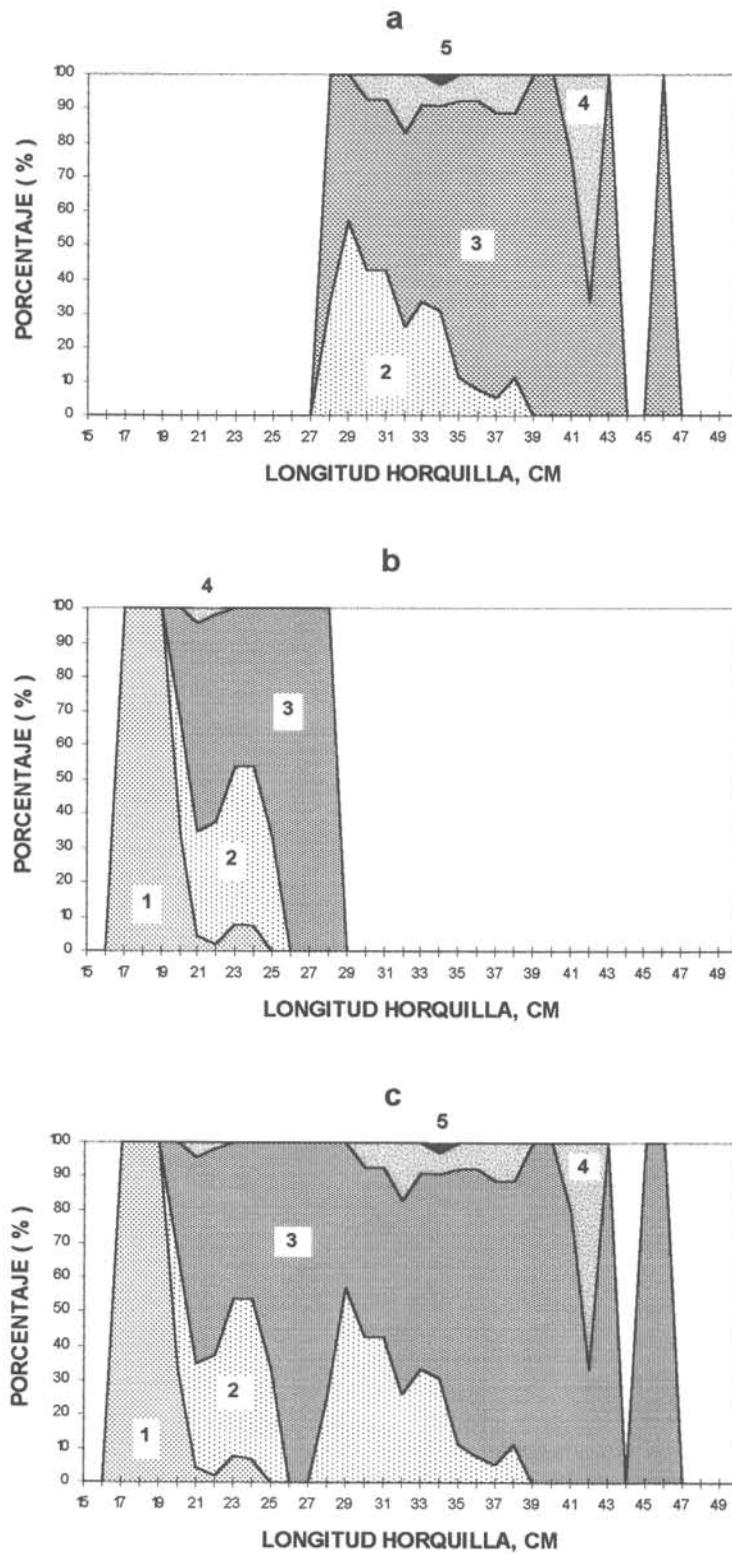


Figura 33 Dinámica de los estados de madurez sexual por tamaño para las hembras en los sectores costero (a), oceánico (b) y total (c).

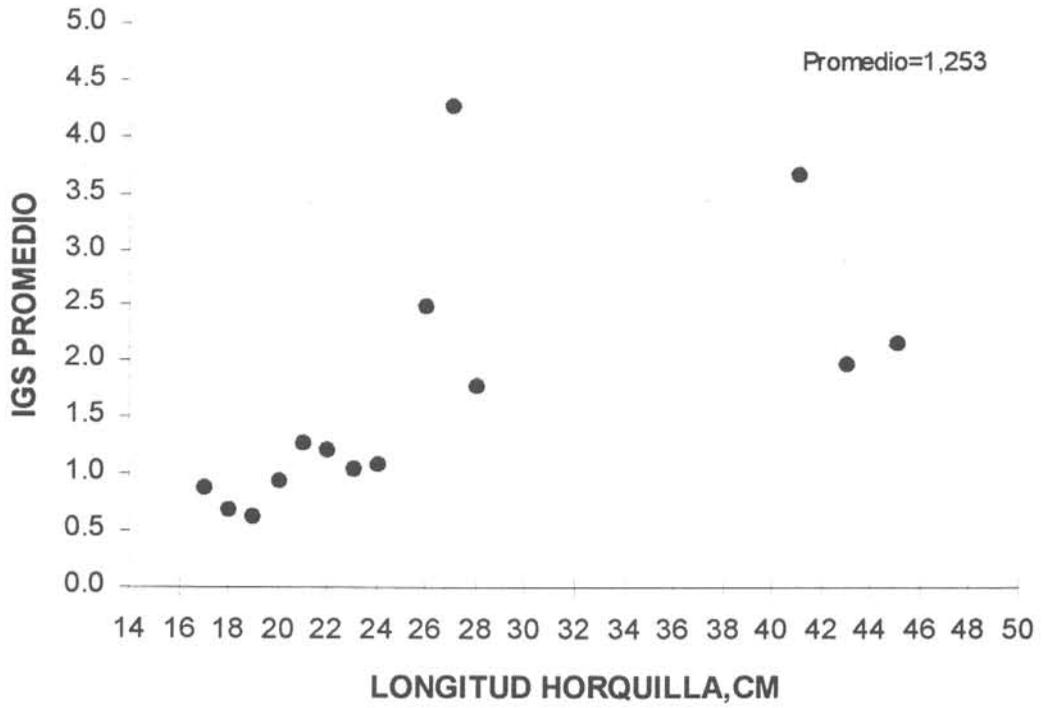


Figura 34 Índice gonadosomático (IGS) de las hembras de jurel por tamaño en la región oceánica del 19 al 23 de noviembre de 1997 (B/C Abate Molina).

