



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 95 - 07

INFORME : EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO
FINAL JUREL EN LA ZONA CENTRO-SUR (FASE
CRUCERO METODOLOGICO)

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

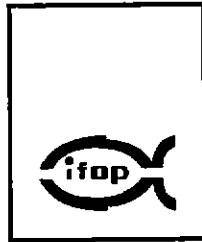
REQUIRENTE:

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

EJECUTOR:

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

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
Rector: BERNARDO DONOSO RIVEROS



JEFE DE PROYECTO:

MARIA ANGELA BARBIERI B.

AUTORES:

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

MARIA ANGELA BARBIERI B.
JOSE CORDOVA M.
SERGIO LILLO V.
JORGE CASTILLO P.
GABRIELA BÖHM S.

COLABORADORES:

MARCOS ESPEJO V.
MAURICIO BRAUN A.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

ELEUTERIO YAÑEZ R.
VICTOR CATASTI B.

ASESORES

HUGO ROBOTHAM V.
HUGO ARANCIBIA F.
OSCAR GUZMAN F.
FRANCOIS GERLOTTO
MARC SORIA



RESUMEN EJECUTIVO

El Consejo de Investigación Pesquera incluyó en el programa de 1995 un proyecto que permita disponer de una metodología de cuantificación directa del recurso jurel en la zona central de Chile, que asegure una estimación más precisa de su abundancia en la unidad de Chile centro-sur. Dentro de los objetivos específicos del proyecto, se debe establecer el patrón de comportamiento (gregario y trófico) y la distribución del recurso jurel y su incidencia en los niveles de abundancia en la zona centro-sur de Chile, a partir de la información hidroacústica obtenida en los cruceros realizados desde 1991 a 1994. Además, se debe analizar críticamente la metodología y las estrategias de prospección utilizadas en los cruceros realizados en el período 1991-94 y determinar experimentalmente los factores que influyen en las evaluaciones hidroacústicas y las estrategias de diseño de los cruceros.

Para cumplir con los objetivos del proyecto, los resultados se han separado en dos etapas, la primera que se realizó en 1996 en que se hizo un estudio de la información recopilada en los cruceros de 1991 a 1994 y se realizó un taller interno. La segunda parte que se efectuó parcialmente en 1996 y 1997, donde se realizó un crucero metodológico y talleres de difusión que se efectuaron en los meses de agosto, septiembre y octubre de 1997 .

Los objetivos del crucero metodológico se fijaron en un taller interno realizado en 1996, que contó con la participación de expertos nacionales e internacionales y la problemática fue separada en dos temas la primera relacionada con el conocimiento de los cambios que sufre el jurel en un ciclo de 24 horas, que se denominan «hidroacústicos» y los segundos relacionados con el ambiente y aspectos de la alimentación del jurel, que se denominan «medio ambientales».



Los objetivos del crucero en el tema hidroacústicos eran estudiar el comportamiento de las agregaciones considerando la morfología, la distribución batimétrica, abundancia de las agregaciones y estructura de las tallas del jurel en un ciclo de 24 horas. Además, se debía estudiar la dinámica de las agregaciones determinando las extensiones y el desplazamiento de éstas. En el tema medio ambiental, los objetivos son caracterizar la distribución vertical de la capa de dispersión profunda (CDP), el patrón trófico (ritmo de alimentación) del jurel y determinar la composición del alimento y cuantificar la oferta ambiental del jurel.

El crucero metodológico se efectuó con el B/I "Abate Molina". El crucero tuvo una duración de 20 días, pero para cumplir con los requerimientos antes citados el crucero se separó en 7 experimentos: uno se realizó en agosto de 1996, y el resto en 1997, donde dos se efectuaron en abril, dos en el mes de mayo y dos en el mes de junio. En los experimentos el diseño de la prospección fueron de dos tipos: a) cajón mágico replicado día y noche y b) grilla. Las prospecciones acústicas se efectuaron con el sistema EK 500 en la frecuencia de 38 Khz, las unidades básicas de muestreo (ubm) eran de 0,5mn, además se empleó un sonar Furuno CSH-20 con una frecuencia de emisión de 32 Khz.

Los ecotrazos de jurel se clasificaron en 6 tipos de agregaciones: cardumen, estrato denso, estrato medio, estrato disperso, disperso e individual. Los resultados indican que ninguno de los tipos de agregaciones se encontraba presente las 24 horas, indicando un cambio en el comportamiento del jurel

Los factores como el día, la noche, la luna llena y la luna nueva producen un cambio en la distribución espacial del recurso.



Respecto a la distribución batimétrica del recurso, el jurel se presenta desde la superficie hasta 200 m de profundidad durante el día (entre el orto y el ocaso), con una media de 120m en DCL y de 91m en DSL, mientras que en la noche el jurel se distribuye desde la superficie hasta los 100m de profundidad, con una media de 54m en NCL y sólo 22m en NSL.

Los factores como el día, la noche, la luna llena y la luna nueva, también tienen efecto en la altura de las agregaciones, éstas son más altas en el día y la noche de luna llena.

La abundancia de las agregaciones se estudian a través de **Sa**. Se observa que los valores altos de **Sa** se presentan de día y que durante el día el coeficiente de variación es más bajo, en efecto alcanza 3,92, mientras que de noche se eleva a 8,28.

Se estudian conjuntamente los factores del día, la noche, la luna llena y la luna nueva, que son las condiciones normales de un crucero de prospección acústica (que se extienden por más de un mes), se realiza una prueba andeva a dos factores. Los resultados indican que, para la variable **Sa**, las diferencias no son significativas entre el día-noche y luna llena-luna nueva, luego en los cruceros de evaluación hidroacústica del jurel se puede trabajar en condiciones de luna nueva y llena. Estos resultados son relevantes en la determinación del diseño de la prospección del crucero, ya que el factor luna no tendría un efecto significativo en el nivel de los **Sa**. Por otro lado, durante el día la variabilidad de los **Sa** es menor (considerando los valores del coeficiente de variación).

El estudio del desplazamiento de las agregaciones tipo cardumen permite señalar que durante el día éstos son estables, durante el crepúsculo los cardúmenes de jurel



se disgregan y suben rápidamente a la superficie siguiendo la variación nictemeral de la capa plantónica. La fase de dispersión del jurel es activa y corresponde al inicio de la fase de alimentación, esto permite relacionar el comportamiento del jurel con su comportamiento trófico. El agrupamiento de los jureles en cardúmenes durante el día, permite a los peces mantenerse en el área de alimentación, entonces durante el día, para el jurel, el cardumen, sería una estructura pasiva y de confort. Por otro lado, durante la fase dispersión y en la noche las agregaciones no son estables, los jureles efectúan durante ella la exploración del habitat y se produce una redistribución espacial de los peces.

El análisis de contenido estomacal del jurel muestra que éste está compuesto principalmente por eufáusidos (sobre el 99%), también existe presencia de mictófidos, salpas y crustáceos. Los resultados muestran que el jurel se alimenta desde la tarde hasta la medianoche, desde ese momento hasta el medio día casi el 100% de los estómagos presentan los alimentos semidigeridos y digeridos. El estudio de la composición específica de la capa de dispersión profunda (CDP), a través de lances estratificados, muestra que está compuesta preferentemente por eufáusidos y mictófidos, los primeros se distribuyen en la columna de agua sobre, en y bajo la CDP y mientras que los segundos tienen preferencia a concentrarse bajo y en ésta.

Se puede señalar que el factor trófico sería un factor preponderante en la variabilidad espacio-temporal de la distribución de las agregaciones de jurel en el período de invierno

Las evaluaciones hidrioacústicas entrega valores de estimado de la biomasa, que constituyen indicadores de la abundancia relativos a la disponibilidad del recurso a la pesquería. Las prospecciones se deben efectuar cuando el recurso presenta el



mayor grado de concentración, dentro de la zona económica exclusiva (ZEE). El crucero de evaluación se debería iniciar en el momento en que las cpue alcanzan su máximo nivel y se estabilizan.

Con los antecedentes recolectados y de acuerdo a los resultados analizados se puede señalar que el recurso jurel presenta una amplia distribución. En las cuantificaciones hidroacústicas se propone emplear un diseño de prospección adaptativo (con transectas perpendiculares a la costa), diurnas, con una separación de transecta entorno a las 20 mn y un tamaño de ubm de 0,5mn. Es posible concluir que el método geoestadístico intrínseco es la herramienta adecuada para estimar la abundancia y su precisión del jurel.



INDICE GENERAL

	Pagina
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICES DE TABLAS	xiv
INDICE DE ANEXOS	xvi
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. ANTECEDENTES	3
3.1 Etapas desarrollo propuesta metodológica	3
3.2 Información acústica	4
3.2.1 Cruceros de prospección	4
3.2.2 Experimentos acústicos realizados en cruceros metodológicos	6
4. METODOLOGIA	7
4.1 Gregario	7
4.1.1 Caracterización de las agregaciones	8
4.1.1.1 Índice de cobertura y abundancia relativa	8
4.1.1.2 Tipo de distribución	9
4.1.1.3 Función de autocorrelación	10
4.1.1.4 Distribución de los cardúmenes	11
4.1.1.5 Semivariograma	12



4.1.2	Indice reproductivo	13
4.1.3	Migraciones nictemerales	13
4.1.3.1	Distribución batimétrica y tipo de agregación	14
4.1.3.2	Alimentación	16
4.2	Distribución geográfica del jurel	16
4.2.1	Evaluaciones acústicas (1991 - 1994)	17
4.2.2	Operación flota cerquera industrial (1990 - 1995)	17
4.2.2.1	Estandarización del esfuerzo de pesca	18
4.2.2.2	Distribución espacio-temporal de la CPUE promedio	20
5.	RESULTADOS	21
5.1	Comportamiento gregario	21
5.1.1	Caracterización de las agregaciones	21
5.1.1.1	Tipo agregación invierno y primavera	21
5.1.1.2	Tipo agregación diurna y nocturna	23
5.1.1.3	Tipo de distribución	24
5.1.1.4	Indice de cobertura y abundancia relativa	25
5.1.1.5	Autocorrelación	27
5.1.1.6	Distribución de cardúmenes	32
5.1.1.7	Variogramas de las distribuciones de jurel	33
5.1.2	Indice reproductivo	35
5.1.3	Migraciones nictemerales	36
5.1.3.1	Análisis de Componentes Principales (ACP)	36
5.1.3.2	Análisis Discriminante Lineal (ADL)	37
5.1.4	Alimentación	39
5.2	Distribución geográfica de jurel	43
5.2.1	Evaluaciones acústicas 1991 - 1994	43
5.2.2	Operación flota cerquera industrial 1990 - 1995	44



5.3	Revisión metodológica aplicada	47
5.3.1	Taller interno	48
6.	TALLER EXTERNO	59
7.	CRUCERO METODOLÓGICO	60
7.1	Objetivos específicos	
7.1.1	Hidroacústicos	60
7.1.2	Medio ambientales	61
7.2	Metodología	61
7.2.1	Prospección hidroacústica	64
7.2.2	Condiciones medio ambientales	66
7.3	Resultados y discusión	68
7.3.1	Comportamiento de las agregaciones	68
7.3.2	Dinámica de las agregaciones	82
7.3.3	Condiciones medio ambientales	86
7.4	Conclusiones del crucero	91
8.	SIPNOSIS DE LA PROPOSICIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DIRECTA DEL RECURSO JUREL EN LA ZONA DE CHILE CENTRAL	93
8.1	Conocimiento previo	93
8.1.1	Del recurso	93
8.1.2	De las condiciones del medio y metereológicas	96
8.1.3	Del equipamiento	97
8.2	Aplicación de método hidroacústico	97
8.2.1	Calibración	97



8.2.2	Identificación de especies	98
8.2.3	Planificación de la prospección	100
8.2.4	Estimación de índices de abundancia	102
8.2.5	Estimación de la biomasa	103
8.3	Análisis integrado	104
8.3.1	Condiciones bio-oceanográficas	104
8.3.2	Actividad pesquera	105
8.3.3	Información hidroacústica proveniente del crucero	105
8.4.3	Integración de los resultados hidroacústicos, bio-oceanográficos y pesqueros	105
9.	BIBLIOGRAFÍA	107

FIGURAS

ANEXOS



INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Agregación de jurel tipo cardumen.
- Figura 2. Agregación de jurel tipo estrato.
- Figura 3. Agregación de jurel tipo disperso.
- Figura 4. Correlogramas cruceros 1991 a 1994.
- Figura 5. Variogramas cruceros 1991 a 1994.
- Figura 6. Índice gonadosomático y tipo de agregaciones en porcentuales.
- Figura 7. Plano factorial. A: ejes 1-2; B: ejes 1-3 y C: para representación de las observaciones.
- Figura 8. Ciclo diario de alimentación de jurel: A: total y b: eufáusidos.
- Figura 9. Zona de estudio de la c.p.u.e. para la flota industrial.
- Figura 10. Distribución de la c.p.u.e. de la flota anual 1990 - 1995.
- Figura 11. Barcos cerqueros flota zona centro-sur. a: número de barcos, capacidad de bodega (CB) promedio y acumulada; b: número de barcos por categoría de bodega. Fuente :IFOP; Böhm et al., (1996).
- Figura 12. Localización de los centros de gravedad de la c.p.u.e. mensual por año. 1990 - 1995.
- Figura 13. Zona de estudio y situación de los 7 experimentos.
- Figura 14a. Diseño de la prospección en experimentos 1 a 4.
- Figura 14b. Diseño de la prospección en experimentos 5 a 7.
- Figura 15. Tipos de ecotrazos.



- Figura 16. Por experimento: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.
- Figura 16 (continuación) Por experimento: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.
- Figura 17. Por tipo de agregación: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.
- Figura 17b (continuación) Por tipo de agregación: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.
- Figura 18a a) Participación porcentual de los tipos de ecotrazos, b) Coeficiente de variación de profundidad por tipo de ecotrazo, c) Coeficiente de variación de altura por tipo de ecotrazo, d) Coeficiente de variación de Sa por tipo de ecotrazo.
DCL: Día con luna llena, DSL: Día con luna nueva,
NCL: Noche con luna llena, NSL: Noche con luna nueva.
- Figura 19. Profundidad, altura y Sa promedio por tipo de agregación con su respectiva desviación estándar.
DCL: Día con luna llena, DSL: Día con luna nueva,
NCL: Noche con luna llena, NSL: Noche con luna nueva.
- Figura 20. Profundidad, altura y Sa promedio por tipo de agregación durante DCL, DSL, NCL y NSL.
- Figura 21. Distribución de frecuencia (por lance) de ejemplares de jurel capturados a bordo del B/I Abate Molina.
- Figura 22. Distribución de frecuencia (por lance) de ejemplares de jurel capturados a bordo del PAM Fox y Golondrina.
- Figura 23. Correlograma a) Datos diurnos y nocturnos b) Diurnos c) Nocturnos.
- Figura 24. Diseño del track de navegación y ubicación de los cardúmenes en 5 experimentos efectuados para estudiar el desplazamiento de las agregaciones.



- Figura 25. Posición de un cardumen de jurel durante la tarde.
- Figura 26. Migración vertical de la capa de dispersión profunda hacia la superficie.
- Figura 27. Distribución de eufaúsidos y mictófididos sobre, en y bajo la capa de dispersión profunda CDP).
- Figura 28. Índices de densidad de eufaúsidos (a) y mictófididos (b y c) bajo, en y sobre el CDP.
- Figura 29. Distribución de frecuencia de talla (por lance), porcentaje de contenido estomacal por especie y estado de digestión.
- Figura 29. (continuación) Distribución de frecuencia de talla (por lance), porcentaje de contenido estomacal por especie y estado de digestión.
- Figura 30. Ciclo horario de los estados de digestión: a) sin digerir b) semidigerido y c) digerido.
- Figura 31. Diagramas de temperatura, salinidad densidad y TS° 000
- Figura 32. Esquema del proceso de aplicación del método de evaluación hidroacústica del recurso jurel.



INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Información de evaluaciones acústicas entre 1991 a 1994.
- Tabla 2. Categorías por densidad.
- Tabla 3. Número de agregaciones, por tipo y crucero (invierno).
- Tabla 4. Número de agregaciones, por tipo y crucero (primavera).
- Tabla 5. Número de agregaciones, por tipo y período del día (diurno).
- Tabla 6. Número de agregaciones, por tipo y período del día (nocturno).
- Tabla 7. Coeficientes regresivos de ajuste $S^2 = a * X^b$ (Taylor, 1961).
- Tabla 8. Índices de cobertura (IC) y abundancia relativa (ID) por crucero.
- Tabla 9. Resultados de autocorrelación crucero de invierno 1991 y 1992.
- Tabla 10. Resultados de autocorrelación crucero de invierno 1993 y 1994.
- Tabla 11. Resultados de autocorrelación crucero de primavera 1991 y 1992.
- Tabla 12. Índices de cobertura (SP) y MDC) y coeficiente de variación (CV) por crucero para agregaciones de tipo cardumen.
- Tabla 13. Resultados de la discriminante lineal de Fisher (ADL).
- Tabla 14. Resultados de la discriminante por método bootstrap.
- Tabla 15. Número de estómagos recopilados, con contenido estomacal y por crucero.
- Tabla 16. Índice de Importancia Relativa (IIR, modificado) de las presas de *Ts. murphyi*, por crucero.



- Tabla 17. Desviación estándar del índice de selectividad de presas por tamaño de Ursin (1973). La selectividad es inversamente proporcional a la desviación estándar de este índice.
- Tabla 18. Distribución de los Sa de jurel registrado en los cruceros acústicos y cpue de la flota en el periodo de crucero.
- Tabla 19. Posibles efectos de decrecimiento en la abundancia del stock de acuerdo a la escala espacial de las estructuras interpretada por los autores Laurec Le Guen (1977) modificado por Freon y Misund (en prensa)
- Tabla 20. Experimentos efectuados en el crucero.
- Tabla 21. Tipos de agregaciones de jurel y horarios presencia y ausencia.
- Tabla 22. Presencia porcentual del tipo de agregaciones.
- Tabla 23. Estimadores de media, desviación estandar y coeficiente de variación de los Sa.
- Tabla 24. Distribución horaria de los lances de pesca.
- Tabla 25. Nivel de p en la prueba de Neuwman-Keuls para las variables profundidad, altura y Sa.
- Tabla 26. Resultados prueba andeva a dos factores (día-noche y luna lena luna nueva para las variables Sa.
- Tabla 27. Resdultados de andeva a un factor para las variables profundidad, altura y Sa.
- Tabla 28. Densidad promedio de eufaúsidos y mictófidios.



INDICE DE ANEXOS

- ANEXO I. Programa computacional para la estimación del índice de cobertura modificado (MDC)
- ANEXO II. Análisis multivariado de datos hidroacústicos experimentales en el período diurno nocturno
- ANEXO III. Sección trofodinámica
- ANEXO IV. Distribución espacio-temporal de cpue de jurel (*Trachurus murphyi*) en la zona centro sur de Chile en el período 1990
- ANEXO V. Aspectos relevantes sobre el comportamiento gregario del jurel (*Trachurus murphyi*)
- ANEXO VI. Informe final de asesoría en proyecto Evaluación Hidroacústica del Recurso Jurel en la Zona Centro Sur. Efectuado por Sr. François Gerlotto.
- ANEXO VII. Informe final de asesoría en proyecto Evaluación Hidroacústica del Recurso Jurel en la Zona Centro Sur. Efectuado por Sr. Marc Soria.
- ANEXO VIII. Informe Taller Interno. Proyecto FIP 95-07.



1. INTRODUCCION

El jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) es una especie típicamente pelágica que se localiza en regiones oceánicas y costeras, presentando una amplia distribución geográfica que abarca desde Isla Galápagos hasta la región austral de Chile (52°S; Chirichigno, 1974, Serra, 1991) y desde el litoral de América del Sur hasta las costas de Nueva Zelandia (Evseenko, 1987; Kawara et al., 1988 y Jones, 1990), a lo largo de la Convergencia Subtropical (40°S).

La abundancia de este recurso en el sector costero, sustenta en la actualidad una de las pesquerías más importante del país, con desembarques de la flota cerquera industrial en los puertos de la V y VIII Región. Al respecto, durante el período 1990 - 1994, los desembarques se incrementan en forma sostenida de 1.982.658 a 3.691.379 toneladas cifra que representa en promedio cerca del 86 % del total de recursos hidrobiológicos extraídos para el período (SERNAPESCA, 1990-94). Este sostenido crecimiento de los desembarques particularmente en la zona central, ha generado expectativas importantes en relación a su potencial productivo, lo que se ha traducido en los últimos años en inversiones importantes en flota y plantas de reducción, especialmente en el puerto de San Antonio.