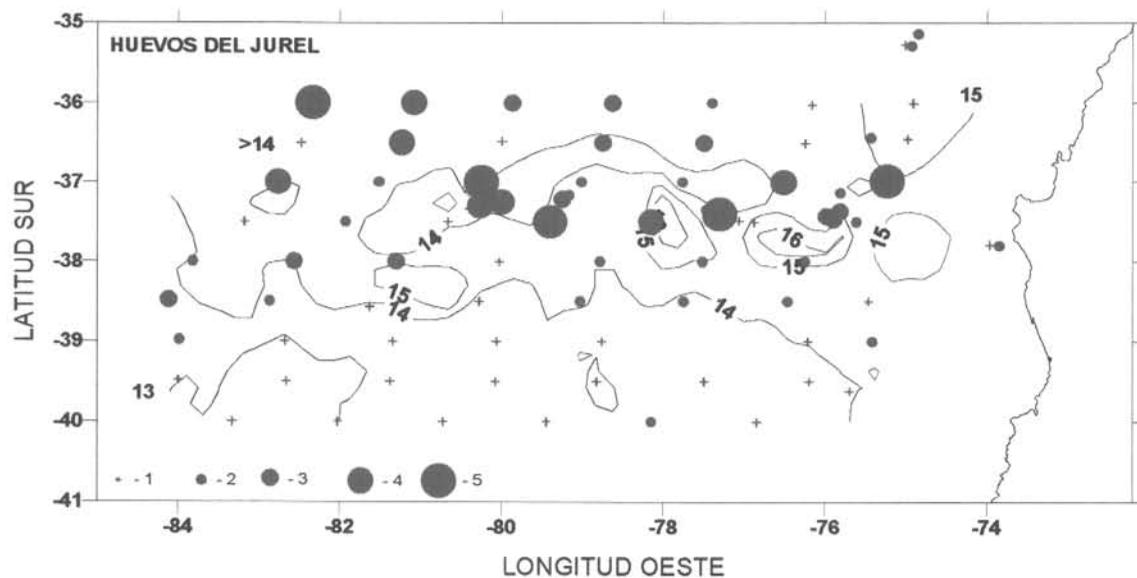


Figura 35 Distribución espacial y densidad de huevos del jurel en el área de prospección : 1 - estaciones planctónicas, sin presencia de huevos ; 2 - <math><100</math> huevos/10 m<sup>2</sup> ; 3 - 101-250 huevos/10 m<sup>2</sup> ; 4 - 251-500 huevos/10 m<sup>2</sup> ; 5 - >500 huevos/10 m<sup>2</sup> (noviembre de 1997).

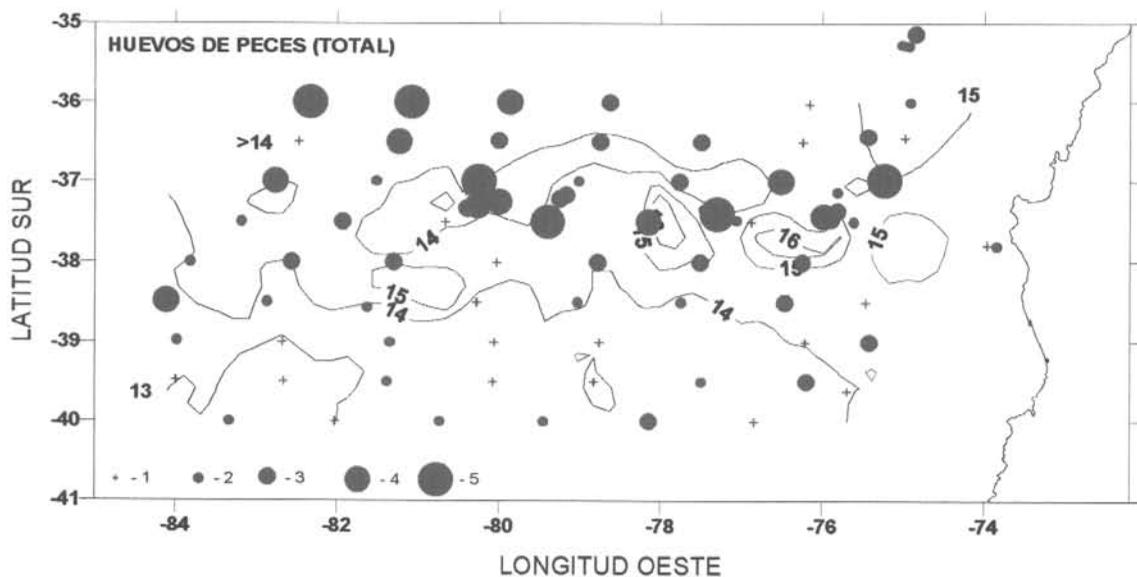


Figura 36. Distribución espacial y densidad de huevos de los peces en el área de prospección : 1 - estaciones planctónicas, sin presencia de huevos ; 2 - <math><100</math> huevos/10 m<sup>2</sup> ; 3 - 101-250 huevos/10 m<sup>2</sup> ; 4 - 251-500 huevos/10 m<sup>2</sup> ; 5 - >500 huevos/10 m<sup>2</sup> (noviembre de 1997).

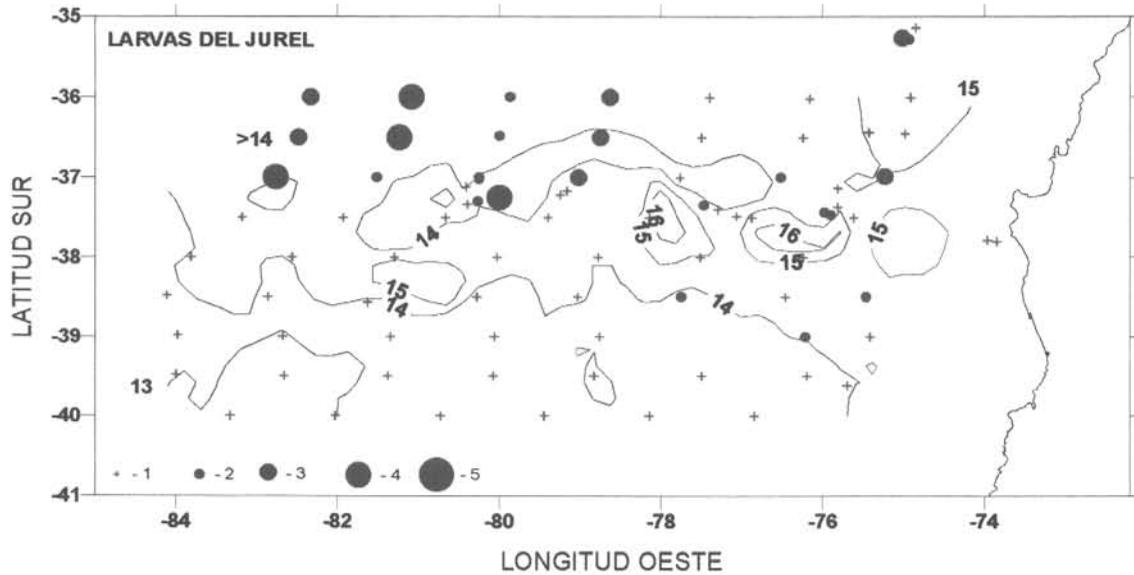


Figura 37. Distribución espacial y densidad de larvas del jurel en el área de prospección: 1 - estaciones planctonicas sin presencia de larvas; 2 - <math><100</math> larvas/10 m<sup>2</sup>; 3 - 101-250 larvas/10 m<sup>2</sup>; 4- 251-500 larvas/10 m<sup>2</sup>; 5 - >500 larvas/10 m<sup>2</sup> en noviembre de 1997.

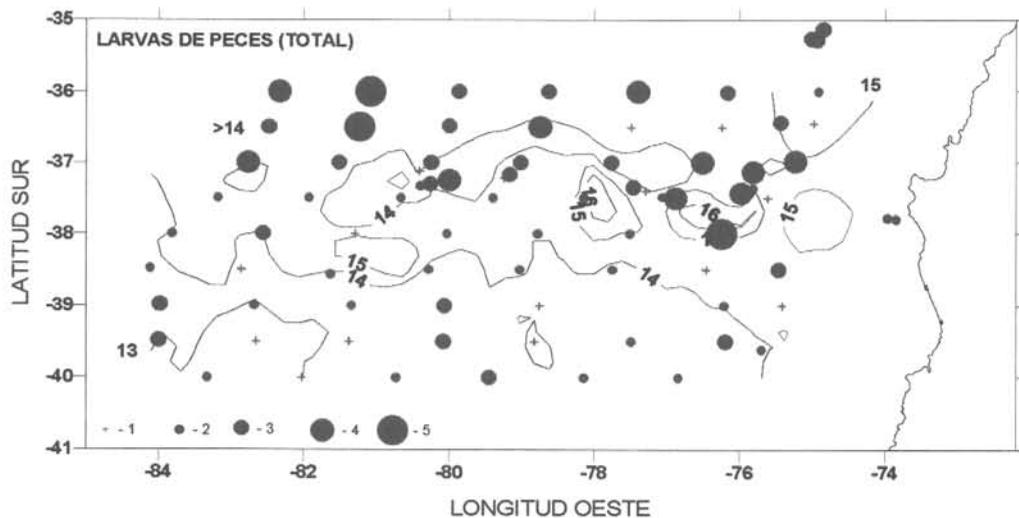


Figura 38. Distribución espacial y densidad de larvas de los peces en el área de prospección: 1 - estaciones planctonicas sin presencia de larvas; 2 - <math><100</math> larvas/10 m<sup>2</sup>; 3 - 101-250 larvas/10 m<sup>2</sup>; 4- 251-500 larvas/10 m<sup>2</sup>; 5 - >500 larvas/10 m<sup>2</sup>.