Ante lo anterior, entre los años 1991 y 1994 se realizaron prospecciones para evaluar en forma directa, al jurel de la zona central de Chile, con la técnica hidroacústica. Considerando los resultados obtenidos en las prospecciones y la importancia de la pesquería, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó en el programa de Investigación Pesquera de 1995 un proyecto que permita disponer de una metodología adecuada para evaluar el recurso jurel, mediante técnica hidroacústica dadas las características particulares que presenta esta especie, que sirva de apoyo a las medidas de regulación del recurso.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Establecer una metodología de cuantificación directa del recurso jurel en la zona central de Chile, que asegure la estimación más precisa de su abundancia en la unidad de Chile centro-sur.

2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1** Establecer el patrón de comportamiento (gregario y trófico) y distribución del recurso jurel y su incidencia en los niveles de abundancia en la zona centro-sur de Chile, a partir de la información hidroacústica obtenida en los cruceros realizados desde 1991.
- 2.2.2** Analizar críticamente la metodología y las estrategias de prospección utilizadas en los cruceros realizados en los períodos 1991-94, en un taller de discusión que contemple la participación de expertos nacionales y extranjeros.
- 2.2.3** Determinar experimentalmente los factores que influyen en las evaluaciones hidroacústicas y las estrategias de diseño del crucero.



3. ANTECEDENTES

3.1 Etapas desarrollo propuesta metodológica

La propuesta metodológica considera cinco etapas secuenciales en su desarrollo, éstas son:

- **Recopilación de información:** Corresponde al tiempo requerido para obtener los datos básicos para los distintos procesos y análisis. Información que corresponde a cruceros de evaluación hidroacústica realizados en la zona centro-sur entre 1991 y 1994, información operacional de la flota cerquera industrial de la VIII Región y antecedentes bibliográficos.
- **Procesamiento:** Esta etapa incluye la creación de las distintas bases de datos y los diferentes procesos a nivel computacional.
- **Análisis:** Incluye análisis de tipo cualitativo y cuantitativo dentro de los cuales se determinan medidas de tendencia central y de dispersión, índices de cobertura y densidad, inferencia estadística (test de comparación de distribuciones), análisis de varianza, de regresión, de autocorrelación, análisis discriminante, aplicación geoestadística y el análisis cartográfico (efectuado con Sistema Geográfico de Información (SIG)).
- **Sancionamiento:** Considera la propuesta metodológica de evaluación de jurel bajo un criterio de mayor precisión, para lo cual se efectuarán dos talleres de discusión con experto nacional y extranjero, además de dos cruceros



metodológicos para verificar el diseño muestral y factores que influyen en las evaluaciones hidroacústicas y estrategia de diseño muestral.

- **Informe:** Comprende la elaboración, revisión y edición de informes.

3.2 Información acústica

3.2.1 Cruceros de prospección

La información de densidad acústica analizada corresponde a la obtenida en los cruceros de evaluación hidroacústica realizados durante 1991 a 1994 en la zona centro-sur de Chile (Tabla 1). Estos se efectuaron a bordo del B/I "Abate Molina", la evaluación hidroacústica del recurso jurel fue realizada con el sistema de eointegración Simrad EK 500 utilizando una frecuencia de 38 khz, entregando información relativa a la densidad de los peces detectados que corresponde al valor promedio expresado en energía retrodispersada (S_a) referida a 1 mn².

Las prospecciones fueron diurnas, se efectuaron con transectas perpendiculares a la costa, paralelas entre sí, discretizadas en unidades básicas muestrales (U.B.M.), que contienen la siguiente información: posición de la U.B.M., S_a por especie, tipo agregaciones (cardumen, disperso y estrato) y profundidad.



TABLA 1

Información de evaluaciones acústicas entre 1991 a 1994.
(Córdova et al., 1991-94).

Período	Fecha	Zona Latitud	Sector (mn)	Número transectas	Número U.B.M.
Invierno	04.06.91 30.06.91	34° 40' S 34° 40' S	4 - 200	15	2060
Primavera	08.11.91 21.12.91	34° 00' S 40° 15' S	100 - 300	16	3324
Invierno	09.05.92 04.06.92	33° 40' S 39° 00' S	4 - 100	17	110
Primavera	05.11.92 22.12.92	34° 40' S 39° 50' S	100 - 400	15	313
Invierno	19.06.93 20.07.93	32° 40' S 39° 20' S	4 - 100	21	1869
Invierno	16.07.94 18.08.94	32° 40' S 39° 20' S	4 - 100	21	2180

La información acústica es presentada a través de cartas de distribución geográfica de las densidades de jurel, para lo cual se utiliza una escala de densidad (t/mn^2) (Tabla 2), con SIG se estima el centro de gravedad de los Sa por crucero.



TABLA 2

Categorías por densidad

Categorías	Intervalo (t/mn²)	Calificación de densidad
I	1 - 75	Muy bajo
II	76 - 150	Bajo
III	151 - 300	Regular
IV	301 - mayor	Muy densa

3.2.2 Experimentos acústicos realizados en cruceros llamados metodológicos

En la primavera de 1991 y los otoños de 1992 y 1994, se efectuaron como complemento de los cruceros de prospección, breves experimentos metodológicos, cuyo diseño muestral empleado fue de tipo cajón, consistía en 5 transectas entre 5 a 10 millas de longitud, separadas entre sí por 5 mn. Cada experimento fue replicado día y noche, tenía por objetivo estudiar la influencia de la luz en la abundancia del jurel en una zona pequeña.



4. METODOLOGIA

Objetivo 2.2.1 Establecer el patrón de comportamiento (gregario y trófico) y distribución del recurso jurel y su incidencia en los niveles de abundancia en la zona centro-sur de Chile, a partir de la información hidroacústica obtenida en los cruceros realizados desde 1991.

4.1 Gregario

Para describir y caracterizar el tipo de agregación observada en las prospecciones acústicas se determina el comportamiento gregario del jurel. Posteriormente éste se analiza considerando información biológica en cuanto a aspectos reproductivos del jurel y variaciones nictemerales, a continuación se establece el grado de asociación entre los tipos de agregaciones y los factores antes señalados.

Para tal efecto, por crucero: 1) se indentifican los ecotrazos correspondientes a jurel, 2) se tipifican las agregaciones del recurso en los distintos cruceros estacionales, 3) se toman medidas geométricas de los ecotrazos y su posición batimétrica, y 4) se efectúa un conteo de las agregaciones registradas en los ecogramas. Posteriormente, se analizan estos resultados, con el objeto de establecer un tipo de agregación característico tanto para el período primavera-verano (de reproducción) y otoño-invierno (alimentación).

Los tipos de agregación se clasificaron de acuerdo a su forma y densidad en los siguientes tipos:



- **Cardúmenes:** de forma angosta y alargada verticalmente con contornos claramente definidos, representan una agregación tipo discreta de los peces. En registradores a color, éstos pueden variar desde los tonos azules (baja densidad) hasta rojo-café intenso (alta densidad) (Fig. 1).

- **Estratos:** este tipo de ecotrazo corresponde a agregaciones homogéneas de peces y se representa como una marca continua en el papel, se presenta generalmente en zona de alta concentración. Dependiendo de la densidad y en velocidades de la embarcación muy bajas se puede observar como una serie de cardúmenes. Generalmente, se ubican en rangos de profundidad definidos (Fig. 2).

- **Dispersos:** este tipo de ecotrazo es una variante del tipo "estrato" y corresponde a agregaciones de peces aislados. Son frecuentes durante la noche (Fig. 3).

4.1.1 Caracterización de las agregación

Un conjunto amplio de índices existe en la literatura para caracterizar las agregaciones (Pielov, 1977), algunos de los cuales se presentan a continuación:

4.1.1.1 Índice de cobertura y abundancia relativa

A fin de obtener una visión general del grado de concentración que presentó el recurso en las prospecciones realizadas entre 1991 a 1994, se calculan los índices de cobertura y abundancia relativa.

El índice de cobertura muestra el porcentaje del área ocupada en forma efectiva por la especie, entregando el grado de concentración del recurso al momento de la prospección. Este índice se calcula como:



$$IC (\%) = \frac{U.B.M.^+}{U.B.M._{(t)}} * 100$$

donde;

U.B.M.⁺ = observaciones acústicas con presencia de jurel.

U.B.M._(t) = observaciones acústicas totales en el crucero.

La abundancia relativa del jurel se determina a través del índice de densidad, que indica la concentración de la especie en la muestra acústica U.B.M. donde se detectó el recurso.

Este índice se estima de acuerdo a:

$$ID (t / mn^2) = \frac{\sum Sa * \hat{C}}{U.B.M.^+}$$

donde;

Sa = densidad promedio por U.B.M.

\hat{C} = constante de transformación (t/mn²/Sa), determinada en base a un TS(Kg) de -32.5 dB/Kg.

4.1.1.2 Tipo de distribución

Taylor (1961) señala que el tipo de distribución se puede determinar mediante la expresión:



$$S^2 = a * \bar{X}^b$$

Luego, una expresión lineal es:

$$\log S^2 = \log a + b \log \bar{X}$$

El valor de **b** determinado de la relación entre la media \bar{X} de las densidades por U.B.M. y su varianza (S^2), es un parámetro de la población que varía entre $-\infty$ y $+\infty$ describiendo una gama de distribuciones (Taylor, 1961). Luego, el valor de **b** señala el grado de agregación existente en los datos, pudiendo establecerse las siguientes alternativas:

- b** > 1 la distribución es tipo contagiosa.
- b** = 1 la distribución sigue Ley de Poisson.
- b** < 1 la distribución es tipo regular.

4.1.1.3 Función de autocorrelación

Por crucero se estima el coeficiente de autocorrelación se emplea para determinar y describir el tamaño de las macroestructuras en las distribuciones de jurel por transecta. Se estudia su comportamiento interanual y estacional (invierno-primavera).

Con este fin se calculan los correlogramas por transectas, el cual es medido como el coeficiente de autocorrelación (R_o) entre las sucesivas unidades básicas de muestreo (U.B.M.) (Barbieri, 1981). Esta herramienta analítica sensible es utilizada



en estudios espacio-temporal de recursos marinos, permitiendo describir las agregaciones en las distribuciones espaciales (Barbieri y Córdova, 1986).

El coeficiente de autocorrelación R_o está dado por:

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

donde,

- k = orden de autocorrelación
- Y_{ji} = densidad i-ésima de la transecta j-ésima
- \bar{Y}_i = densidad media de la transecta j-ésima
- n_i = número de U.B.M. en la transecta j-ésima
- n = número total de observaciones.