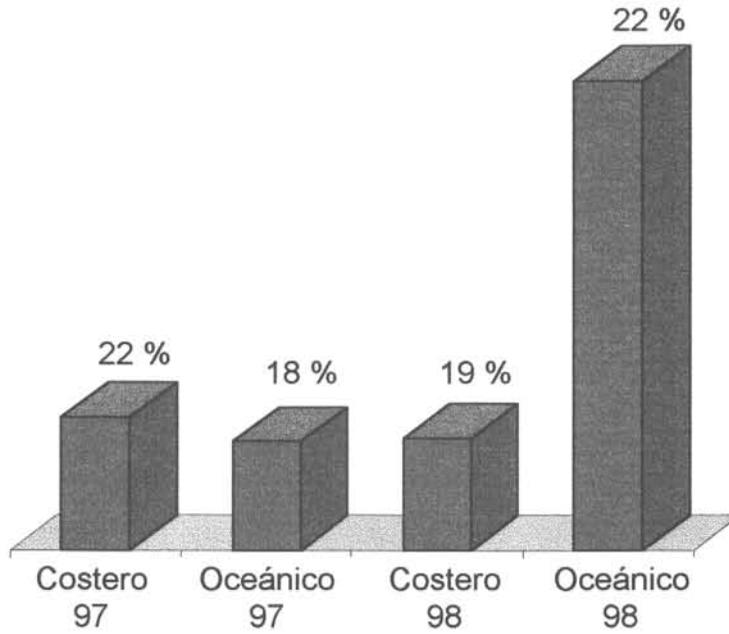


Figura 39. Porcentaje de estómagos de jurel con contenido en la zona oceánica y costera en noviembre de 1997 y marzo de 1998.

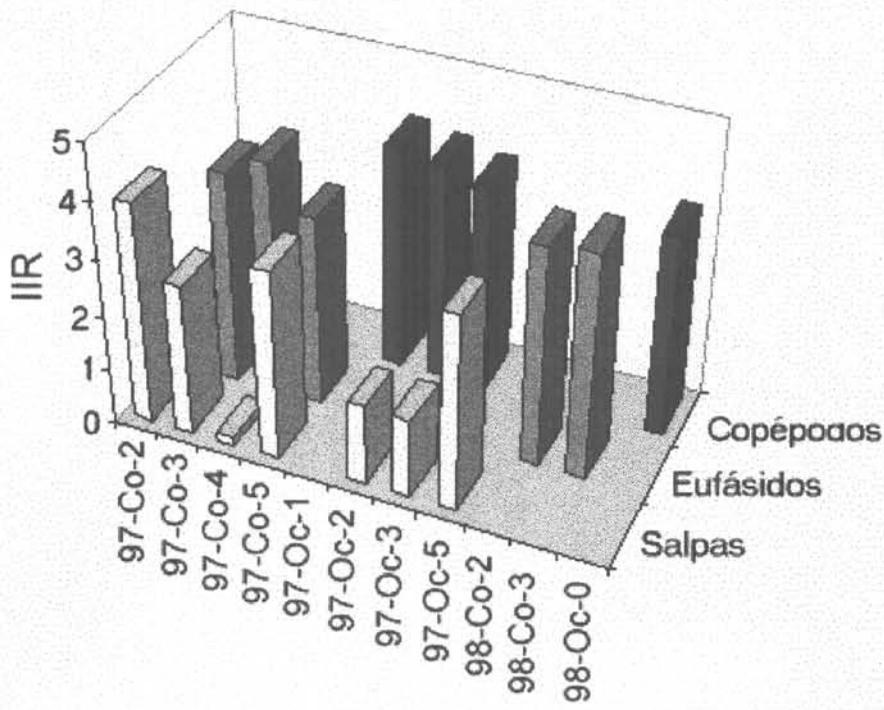


Figura 40. Índice de Importancia Relativa (IIR) de jurel por grupos de tamaño, mes y zona de captura.

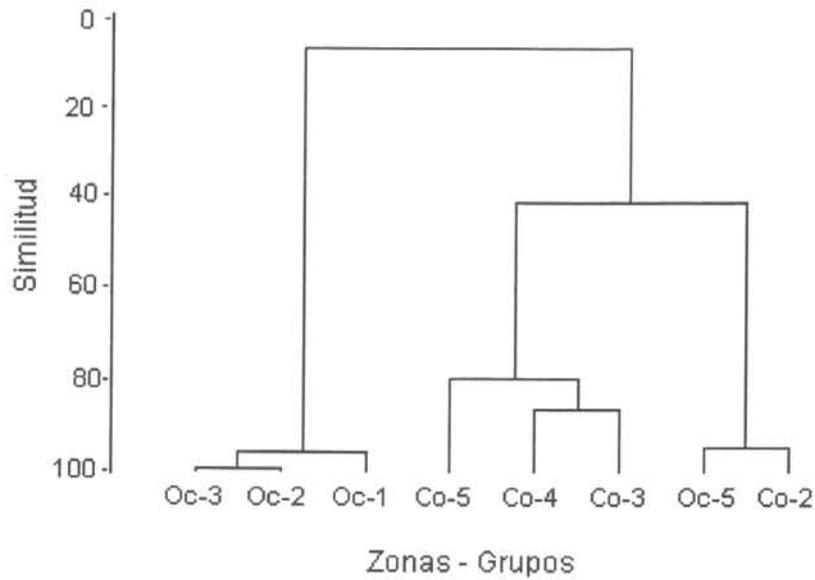


Figura 41. Dendrograma de similitud trófica por grupos de tamaño de jurel diferenciando por zonas de captura (Co = costeros y Oc = oceánicos).

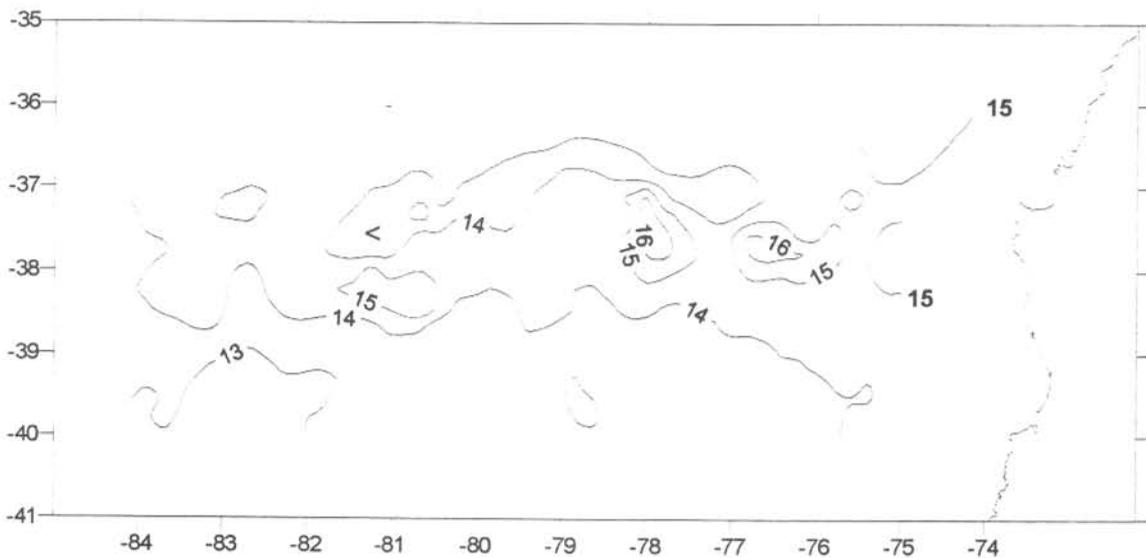


Figura 42. Distribución espacial de la temperatura superficial del mar entre 17 y 23 de noviembre de 1997 (PAM "Loa-24", "Loa-25", "Líder" y "Cazador").