4.1.1.4 Distribución de los cardúmenes

Se realiza un análisis de los datos acústicos, para lo cual se releen los ecogramas, se efectúa un conteo del número de cardúmenes observado durante el recorrido de una unidad básica de muestreo (milla náutica); a partir de esta información se determina el índice de cobertura (SP) (Robotham y Castillo, 1995). Este índice está definido como la razón entre el número de celdas con agregaciones y el total de celdas en el área de prospección.



Para la estimación del índice de cobertura se desarrolló un programa computacional cuya descripción y desarrollo se entrega en Anexo I. Además SP de ser un indicador de la distribución de las agregaciones, puede ser utilizado en la selección del diseño muestral a aplicar en la evaluación acústica de jurel; para tal efecto se relaciona con el coeficiente de variación de los estimados de biomasa, para estimar el coeficiente de variación esperado en función al esfuerzo muestral aplicado en la zona de estudio.

4.1.1.5 Semivariograma

A fin de estudiar las estructuras existentes en la información de jurel, se emplea un análisis de variables regionalizadas con la información georeferenciada de densidad acústica de los cruceros de acuerdo con Petitgas (1991). La herramienta básica de este tipo de análisis es el variograma (γ) definido como:

$$\gamma_h = \frac{1}{2} E \left[(Z_{(x)} - Z_{(x+h)})^2 \right]$$

donde;

- γ_h = variograma
- $Z_{(x)}$ = valor observado de la variable al punto (x)
- $Z_{(x+h)}$ = valor observado de la variable al punto (x+h)
- h = distancia vectorial.

En cada crucero, se determinaron los semivariogramas representándolos gráficamente como (γ) contra el paso de retardo de la información (h), empleando variogramas isotrópicos.



A partir del variograma se determina el valor asintótico (sill) para un paso de retardo (h), donde el "sill" corresponde a la distancia donde la varianza se hace asintóticas. Asimismo, el intercepto con el eje "y" permite conocer la existencia del efecto "pepita", lo cual es muy fuerte en distribuciones con una alta variabilidad de los UBM's. Esta característica espacial y estructural de los datos permite analizar la variabilidad de la información y considerar este elemento en el diseño de las prospecciones.

4.1.2 Índice reproductivo

El comportamiento del índice gonadosomático (IG) se analiza a través del año, con la información disponible por el proyecto "Diagnóstico de las principales pesquerías pelágicas zona centro-sur" (1992 y 1993). Esta información de carácter mensual se confrontará con los tipos de agregación de jurel observados en los cruceros, los cuales se clasifican en las siguientes categorías: cardúmenes, estrato y dispersos. Esto permite establecer la existencia un tipo de agregación predominante durante el período de reproducción del recurso.

El análisis se realiza mediante la representación gráfica del índice gonadosomático a través del año, incluyendo la información de porcentaje de tipos de agregaciones predominantes registrados en los ecogramas para las distintas evaluaciones acústicas.

4.1.3 Migraciones nictemerales

Para determinar el patrón diario de distribución del recurso, se emplea la información recolectada en los 5 minicruceros de las experiencias metodológicas, se



considera la información sobre los ecotrazos (clasificación) y su profundidad batimétrica.

4.1.3.1 Distribución batimétrica y tipo de agregación

A partir de la información de los estudios de comportamiento diurno y nocturno, se determinan las distribuciones en profundidad del recurso, así como los tipos de cardúmenes observados durante el día y la noche. Inicialmente en la Oferta Técnica se comprometió realizar un análisis mediante la aplicación de test Smirnov-Kolmogorof (Honover, 1983), a las distribuciones de las variables profundidad del recurso y tipo de agregación. Este análisis fue reemplazado por la aplicación de técnicas estadísticas más poderosas, aplicando a la información acústica diurna y nocturna un Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis Discriminante Lineal (ADL).

En cada diseño se consideró la información básica; año, período diurno-nocturno, número de la transecta, número de la unidad básica de muestreo (UBM), tipo de agregación, latitud, longitud, profundidad media, altura media densidad.

a1) Análisis de Componentes Principales (ACP)

Un primer análisis consistió en aplicar Análisis de Componentes Principales (ACP), que es una técnica de reducción es una técnica descriptiva. El ACP se le considera como una técnica de ordenación métrica (Laurec, 1979; Manly, 1986; Scalabrin and Massé, 1993) cuyo objetivo es encontrar un espacio de dimensión reducida que entregue un ajuste adecuado de las observaciones y las variables.



Se realizaron dos modos de análisis, uno en las variables o R^p y el otro de las observaciones o R^n . Para efectos de estos análisis las variables fueron estandarizadas. Se utilizó dos tipos de transformadores en las variables, dependiendo del tipo de variables;

$$\ln(x) = y \arcsin \left[\sqrt{(x+0,01)} \right]$$

La función *arcsin* fue utilizada en variables del tipo porcentaje.

El objetivo de las estandarizaciones y transformaciones es lograr el mejor ajuste a la distancia entre los puntos individuales y dar un peso igual a cada una de las variables.

Para agregaciones tipo cardumen estrato y dispersa, se determinaron las variables activas; altura media, profundidad media, índice de UBM positivas (con el tipo de agregación); coeficiente de variación de la densidad y porcentaje de la densidad respecto a la transecta.

a2) Análisis Discriminante Lineal

El Análisis Discriminante Lineal Multivariado (Morrison 1976; Lachenbruch and Goldstein, 1979; Manly, 1986), se emplea para permitir identificar el grado de discriminación de las variables estudiadas sobre las poblaciones definidas. En el presente trabajo se desea discriminar las poblaciones diurnas y nocturnas para encontrar un patrón diurno-nocturno. En este sentido, se utilizó un análisis discriminante a los mismos datos anteriores. Adicionalmente, se presenta una estimación tipo Bootstrap del Análisis Discriminante.



4.1.3.2 Alimentación

Para determinar el espectro trófico y ver si existe algún grado de variación con los factores de abundancia y distribución del jurel, se contempla un análisis integrado de los resultados e información producida durante los cruceros realizados entre primavera de 1991 e invierno de 1994.

Para evaluar la importancia de los componentes nutritivos específicos por crucero, se utiliza el índice de importancia relativa (Pinkas *et al.*, 1977, *fide* Hyslop, 1980). Para determinar el consumo poblacional se emplea la metodología propuesta por Mehl y Wastagard (1983) modificada por Livingston *et al.* 1986. Para determinar el índice de selectividad de presas se emplea el método por tamaño de Ursin 1973. De esta manera se pretende determinar y contrastar en términos generales el carácter de estenófago que presenta el jurel desde el punto de vista de diversidad trófica.

4.2 Distribución geográfica del jurel

Se analiza las distribuciones espacio-temporales del jurel a partir de los cruceros de prospección acústicos (Tabla 1). Además, se analiza información pesquera operacional de la flota cerquera de la zona centro sur.

El área de estudio corresponde a la zona centro-sur de Chile, comprendida entre los 32° y 41° S, entre la costa e las 300 mn (Fig. 11). Esto último con el objeto de incluir una importante información de captura y esfuerzo de pesca relacionada con la extensión longitudinal del área de operación cerquera industrial en los últimos años (Böhm *et al.*, 1996). EL período analizado comprende los años 1990 a 1995.



La información considerada proviene de los registros técnicos-operacionales de la base de datos del IFOP, siendo ésta los registros diarios de captura de jurel (t) y esfuerzo de pesca (viajes con pesca de jurel (VPJ) y viajes totales (VT)), realizados por la embarcaciones en las distintas cuadrículas (de 10*10, 30*30 y 30*60 mn), georeferenciadas por latitud y longitud del punto central (Fig. 11).

A partir de esta información se espera determinar el patrón de distribución espacio-temporal del recurso, visualizando fenómenos de concentración y dispersión de las áreas de operación de las flotas y la estacionalidad de las capturas así como cambios en los niveles de biomasa estimada.

4.2.1 Evaluaciones acústicas (1991-94)

Para determinar la distribución del jurel en las diferentes prospecciones, se emplea información georeferenciada y clasificada por categorías utilizando SIG; se estiman los índices de dispersión, los centros de gravedad, y se comparan las cartas de distribución con el estadístico *chi-cuadrado*.

Este análisis está dirigido a establecer la variabilidad de las distribuciones geográficas así como el comportamiento del recurso en los períodos de otoño-invierno y primavera.

4.2.2 Operación flota cerquera industrial (1990 a 1995) (ANEXO IV)

Para establecer los patrones de la distribución del recurso en la zona de pesca entre 1990 y 1995, se analizó mensualmente la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE), a través de un enfoque espacio-temporal. Asimismo, para los períodos



correspondientes a los 6 cruceros hidroacústicos la información se procesó diariamente. El análisis espacio-temporal contempla el uso del sistema de información geográfico (SIG) denominado IDRISI 4.1 (Eastman, 1992).

Para tal efecto se considera la siguiente propuesta metodológica:

4.2.2.1 Estandarización del esfuerzo de pesca

De acuerdo con los resultados obtenidos por Böhm *et al.* (1996), se considera como la característica más asociada al poder de pesca de las embarcaciones la capacidad de bodega (CB) y el viaje con pesca de jurel (VCPj) como unidad de esfuerzo.

Dado que las embarcaciones de una flota son heterogéneas y ejercen en un mismo intervalo de tiempo presiones de pesca diferentes, para estimar los poderes de pesca y estandarizar los esfuerzos de pesca, se divide la flota en categorías de embarcación de acuerdo con las características más determinantes de tales diferencias (Laurec y Le Guen, 1981). Este proceder aporta ventajas en el plano estadístico, dado que las particularidades de un barco pueden ser aleatorias y compensarse dentro de la categoría a la cual pertenece (Yáñez y Maritano, 1983). Para confirmar las categorías seleccionadas por estos autores entre 1983 y 1993, se aplicó el test no paramétrico SNK (Sokal y Rohlf, 1979), con el fin de comparar la CPUE promedio mensual estimada para buques de diferentes capacidades de bodega entre 1990 y 1995.

A fin de considerar las variaciones espaciales del recurso en la estimación de poderes de pesca y por consiguiente en la cuantificación del esfuerzo de pesca estandarizado, se consideró la división de la zona de estudio en subzonas de pesca (Laurec y Le Guen, 1981). La división se relaciona con la aplicación del programa



FPOW (Sims, 1985) en la estimación de poderes relativos, a partir de estimaciones de CPUE por categorías de embarcación y subzonas de pesca. En base a resultados alcanzados por Böhm *et al.* (1996), se consideró la división de la zona de estudio en seis subzonas, tres costeras (1, 2 y 3), dos oceánicas (2 y 6) y una intermedia (subzona 4); además, dada la ampliación latitudinal de la zona de pesca de la flota en cuestión, se adicionó parte de la X Región (39 30' a 41° 00'S) (Fig. 11). Por otra parte, se mantuvo la subzona 3 como patrón, la cual está asociada al área tradicional de pesca denominada "La Feria".