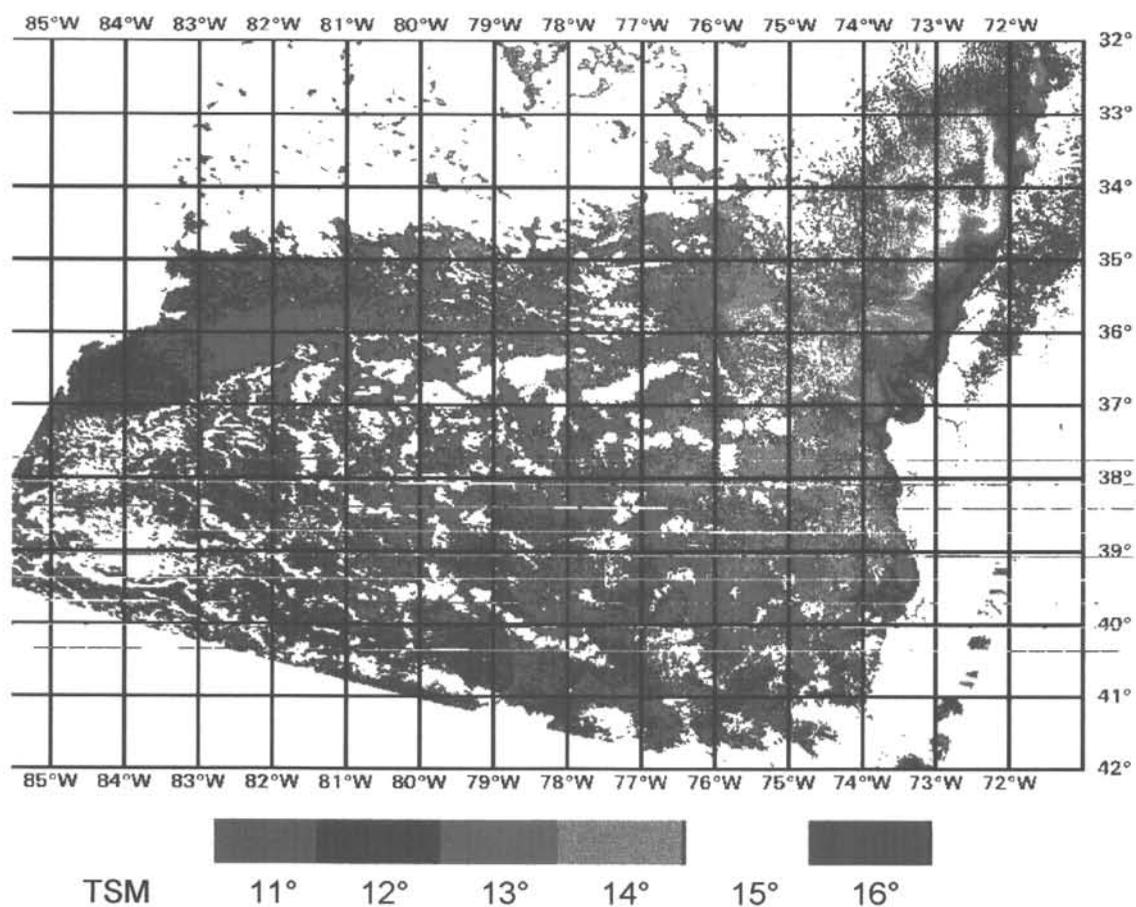


Figura 43 Imagen de alta resolución de la distribución de la TSM en la región frente a Chile centro-sur del día de 22 de noviembre de 1997 (Departamento Sinóptico de Pesca - Instituto de Investigación Pesquera).

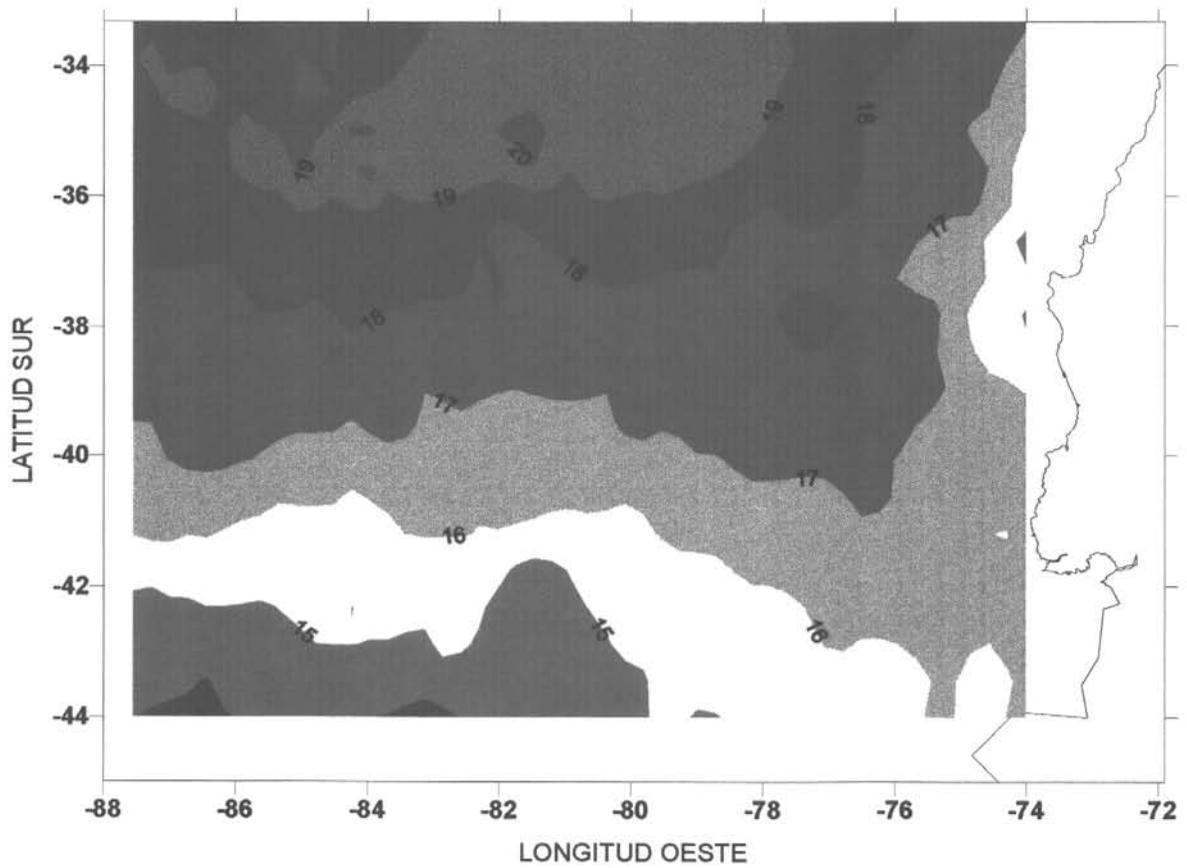


Figura 44. Distribución espacial de la temperatura superficial del mar (en grados celsius) entre el 17 y 31 de marzo de 1998, en base a registros obtenidos a bordo de las embarcaciones pesqueras.