La estimación de poderes de pesca relativos implica elegir una categoría estándar, la cual, entre otra de las consideraciones mencionadas anteriormente, no debe haber sido afectada mayormente por el desarrollo tecnológico. Se estimó un índice de desarrollo tecnológico (IDT) de las embarcaciones de la categoría patrón. Luego, en base a los datos disponibles, se estimó que el poder de pesca de las embarcaciones de la categoría patrón estaría principalmente relacionado con el volumen de encierro de las redes y el alcance de los sonares. Así, al ser la búsqueda uno de los principales aspecto operativos de este tipo de pesquería, un aumento del alcance de los sonares implicaría una más alta probabilidad de encuentro con los cardúmenes (FAO, 1982). Por otra parte, redes más grandes incrementarían el éxito en la captura de cardúmenes de mayor tamaño (Salas *et al.*, 1985). Para cuantificar este desarrollo se ha utilizado la evolución anual del volumen cilíndrico promedio de las redes (VRi) y la evolución anual del alcance promedio de los sonares (AS_i) (Canales 1993, Yáñez *et al.*, 1993 y Catasti, 1994).

Para estimar este desarrollo tecnológico se utilizaron los datos y resultados obtenidos por Böhm *et al.* (1996), y además se incorporó la información para el período 1994-95.



4.2.2.2 Distribución espacio-temporal de la CPUE promedio

La distribución espacio-temporal de la CPUE promedio se representa y analiza mediante el SIG IDRISI 4.1, considerando el sistema de cuadrículas empleado por IFOP. Para tal efecto se crearon imágenes mensuales con el objeto de establecer el patrón de distribución estacional del recurso en la zona de pesca. Además, se generaron imágenes diarias durante los períodos en que se realizaron los cruceros hidroacústicos, para contrastar la ubicación de éstos respecto al accionar de la flota. De los mapas mensuales se calculó los indicadores estadísticos (media y número de cuadrículas visitadas) para analizar la tendencia y estacionalidad. Se emplea el procedimiento para la aplicación del SIG desarrollado en Böhm et al. (1996).



5. RESULTADOS

Objetivo 2.2.1 Establecer el patrón de comportamiento (gregario y trófico) y distribución del recurso jurel y su incidencia en los niveles de abundancia en la zona centro-sur de Chile, a partir de la información hidroacústica obtenida en los cruceros realizados desde 1991 a 1994.

5.1 Comportamiento gregario

5.1.1 Caracterización de las agregaciones

5.1.1.1 Tipo de agregación invierno y primavera

La caracterización de los ecotrazos en cardumen, estrato y disperso, se resumen en las tablas 3 y 4.

TABLA 3

Número de agregaciones, por tipo y crucero (invierno)

CRUCEROS	TIPO DE AGREGACION			
	CARDUMEN	ESTRATO	DISPERSO	TOTAL
Invierno 1991	208	16	161	385
Invierno 1992	165	51	194	41
Invierno 1993	216	95	325	636
Invierno 1994	187	52	125	364
TOTAL	776	21	805	1795
(%)	(43,23)	(11,92)	(44,85)	(100,0)



Para los períodos de otoño e invierno, las agrupaciones tipo cardumen y dispersas representan el 43,23 y 44,85 % del total de agregaciones registradas en los distintos cruceros. En tanto para el tipo estrato su contribución alcanza sólo el 11,92 % respecto al total de agregaciones detectadas.

La mayor presencia de cardúmenes durante este período, concuerda con los altos valores de biomasa registrados en los cruceros acústicos. En esta época del año es cuando se registra la mayor disponibilidad de la abundancia de jurel en el sector costero, normalmente se obtienen altos niveles de captura por parte de la flota cerquera industrial.

TABLA 4

Número de agregaciones, por tipo y crucero (primavera)

CRUCEROS	TIPO DE AGREGACION			
	CARDUMEN	ESTRATO	DISPERSO	TOTAL
Primavera 1991	22	6	412	440
Primavera 1992	28	9	784	821
TOTAL	50	15	1196	1261
(%)	(3,96)	(1,18)	(94,86)	(100,0)

Respecto a primavera, se observa un fuerte cambio en la incidencia de las agregaciones tipo cardumen, las cuales disminuyen representando tan solo un 3,96 % del total de agregaciones registrada en ambos cruceros, a diferencia de lo detectado en invierno donde ésta representa el 43,23 %. En este período, las agregaciones tipo dispersa son las más importantes con un 94,86 %. Este resultado muestra que en primavera existe un predominio de este tipo de agregación, lo cual



puede estar asociado a un comportamiento del recurso durante el período de desove. Si se considera que durante estos meses el jurel migra hacia el sector oceánico con fines reproductivos (Serra *op cit.*), este tipo de agregación podría ser parte de una estrategia de desove.

5.1.1.2 Tipos de agregación diurna y nocturna

El análisis de la información registrada durante el desarrollo de cinco experimentos dirigidos a determinar diferencias entre la abundancia diurna y nocturna, permitió establecer cambios en los tipo de agregación durante un ciclo de 24 horas. Los resultados se presentan en la Tabla 5 y 6.

TABLA 5

Número de agregaciones, por tipo y periodo del (diurno)

CRUCEROS	TIPO DE AGREGACION			
	CARDUMEN	ESTRATO	DISPERSO	TOTAL
Experimento 1	27	24	72	123
Experimento 2		7	50	57
Experimento 3	72	11	25	108
Experimento 4	16	5	13	34
Experimento 5	25	6	14	45
TOTAL	140	53	174	367
(%)	(38,15)	(14,44)	(47,41)	(100,0)



TABLA 6

Número de agregaciones, por tipo y período del día (nocturno)

CRUCEROS	TIPO DE AGREGACION			
	CARDUMEN	ESTRATO	DISPERSO	TOTAL
Experimento 1	2	7	25	34
Experimento 2			16	16
Experimento 3	9	10	24	43
Experimento 4	3	18	4	25
Experimento 5		34	24	58
TOTAL	14	69	93	176
(%)	(7,95)	(39,20)	(52,85)	(100,0)

Las agregaciones diurnas más frecuentes son las tipo cardumen y dispersas que representan porcentualmente el 38,15 y 47,41 % del tipo de agregaciones. Durante el período nocturno las agregaciones tipo cardumen disminuyen considerablemente a sólo el 7,95 %, cabe señalar que en este período las agregaciones de tipo estrato se incrementan al 39,20 %, pero las agrupaciones tipo disperso se mantienen relativamente estables en cuanto a la participación porcentual.

5.1.1.3 Tipo de distribución

El resultado de la aplicación de la Ley de Taylor a las distintas prospecciones acústicas efectuadas en la zona centro-sur, se resume en la tabla 7.



TABLA 7

Coeficientes regresivos de ajuste $S^2 = a * X^b$ (Taylor, 1961)

CRUCEROS	(b)	(log a)	N	R ²
Invierno 1991	2,33	0,43	15	0,97
Invierno 1992	1,34	2,12	17	0,82
Invierno 1993	1,9	1,06	21	0,97
Invierno 1994	1,89	1,20	25	0,91
Primavera 1991	1,28	1,77	32	0,82
Primavera 1992	1,25	1,55	32	0,33

Los valores de "b" superiores a la unidad para los períodos de invierno 1991, 1993 y 1994, indican que las distribuciones espaciales de jurel son de tipo contagiosa, en tanto para 1992, el índice muestra una cercanía a distribuciones de tipo Poisson. Esta situación se asemeja a lo registrado para las primaveras, donde los valores de "b" se aproximan más a la unidad.

5.1.1.4 Índices de cobertura y abundancia relativa

En cada crucero acústico se determinó el índice de cobertura y abundancia relativa, que se presentan en la Tabla 8.



TABLA 8

Indice de cobertura (IC) y abundancia relativa (ID) por crucero

CRUCEROS	Indice cobertura (%)	Abundancia relativa (t/mn²)
Invierno 1991	28,24	278,08
Invierno 1992	37,66	135,87
Invierno 1993	33,66	169,90
Invierno 1994	19,31	38,45
Primavera 1991	14,85	27,19
Primavera 1992	29,69	14,48

En los períodos de invierno, se registran los mayores niveles de densidad, variando sus valores entre 135,87 a 278,08 t/mn², con la excepción de la prospección de 1994 donde la abundancia relativa sólo alcanza las 38,45 t/mn². Este valor es más cercano a los registrados en primavera donde varían entre 14,48 a 27,19 t/mn². Estos resultados indican que durante el período de invierno se registra la mayor abundancia de jurel en la zona de estudio, lo cual es coincidente con los resultados de biomasa (que se presentaran a continuación) obtenidos en la zona centro-sur en esta época del año. Mientras que en primavera, la densidad relativa disminuye de manera fuerte respecto a lo observado en la estación anterior, siendo ésto debido a la migración del recurso hacia el área oceánica. Este comportamiento se refleja en el bajo indicador de biomasa en el área costera y la disminuida actividad de la flota cerquera industrial en la zona centro-sur.



Los índices de cobertura tanto para los períodos de otoño-invierno y primavera, no presentan grandes diferencias entre sí, lo cual indica que espacialmente el recurso mantendría un patrón similar. Sin embargo, la diferencia principal radica en los niveles de densidad entre ambos períodos.

En el caso particular de la distribución de invierno 1994 y primavera 1991, la similitud de los índices de cobertura corresponden a que; en la última evaluación del recurso éste se encontraba fuera del área de estudio, y durante la primavera de 1991, se observó durante la primera mitad del crucero un mayor grado de contagio en la distribución del recurso.

5.1.1.5 Autocorrelación

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

– Cruceros de otoño-invierno

Respecto a los cruceros de otoño-invierno la situación que presentan es heterogénea. Durante el crucero de 1991, sólo en el 14 % de las transectas las UBM's presentaron un grado significativo de autocorrelación, con agregaciones pequeñas que se extendieron de 2 a 3 mn y una moda en 3 mn (Tabla 9).

En 1992 el número de transectas que presentaron autocorrelaciones se elevó al 23 %, a diferencia del caso anterior las agregaciones presentaron una extensión mayor variando entre 5 a 20 mn con una mediana de 8 mn (Tabla 9).