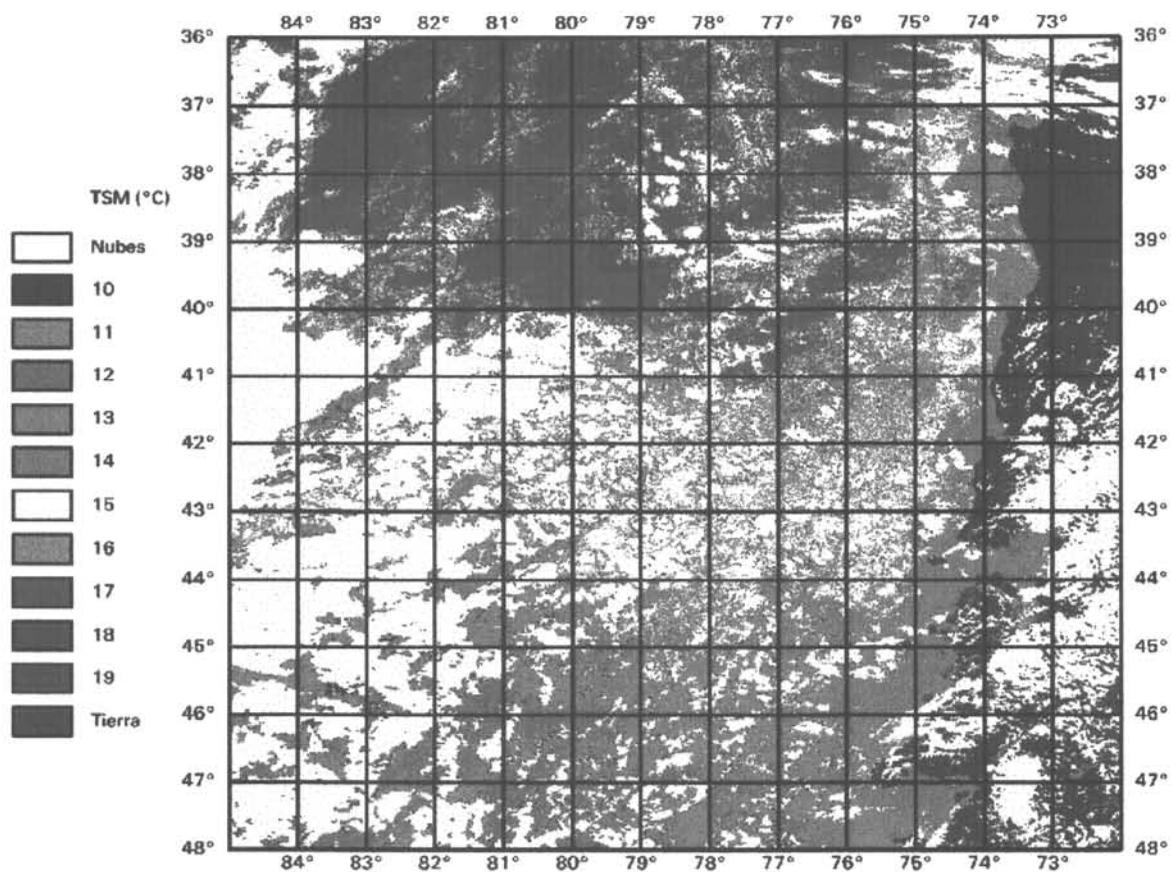
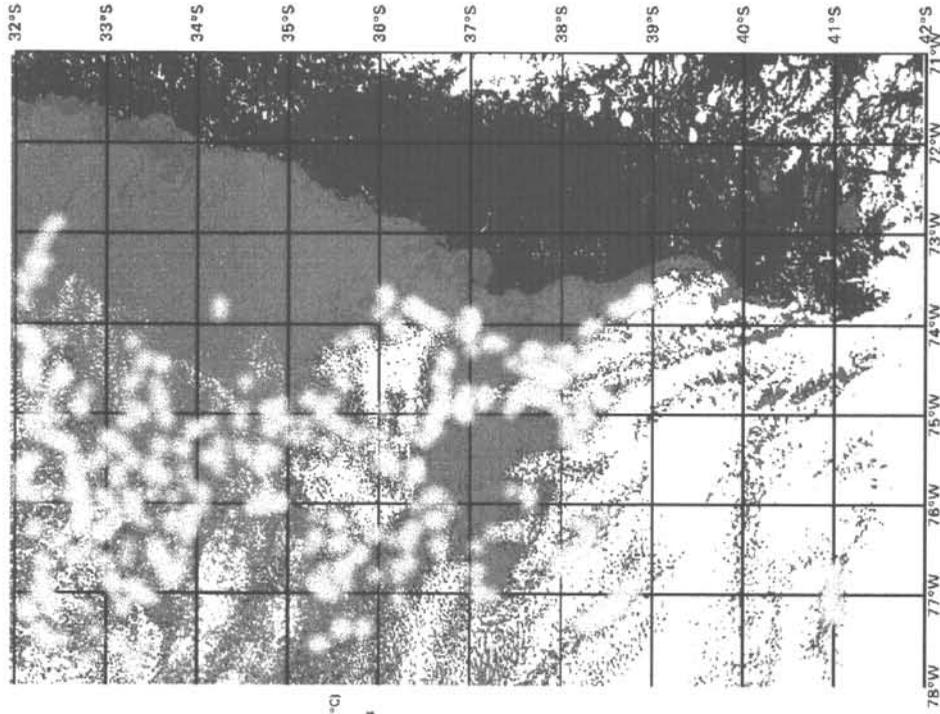


Figura 45. Imagen satelital de la temperatura superficial del mar del día 28 marzo de 1998 (captada en la estación receptora del Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano).



INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA  
PROGRAMA SINÓPTICO DE PESCA

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR  
09 DE JULIO DE 1998



INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA  
PROGRAMA SINÓPTICO DE PESCA

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR  
13 DE JULIO DE 1998

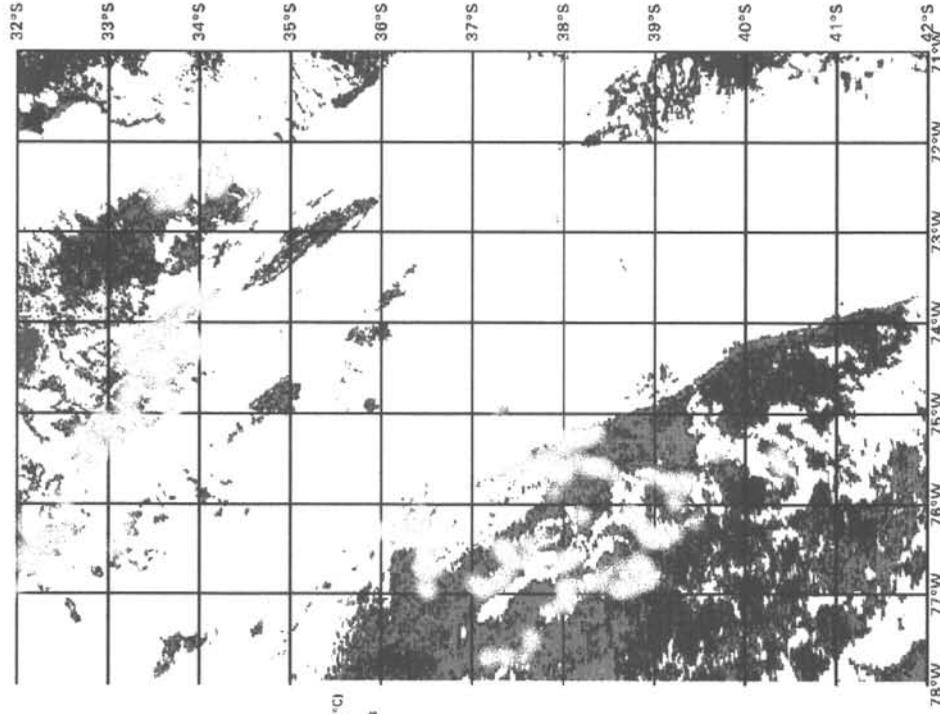


Figura 46. Imagen satelital de la temperatura superficial del mar de julio 1998 (captada en la estación receptora del Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano)..

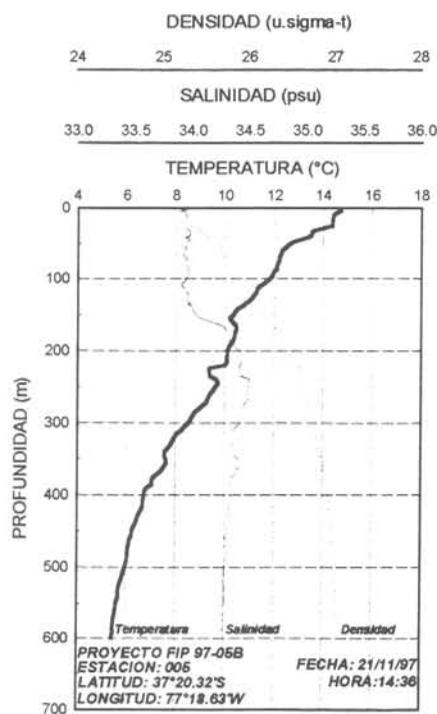
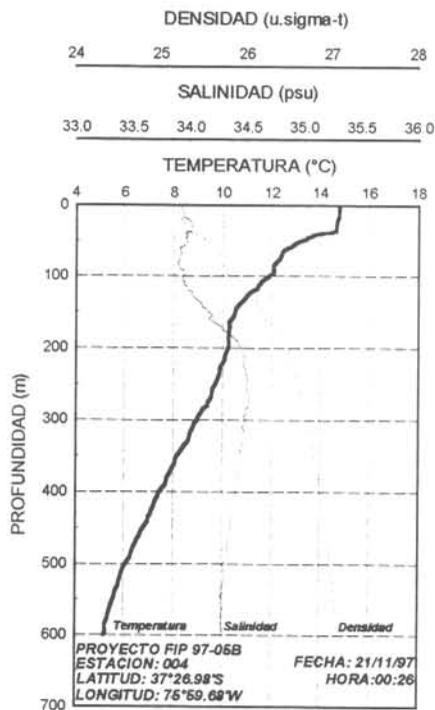
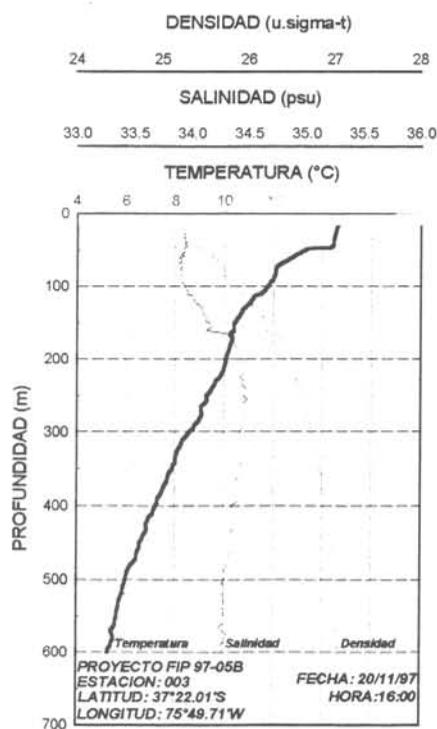
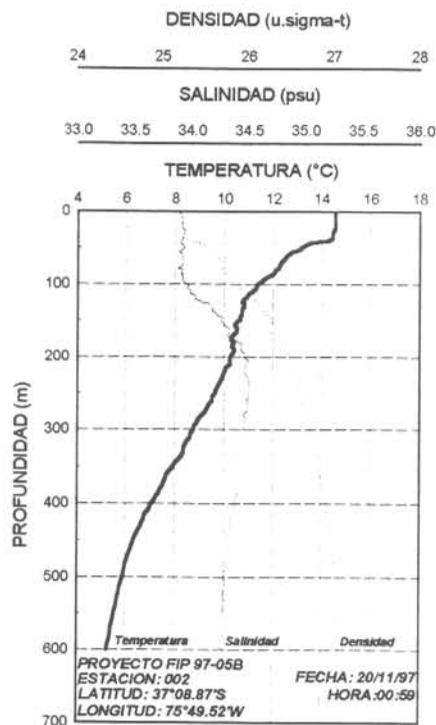


Figura 47. Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 2 a 5.

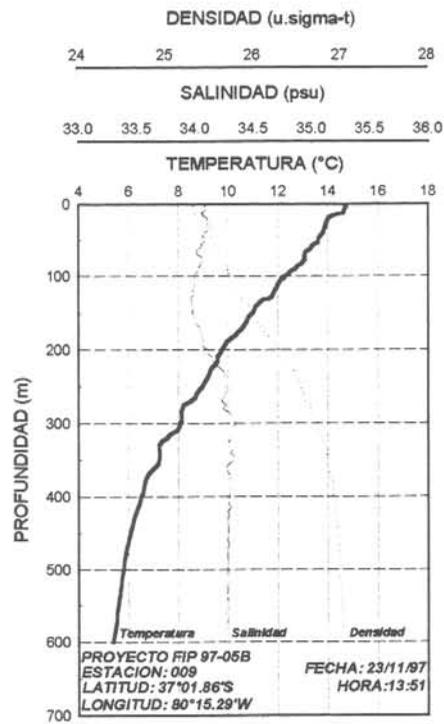
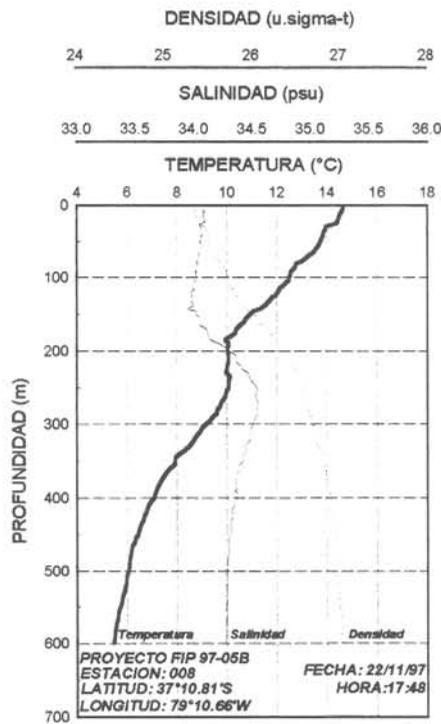
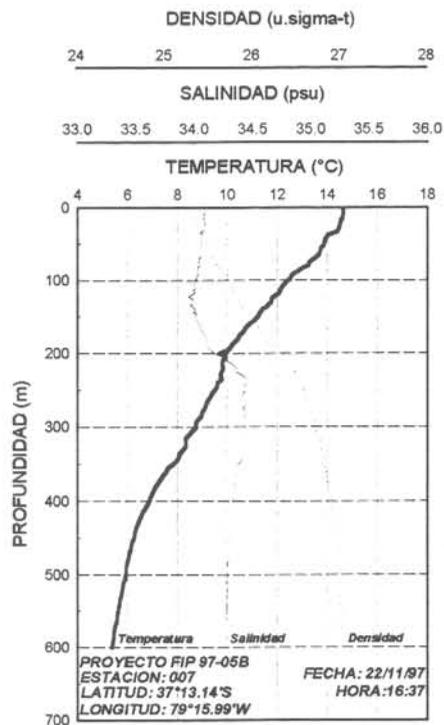
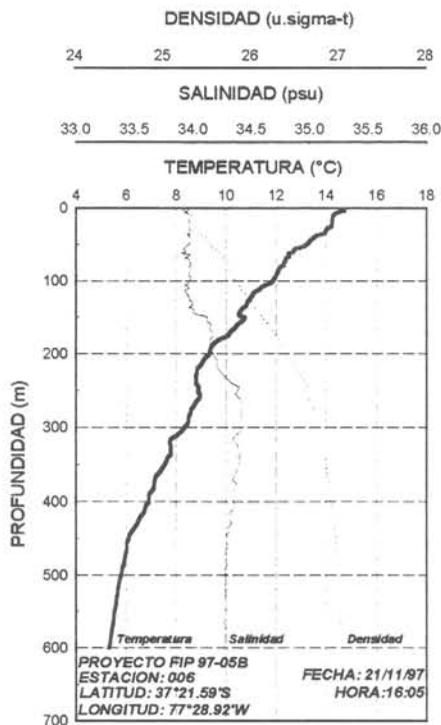


Figura 48. Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 6 a 9.