En el invierno de 1993, al igual que en el año 1991 se presentan autocorrelaciones sólo en el 14 % de las transectas, sin embargo las agregaciones muestran una mayor extensión desde 8 a 14 mn con una mediana de 8 mn. En 1994, se observa una situación distinta ya que se presentaron autocorrelaciones en el 32 % de las transectas y el tamaño de las agregaciones varió entre 3 a 11 mn, con una mediana de 4 mn (Tablas 10 y Fig. 4).

Luego, a partir de estos resultados se puede señalar en general que durante los cruceros de otoño-invierno, se observa un bajo porcentaje de transectas con autocorrelación significativa, lo cual sugiere un mayor contagio en las distribuciones de jurel en este período.

– Cruceros de primavera

En primavera de 1991 se observaron agregaciones en el 28 % de las transectas (Tabla 11), que conformaron macroestructuras que variaron entre las 2 y 8 mn con una mediana de 3 mn (Tabla 11, Fig. 4). En 1992 se incrementaron al 42 % el número de transectas que presentaron macroestructuras, observando además un incremento de éstas en su rango, al fluctuar entre 2 y 14 mn con una mediana de 8 mn (Tabla 11, Fig. 4).

Los resultados alcanzados indican para los cruceros de primavera una mayor homogeneidad en las densidades de jurel detectadas acústicamente en la zona de estudio. Esto es coincidente con los bajos valores de densidad relativa registrados durante este período, como se muestra en la tabla 8.



TABLA 9

Resultados de autocorrelación crucero invierno 1991 y 1992

Transectas	CRUCERO 1991				CRUCERO 1992			
	Macro NS	Macro 1 (mn)	Macro 2 (est.)	Error estándar	Macro NS	Macro 1 (mn)	Macro 2 (est.)	Error estándar
01	no					8	0,56	0,11
02	no				no			
03						20	0,52	0,12
04	no					11	0,58	0,12
05								
06								
07		3	0,328	0,10	no			
08								
09	no							
10					no			
11	no					5	0,69	0,13
12								
13								
14								
15		3	0,430	0,11				
16	no							
17	no							
18	no							
19	no							
20		2	0,320	0,05				
21								

1991 :	Número de transecta	= 21	1992 :	Número de transecta	= 17
	Número de macro	= 3		Número de macro	= 4
	Mediana	= 3 mn		Mediana	= 8 mn



TABLA 10

Resultados de autocorrelación crucero invierno 1993 y 1994

Transectas	CRUCERO 1993				CRUCERO 1994			
	Macro NS	Macro 1 (mn)	Macro 2 (est.)	Error estándar	Macro NS	Macro 1 (mn)	Macro 2 (est.)	Error estándar
01								
02					no			
03				no				
04		8	0,24	0,10		7	0,21	0,10
05	no					4	0,28	0,10
06						3	0,31	0,10
07	no	3	0,33	0,10				
08	no					3	0,63	0,10
09	no					5	0,74	0,10
10						4	0,37	0,10
11	no				no			
12								
13								
14					no			
15		8	0,32	0,10	no			
16	no					3	0,52	0,10
17								
18								
19								
20		14	0,45	0,10		11	0,35	0,10
21					no			
22								
23					no			
24					no			
25								

1993 :	Número de transecta	= 19	1994 :	Número de transecta	= 25
	Número de macro	= 3		Número de macro	= 8
	Mediana	= 8 mn		Mediana	= 4 mn



TABLA 11

Resultados de autocorrelación crucero primavera 1991 y 1992.

Transectas	CRUCERO 1991				CRUCERO 1992			
	Macro NS	Macro 1 (mn)	Macro 2 (est.)	Error estándar	Macro NS	Macro 1 (mn)	Macro 2 (est.)	Error estándar
01	no					2	0,19	0,10
02								
03								
04		4	0,32	0,10	no			
05		4	0,32	0,11		2	0,27	0,10
06		4	0,31	0,13				
07						9	0,21	0,10
08	no				no			
09	no							
10		2	0,29	0,08				
11		15	0,12	0,09				
12	no							
13								
14								
15						10	0,19	0,10
16	no					11	0,42	0,09
17		2	0,17	0,10		7	0,70	0,10
18		2	0,17	0,10		14	0,40	0,10
19		6	0,34	0,10				
20								
21	no					7	0,56	0,10
22	no					9	0,33	0,10
23						10	0,16	0,10
24	no					10	0,39	0,10
25								
26						4	0,27	0,10
27								
28	no							
29	no							
30								
31						8	0,41	0,10
32		18	0,61	0,10				

1991 :	Número de transecta	= 32	1992 :	Número de transecta	= 32
	Número de macro	= 9		Número de macro	= 13
	Mediana	= 3 mn		Mediana	= 8 m



5.1.1.6 Distribución de cardúmenes

Los valores de los índices de cobertura (SP y MDC) se presentan en la tabla 12.

TABLA 12

Índices de cobertura (SP y MDC) y coeficientes de variación (CV) por crucero para agregaciones tipo cardumen.

	C R U C E R O S					
	I N V I E R N O			P R I M A V E R A		
	1991	1992	1993	1994	1991	1992
Número de transectas	15	17	21	25	32	32
Area de estudio (mn ²)	28.460	23.738	34.942	40.873	88.756	78.695
Grado de cobertura	15,61	8,74	12,22	13,17	13,66	14,01
Índice de cobertura (SP)	19,51	27,01	46,73	23,02	3,76	3,05
Índice cobertura modificado (MDC)	3,04	2,36	5,71	3,03	0,51	0,42
Coef. variación (CV)	0,20	0,23	0,13	0,21	0,63	0,71

- Grado de cobertura(GC)= distancia navegada/ raíz del área de crucero.
 Celdas positivas = número de celdas con tipo de agregación / número total de celdas
 Índice cobertura(SP) = grado de cobertura por celdas positivas con presencia de cardúmenes.
 Coef de variación = coef (a) * índice cobertura * coef (b).
 a y b = coeficientes regresivos.
 Índice cob. mod. (MDC) = grado de cobertura(GC) por índice de cobertura(SP).

El análisis efectuado, permite señalar en primer lugar que el grado de cobertura de las distintas prospecciones no presentan diferencias importantes entre sí (12,22 a 15,61) a excepción del crucero efectuado en 1992 donde el grado de cobertura



alcanzó sólo al 8,74. En segundo lugar, los valores de los índices de cobertura (SP) fluctúan desde 19,51 a 46,73 % en otoño-invierno y 3,05 a 3,76 % en primavera (tabla 12), estos resultados refuerzan el planteamiento de que en temporada de otoño-invierno se registran la mayor presencia de cardúmenes respecto a primavera. El índice de cobertura modificada (MDC) para la temporada otoño-invierno fluctúa entre 2,36 y 5,71, mientras que para primavera varía entre 0,51 y 0,42 indicando este último valor una muy baja presencia de cardúmenes en primavera.

Los coeficientes de variación obtenidos en las prospecciones de invierno fluctúan entre 0,13 y 0,23, éstos son concordantes a los encontrados en otras pesquerías similares (Gerlotto, com.pers.). Al disminuir el coeficiente de variación aumenta el índice de cobertura de cardúmenes, indicando que la presencia de un alto número de cardúmenes en la zona de estudio, lleva asociado una disminución en el coeficiente de variación del estimado de biomasa (Tabla 12), éste es un factor a considerar en la determinación del esfuerzo de muestreo en el área de estudio.

5.1.1.7 Variogramas de las distribuciones de jurel

El variograma experimental se estimó para conocer la función estructural de cada crucero. Para el cálculo se definieron los límites de la zona de distribución del recurso. Los variogramas empleados para el estudio del modelo espacial no consideró la información acústica registrada en las navegación entre las transectas.

– Cruceros de otoño-invierno

Para el crucero de invierno de 1991, el modelo exponencial ajustado no pasa por el origen con una estructura a una milla náutica (Fig. 5). En tanto para 1992, el modelo



exponencial ajustado presenta una gran variabilidad al origen, con dos estructuras anidadas a las 4 y 7 mn (Fig. 5); el análisis conjunto del variograma, los correlogramas y de las distribuciones cartográficas de las densidades acústicas (S_a) permiten señalar que la fuerte componente aleatoria que se presenta en el origen está dada por la alta presencia de UBM's con valores 0 en conjunto con macroestructuras cuyos S_a tiene altos valores de densidad.

En invierno de 1993, el variograma se ajusta a un modelo exponencial, que presenta un 10 % de efecto "pepita", una estructura a las 3 mn y cierta rugosidad a las 6 mn (Fig. 5), del análisis se puede señalar que el recurso se encuentra sólo en ciertas áreas donde conforma estructuras espaciales.

El modelo exponencial ajustado en invierno de 1994, muestra una estructura a los 2 mn que explica gran parte de la variabilidad de los S_a , el umbral se estabiliza hasta las 67 mn (Fig. 5).

Luego, las características que presentan los variogramas en los distintos cruceros muestran un factor que es común para este período de otoño-invierno, y es que las estructuras donde se registra el mayor aporte a la variabilidad están localizadas a distancias relativamente pequeñas, dentro de las primeras 3 millas náuticas, lo cual se corresponde con las características de mayor grado de contagio que presentó la distribución del recurso en este período.

– **Cruceros de primavera**

Los variogramas de los cruceros de primavera de 1991 y 1992, presentaron dos estructuras diferentes.



En el modelo exponencial isotrópico ajustado para los datos de 1991, se observa cerca del origen una fuerte componente aleatoria que puede depender solamente de la regionalización como también del tamaño de las muestras, en ese caso se presentarían estructuras más pequeñas que el tamaño de las UBM's. En el modelo además se observa una estructura a 3 mn (Fig. 5).

En primavera de 1992, el modelo exponencial ajustado presenta un efecto "pepita" de 30 %, las estructuras más pequeñas de 1 mn explican gran parte de la variabilidad de las UBM's que se mantiene estable hasta las 5 mn.

5.1.2 Índice reproductivo

El análisis del índice gonasodomático para los años 1991 y 1992, muestra valores altos entre los meses de agosto a febrero, oscilando desde 0,9 en 1991 y 0,8 a 3,0 en 1992, lo cual indica categóricamente que durante este período el recurso jurel se encuentra en su ciclo de desove. Esta información, conjuntamente con los resultados alcanzados en el punto 5.1.1.a. donde se determinó una fuerte predominancia en el día de agregaciones tipo dispersas (94,86 %) en los meses de noviembre y diciembre, así como una fuerte disminución de los cardúmenes para este período (43.23 a 3,96 %), permite señalar que las agregaciones tipo dispersa son características para estos meses en la zona de estudio, cuando el recurso jurel se encuentra en su etapa de desove (Fig. 6).