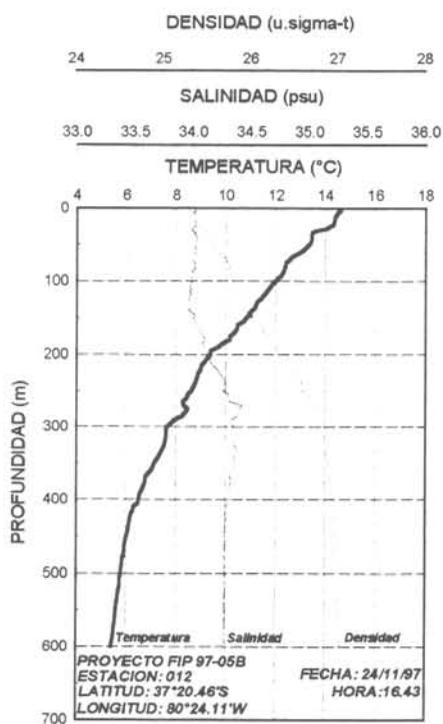
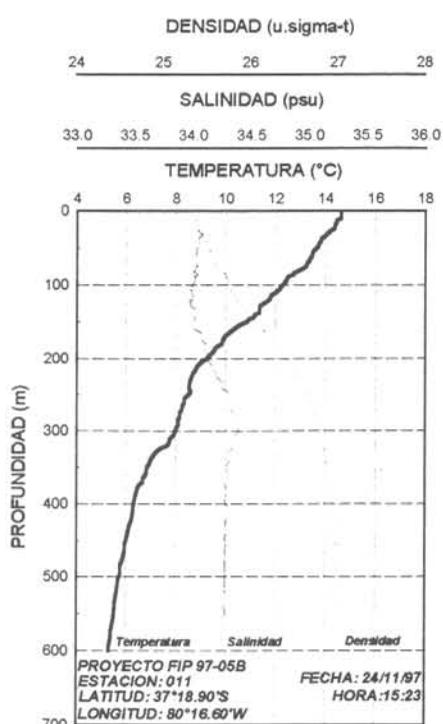
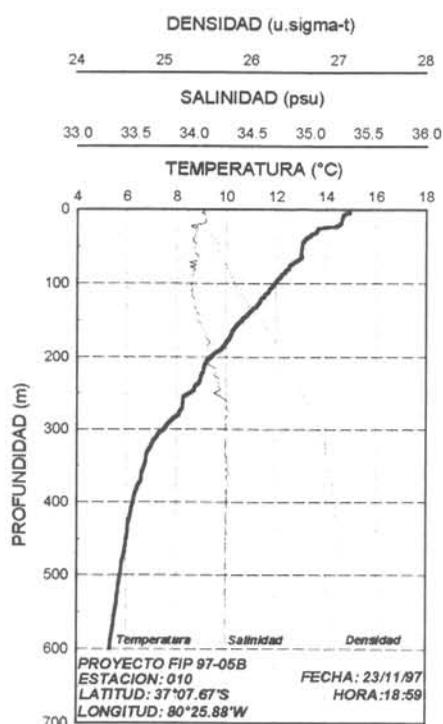


Figura 49. Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 10 a 12.

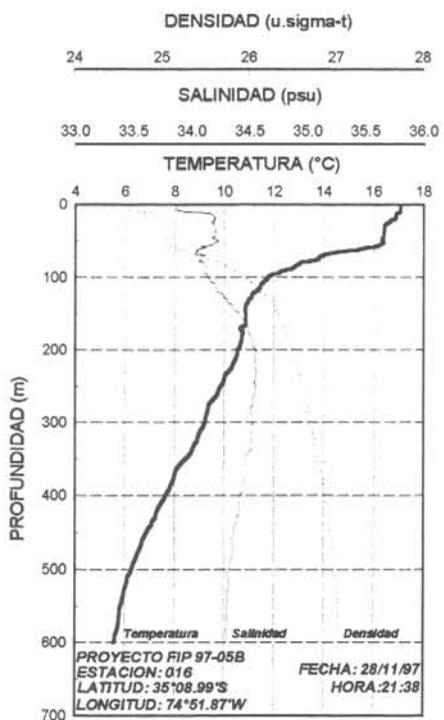
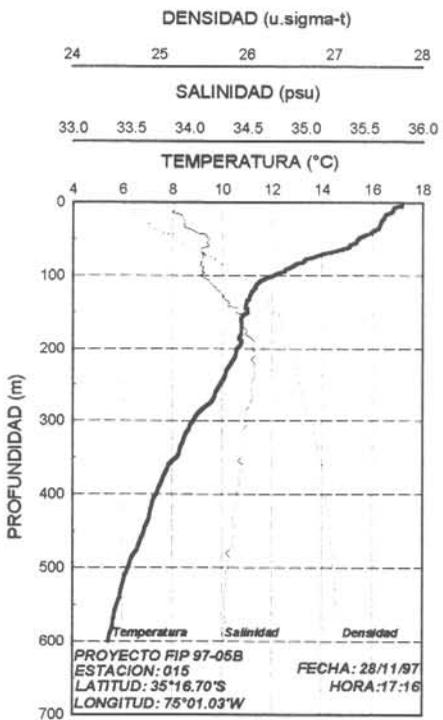
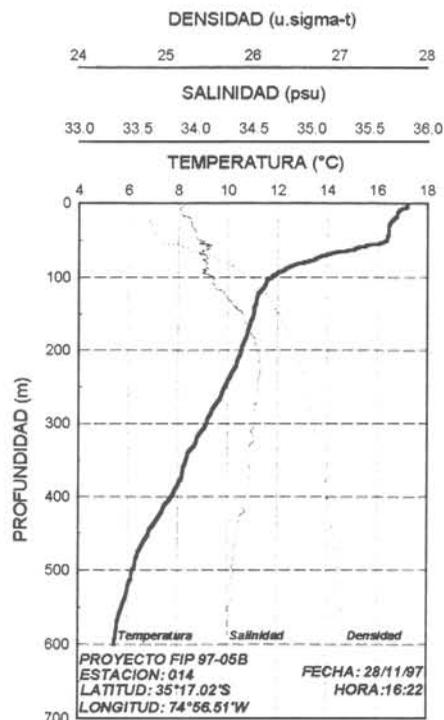
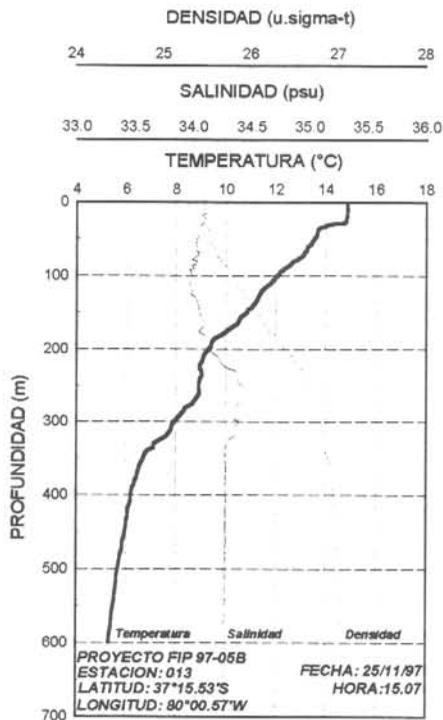


Figura 50. Distribución vertical de temperatura (°C), salinidad y densidad (sigma-t) en las estaciones 13 a 16.

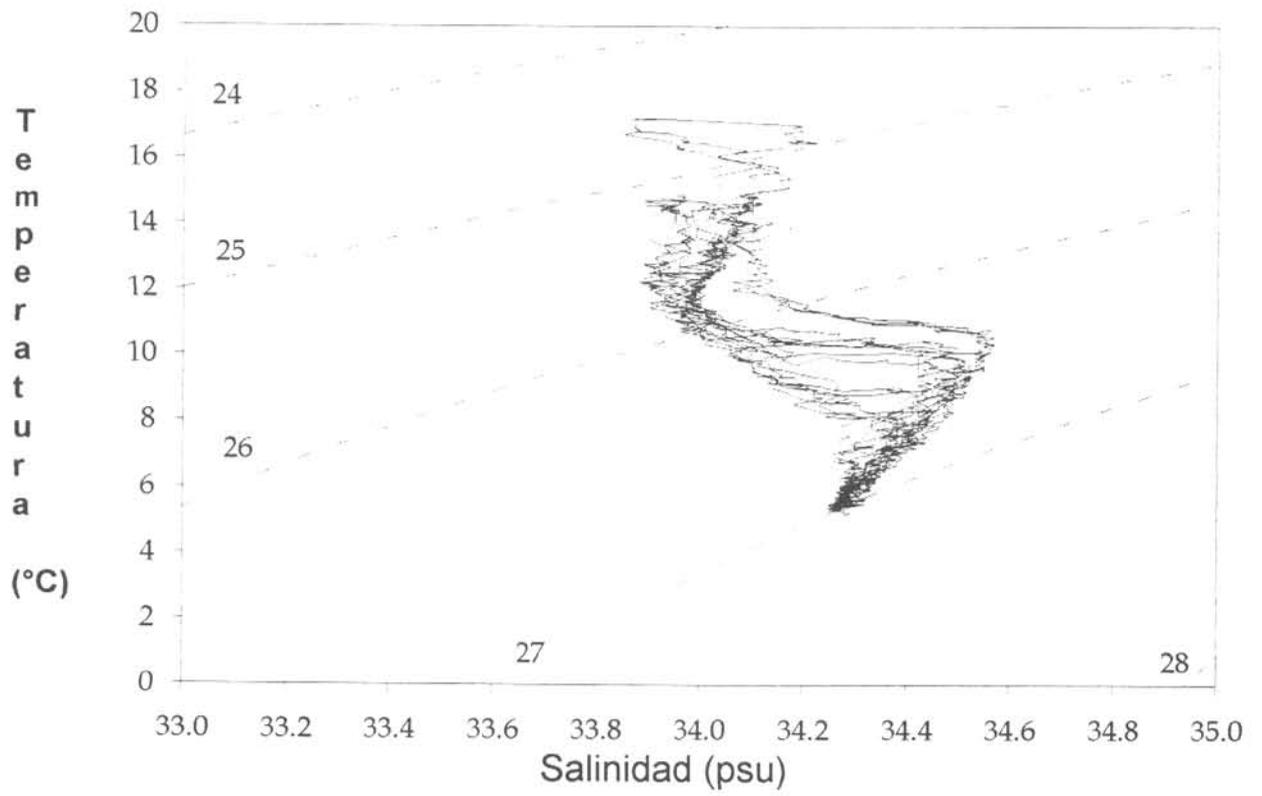


Figura 51. Diagrama T-S generado a partir de 15 estaciones oceanográficas.

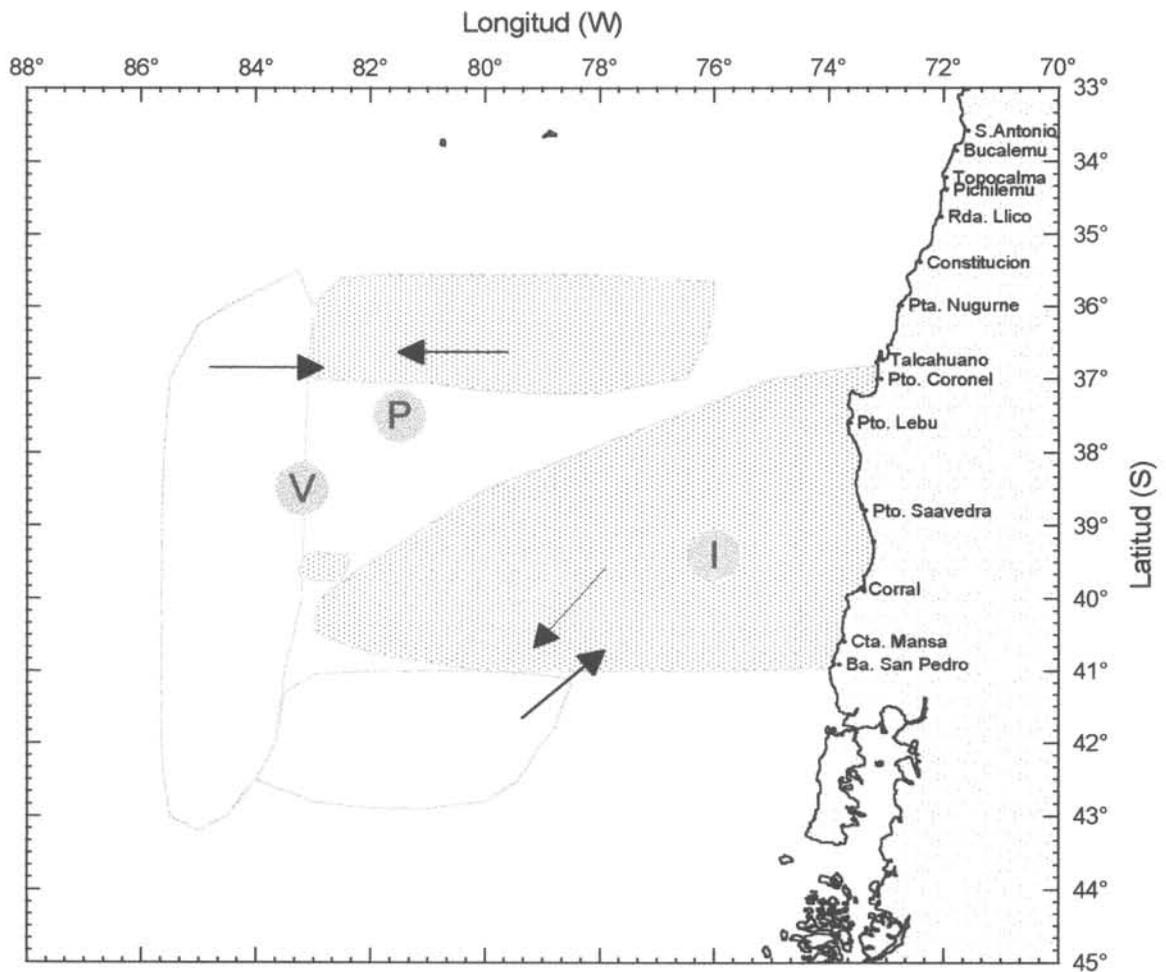


Figura 52. Centro de gravedad, dirección de movimiento y cartografía de la distribución del recurso juel en las ecoprocepciones realizadas en noviembre de 1997, marzo y julio de 1998.