En forma análoga para el otoño-invierno, cuando el recurso se encuentra bajo una situación post-desove alimentándose en sectores ligados a la costa con fines de recuperación energética (Serra *op cit.*), el jurel se agrupa durante el día preferentemente en agregaciones de tipo cardumen y disperso.



5.1.3 Migraciones nictemerales (Robotham, 1996 - ANEXO II)

La información analizada corresponde a datos recolectados mediante la aplicación de la técnica hidroacústica proveniente de cinco cruceros cortos de carácter metodológicos, efectuados en primavera de 1991 y otoño-invierno de 1992 y 1994. Los experimentos consistieron en la realización de transectas acústicas diurnas bajo un diseño de muestreo de tipo cajón en áreas con presencia de jurel, las cuales fueron replicadas durante la noche en la misma posición de longitud y latitud. Cada diseño consideró un número no necesariamente igual de transectas y las extensión de cada transecta por diseño fue constante, pero levemente diferente entre diseños.

En cada diseño se consideró la información básica; año, período diurno-nocturno, número de la transecta, número de la unidad básica de muestreo (UBM), tipo de agregación, latitud, longitud, profundidad media, altura media densidad.

5.1.3.1 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El primer análisis consistió en aplicar análisis modo R_n para el ACP, se muestran a través de la figuras 7 y 8 los planos factoriales de las variables activas formada por los ejes factoriales 1-2 y 1-3, respectivamente.

Para agregaciones tipo cardumen estrato y dispersa, se determinaron las variables activas; altura media, profundidad media, índice de UBM positivas (con el tipo de agregación); coeficiente de variación de la densidad y porcentaje de la densidad respecto a la transecta.



La característica ortogonal de estos vectores propios indica que las variables descriptoras asociadas con las agregaciones tipo cardumen y tipo estrato no se encuentran correlacionadas, constituyen configuraciones de características diferentes.

El segundo plano da cuenta del 48% de la varianza (Fig. 8). El factor representa el 16 % de la varianza y está caracterizado por las variables descriptoras de las agregaciones tipo dispersa. Se puede también concluir por razones de ortonormalidad de los ejes que las agregaciones dispersas y cardúmenes son no correlacionadas.

Del análisis de modo R^P , en la figura 9 se presenta el diagrama de dispersión de las 42 transectas en los planos formados por los ejes principales 1-2. Los puntos se representa por una etiqueta que permite identificar a: el diseño (primer dígito), el período diurno (1) - nocturno (2) (segundo dígito) y el número de la transecta (tercer y cuarto dígito).

El resultado muestra en forma evidente que el primer plano dado por los ejes 1-2 separa las transectas diurnas de las nocturnas.

5.1.3.2 Análisis Discriminante Lineal

En las tablas 13 y 14, se resumen los resultados de los porcentajes de clasificación de los grupos de origen, para el ADL y estimaciones de 10 iteraciones Bootstrap con sus respectivas probabilidades de clasificación.



TABLA 13

Resultados de la discriminante lineal de Fisher (ADL)

GRUPO ORIGEN	PORCENTAJE DE LAS CLASIFICACIONES					
	BUENA		MALA		TOTAL	
	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)
Día	21	(91,30)	2	(8,70)	23	(100,0)
Noche	15	(78,95)	4	(21,05)	19	(100,0)
TOTAL	36	(85,71)	6	(14,29)	42	(100,0)

TABLA 14

Resultados de la discriminante por método bootstrap

GRUPO ORIGEN	PORCENTAJE DE LAS CLASIFICACIONES					
	BUENA		MALA		TOTAL	
	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)
Día	18,70	(81,30)	4,30	(18,70)	23	(100,0)
Noche	12,60	(66,32)	6,40	(33,68)	19	(100,0)
TOTAL	31,30	(74,52)	10,70	(25,48)	42	(100,0)

Los resultados muestran que el nivel de clasificación de los dos grupos es bastante aceptable y muy particularmente las transectas diurnas. El grupo clasifica correctamente al 91% de los casos y en la clasificación global se clasifican correctamente el 85 %.



Luego, se puede concluir que los tres tipos de agregaciones tienen un patrón claramente diferenciable en relación a la mayoría de las variables predictoras utilizadas, las que permitieron asociarlas cada una con un eje factorial. Además, hay un claro patrón diurno-nocturno, independiente del año en que se realizó el experimento.

Los índices de éxito y de densidad muestran mayores valores durante el día, lo que estaría indicando que el mejor período de evaluación del recurso debería ser durante el día y no en la noche.

5.1.4 Alimentación (Arancibia, 1996 - ANEXO III)

En cinco de los cruceros de prospección hidroacústica se realizaron lances de pesca con red de arrastre a media para la obtención de estómagos de jurel para estudios de alimentación. El número de estómagos recopilados y analizados se entrega en la tabla 15.

TABLA 15

Número de estómagos recopilados, con contenido estomacal y por crucero

CRUCEROS	ESTOMAGOS	
	Con contenido	Total
Invierno 1992	173	741
Invierno 1994	347	676
Primavera 1991	62	136
Primavera 1992	413	872
TOTAL	1.322	2.760



Los resultados obtenidos a través del índice de diversidad trófica (H) para los distintos cruceros, confirman el carácter estenófago de la especie jurel, al encontrar índices de diversidad trófica entre 0,96 a 1,5. Por otra parte, el cálculo de selectividad de presas por tamaño (ISU) (*sensu* Ursin, 1973), determinado como el logaritmo de la razón entre el peso de predador *versus* peso de cada taxón de presa, y cuya desviación es inversamente proporcional a la selectividad, indica que los eufáusidos serían la especie menos seleccionada por el jurel (Tabla 16).

TABLA 16

Desviación estándar del índice de Selectividad de presas por tamaño de Ursin (1973). La selectividad es inversamente proporcional a la desviación estándar de este índice

PRESAS	CRUCEROS			
	PRIMAVERA		INVIERNO	
	1992	1992	1993	1994
Eufáusidos	1,35	1,44	1,63	1,70
Salpa				1,40
Copepodos			(0,98)	1,52
Anfipodos			(0,98)	
Peces linternas	1,22	0,88	0,89	0,85
Merluza común			(0,31)	
Calamar Loligo		(1,40)	(0,39)	
Quetognatos			(0,69)	

() = valor obtenido con muy escasas observaciones.



Con respecto al índice de importancia relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1977; *fide* Hyslop, 1980), los valores obtenidos en los cruceros efectuados en invierno de 1993 -94 y primavera de 1992, fluctúan entre 3,81 y 3,91, indicando que los eufáusidos son la presa más importante para el jurel (tabla 17).

TABLA 17

Índice de Importancia Relativa (IIR, modificado) de las presas de *T. s. murphyi*, por crucero

PRESAS	CRUCEROS			
	PRIMAVERA	INVIERNO		PROMEDIO
	1992	1993	1994	
Euphausiidae	3,81	3,91	3,81	3,84
Salpidae	3,04		3,11	3,08
Copépoda	2,69	1,95	2,12	2,25
Amphipoda	1,61		1,10	1,34
Peces linternas		2,61	1,59	2,10
Engraulis ringens			1,32	

() = valor obtenido con muy escasas observaciones.

Luego se puede concluir que el jurel se presenta como predador estenófago (*sensu* Berg, 1979) en las zonas y períodos de estudio, como lo atestiguan los bajos valores de diversidad trófica. En este sentido, los eufáusidos son consistentemente la presa más importante (*sensu*, Pinkas *et al.*, 1977; *fide* Hyslop, 1980), aunque la menos seleccionada (*sensu* Ursin, 1973).



Por otra parte, a partir de la metodología propuesta por Mehl y Wastgard (1983) y modificada por Livingston et al. (1986), se calculó el consumo poblacional efectuado por toda la biomasa presente de jurel en la zona y período de estudio. Los resultados indican que la razón de consumo/biomasa osciló entre 0,54 a 0,59 para invierno 1993 y 1994, en tanto para primavera de 1992 ésta fue de 0,34. Luego, el jurel ingresaría al sector costero del Océano Pacífico frente a Chile centro - sur para alimentarse, lo que se refleja en los valores relativamente altos de la razón de consumo/biomasa.

La información de contenido estomacal de jurel obtenida permitió construir un ciclo diario de alimentación. El jurel exhibe un sólo período de alimentación diario en otoño-invierno, iniciándose pasadas las 18 horas, alcanzando el máximo cerca de las 03 de la madrugada. El peso promedio máximo del contenido estomacal, considerando todas las presas es cercano a 1,5 gramos/pez (Fig. 10a), disminuyendo a alrededor de 1 gramo/pez al considerar sólo los eufáusidos (Fig. 10b).

Este resultado indica que los cambios en los tipos de agregaciones observados entre el día y la noche, así como las diferencias evaluadas a través del los ACP y ADL, mediante las variables morfológicas tales como; densidad, altura y profundidad media de las agregaciones, permiten señalar que tales cambios estarían asociados a estas migraciones del jurel de carácter nictemeral. Tales cambios en las estructuras de las agregaciones de jurel, tienen un efecto importante en la evaluaciones hidroacústicas en cuanto a la magnitud del estimado y su respectiva varianza, además de un sesgo por la localización de una fracción importante del recurso en zonas donde no puede ser detectado acústicamente (período nocturno).



5.2 Distribución geográfica jurel

5.2.1 Evaluaciones acústicas 1991 - 1994

A partir de los cruceros acústicos realizados en la zona centro-sur del país entre 1991 a 1994, se aplicó un programa para manejo de información georeferenciada (IDRISI) a las densidades acústicas (S_a) y capturas de la flota cerquera industrial que operó en la zona y período de los cruceros.

El análisis cartográfico permite conocer áreas de pesca donde operó la flota cerquera industrial y que no se ubicaban dentro de la zona de prospección, así como determinar áreas de abundancia no visitadas por la flota (situación inversa). En particular, situaciones como la del primer caso se observan durante la prospección acústica efectuada en 1994, donde el área de actividad de la flota se localizó fuera del área de estudio por sobre las 160 mn de la costa, a la cuadra de Isla Mocha, debiendo en terreno modificarse el área de la prospección.

A través de la aplicación de SIG a la información de densidad acústica (S_a) por crucero y la distribución del esfuerzo de pesca durante la época de crucero, estimado este último a partir de los registros diarios, se calculó el índice de Kappa y Cramer, utilizando el Chi cuadrado como estatígrafo de prueba a nivel de 95 %. (Tabla 18). Los resultados indican que existe asociación significativa para los cruceros de la temporada de invierno entre las distribuciones anteriormente indicadas, en tanto para la época de primavera de 1991 esta asociación no es significativa (Tabla 18).

Con respecto a primavera de 1991 y 1992, debe tenerse presente que durante este período por lo general la actividad de la flota fue bastante intermitente, ya que el



recurso disminuye de manera fuerte su nivel de contagio con densidad muy bajas respecto a invierno.

TABLA 18

Distribución de los Sa de jurel registrado en los cruceros acústicos y cpue de la flota en el período de crucero

CRUCEROS	Indice	g.l.	ccct	Kappa	Cramer
Invierno 1991	0,149	30	234	43,8	* 0,16
Invierno 1992	0,176	30	324	43,8	* 0,15
Invierno 1993					
Invierno 1994	0,170	30	273	43,8	* 0,15
Primavera 1991	0,040	159	25	0,009	
Primavera 1992	0,080	1.529	25 *	0,009	

(*) asociación significativa entre las distribuciones a un 95 %.

5.2.2 Operación flota cerquera industrial (1990 - 1995) (Yáñez et al., 1996 - ANEXO IV)

Los resultados alcanzados indican que las embarcaciones cerquera agrupadas en el rango de bodega entre 350 a 500 m³, cumplen con las consideraciones tomadas en cuenta para elegir la categoría patrón, es decir representatividad (número y captura), permanencia (período estudio), distribución espacial (abarcar toda la zona), variaciones en los rendimientos (baja variabilidad) y desarrollo tecnológico (mínimo efecto).



En efecto, dicha categoría está presente en la pesquería durante todo el período de estudio, contribuyendo con una adecuada cobertura geográfica ya que visita en promedio anual aproximadamente el 40 % del total de cuadrículas que componen la zona de estudio. Es representativa en términos del número de embarcaciones que agrupa, correspondiendo aproximadamente a un tercio de la flota industrial que operó entre la V y X Región. Respecto a las capturas, hasta 1993 esta categoría sólo fue superada por la categoría 5 (600 a 749 m³), mientras que en 1994-95 si bien es sobrepasada por otras categorías, sigue representando niveles considerables.

El análisis de un volumen de información suficiente sobre tamaño de las redes y el alcance de los sonares, hizo posible robustecer notablemente la información obtenida por Böhm et al. (1996), lo que permitió el cálculo más confiable del IDT. Estos fueron; 1,0 en 1990, 1,04 en 1991, 1,08 en 1992, 1,11 en 1993, 1,14 en 1994 y 1,16 en 1995.

En la figura 12, se muestra la cartografía anual de la distribución de la CPUE de jurel (IVCP) (UCV, IFOP e INPESCA., 1996), observando en ella, una mayor cobertura espacial de la flota cerquera industrial en el tiempo, es así como en los años 1990 y 1991, la operación de la flota se desarrolla principalmente frente a Talcahuano y dentro de las primeras 50 millas náuticas. En los años siguientes la pesquería de jurel se comienza a expandir en términos de latitud y longitud, intensificándose la presencia de las embarcaciones por sobre las 100 mn de la costa, lo cual está relacionado con el ingreso importante y sostenido a partir de 1989, de naves de gran tamaño y autonomía (Fig. 13) que permiten una mayor capacidad de operación bajo condiciones de mal tiempo.



Este tipo de distribución de CPUE de la flota cerquera industrial, puede ser reflejo de dos posibles situaciones; la primera guarda relación con una disminución de la disponibilidad de la abundancia de jurel en el sector costero, lo que tendría asociado un desplazamiento de las áreas de operación hacia el sector oceánico. La segunda sería según Guzmán (com. per.), un efecto de tipo "barrera" que ejercería la flota sobre el recurso, es decir la capacidad de permanencia en las zonas de pesca de las actuales embarcaciones, así como su alto número y cobertura geográfica, representaría una barrera que impediría un avance natural del jurel hacia el sector costero. Esto último, se infiere debido a que el recurso, casi no se captura dentro de las primeras 80 mn, sin embargo después de condiciones severas (temporal), que no permite operar a la flota cerquera industrial es posible encontrar jurel dentro de esas longitudes (O. Guzmán com. pers.).

En la figura 14, se muestra los centros de gravedad mensual (CG) correspondientes del período 1990 a 1995. En 1990 los CG están agrupados alrededor de los 36° S y 73° W, y durante verano y primavera éstos se encuentran más cerca de la costa (Fig. 14). Durante 1991, los CG se localizan más al sur y al oeste en el segundo semestre, en tanto para 1992 el CG del mes de mayo se localiza notoriamente más al norte que los otros meses, siendo coincidente la posición de este foco con la mayor concentración de jurel registrado en el crucero de evaluación hidroacústica realizado en mayo, donde el 70 % de la biomasa se situó frente a San Antonio.

En 1993, los CG muestran dos grupos bien diferenciados en su posición: primero más costero y al norte, conformado por los meses de enero, marzo, abril y diciembre; y el segundo representado por los meses restantes, más alejado de la costa y centrado en los 37° S y 75° W (Fig. 14). Esta característica también se observa durante 1994, pero no se mantuvo durante 1995.



Luego, para los años 1991, 1993 y 1994, se puede concluir la existencia de un desplazamiento de los centros de gravedad de CPUE la flota en sentido sur-suroeste. Patrón que no se mantiene en los años 1990, 1992 y 1995, es decir, no es claro el avance latitudinal de las área de pesca durante el transcurso del año.

Por otra parte, el análisis de la CPUE mensual por año permite señalar que en términos generales no se observa un patrón de distribución interanual similar en todos los períodos, puesto que la cobertura de la zona de estudio, por parte de la flota, varía significativamente ampliándose año tras año (Yañez et al., 1996 -Anexo IV). No obstante lo anterior, tanto a comienzos como a fines de año la distribución del recurso es preferentemente costera, asociada a bajos valores de CPUE. Entre marzo a septiembre la pesquería alcanza su máxima cobertura espacial como también los mayores registros.

Objetivo 2.2.2 "Analizar críticamente la metodología y las estrategias de prospección utilizadas en los cruceros realizados en los periodos 1991-94, en un taller de discusión que contemple la participación de expertos nacionales y extranjeros"

5.3 Revisión metodología aplicada

Se realizó una revisión crítica de la metodología utilizada en la evaluación de jurel durante 1991 a 1994, orientada a establecer el área y período más apropiado para efectuar las prospecciones acústicas, a partir de la variabilidad de las distribuciones de jurel, patrón histórico de distribución y el comportamiento gregario y trófico del recurso. Al respecto, se siguió el siguiente procedimiento:



1. Análisis comparativo de los resultados de biomasa y varianza de los cruceros realizados y análisis de las áreas de distribución de las zonas de pesca de la flota.
2. Análisis de los cambios de agregación de jurel (número y distribución) con el objeto de definir el diseño de muestreo acústico.
3. Obtención de un índice de cobertura modificado (MDC) para estimar el esfuerzo de muestreo (Robotham y Castillo, 1995):
4. Se espera proponer un diseño final, en el que estaría identificado el método de muestreo y su esfuerzo muestral, además de la estructura de los estimadores de biomasa y varianza.

5.3.1 Taller interno

Este taller consideró una revisión crítica de los resultados de las evaluaciones acústicas, con la participación en el grupo de trabajo de investigadores que habitualmente participaron en los cruceros acústicos de evaluación entre 1991 - 1994, incluyendo además el experto nacional Sr. Oscar Guzmán y experto internacional Sr. François Gerlotto.

El taller se desarrolló en dos fases al diferir algunas componentes del post-análisis de la información. El objetivo es establecer una propuesta metodológica para la evaluación de jurel por medio de técnica hidroacústica en la zona centro-sur, que permita cubrir la mayor fracción de stock y una mayor precisión en el estimado. Para tal efecto se analizó en el taller los siguientes aspectos:



- Patrón de comportamiento del jurel.
- Patrón histórico de la distribución geográfica (mensual y anual).
- Estacionalidad en la abundancia.
- Estimados de biomasa y su varianza.
- Migraciones nictemerales del recurso.
- Identificación y asignación de ecotrazos de jurel.

Los resultados del acucioso análisis realizado a la metodología hidroacústica aplicada en las evaluaciones del recurso jurel en la zona centro-sur del país, se presenta en el informe de primer taller de carácter interno.

De los análisis realizados se desprende que el jurel presenta características altamente favorables para una prospección acústica. Esto fundamentado en la alta biomasa que presenta el recurso, distribuida en distintos sectores cubriendo una amplia zona, y con focos de alta abundancia muy localizados. Esta situación se asemeja a los registrado en otros recursos tales como; arenque y bacalao del mar del norte, sardina europea y norteamericana, capelín, etc. Estas características en los recursos no constituyen problema para su evaluación por medio de técnica hidroacústica (Gerlotto, 1996 - ANEXO VI).

En este sentido, los sesgos de la metodología propiamente tal son absolutos y no dependen de la magnitud de la biomasa. Es decir ante un valor alto de biomasa la relevancia del sesgo es de carácter marginal, lo cual para el caso de jurel es muy favorable. Asimismo, las distribuciones del jurel muestran grandes extensiones que en general superan las 20 millas náuticas, lo cual bajo el sistema de muestreo con transectas cada 20 mn, aseguran que todos los focos de concentración son prospectados, lo cual sería la razón por lo cual la varianza de las distintas



evaluaciones son pequeñas (5 y 15 %), al aplicar técnicas geoestadísticas, como el modelo transitivo de una dimensión.

La dificultad, radica en el período en el cual se debe realizar la prospección, debiendo considerarse el patrón migratorio del jurel, para asegurar la realización de la prospección durante el período de máxima concentración del recurso. De esta manera, la variabilidad del patrón de migración también debe ser considerado en términos de la localización del recurso, ya sea tanto en su ubicación en el sector norte, sur, costero y oceánico, a fin de delimitar en forma adecuada la zona de estudio.

Las migraciones nictemerales presentes en el recurso fue establecida a través de los distintos análisis realizados (ciclo alimentación, dieta alimenticia, profundidad y tipo de agregaciones, etc). Esta migración se caracteriza por la ascensión del recurso a la superficie al atardecer donde se alimenta (eufáusidos), formando estrato denso en lugares de alta concentración del recurso (zonas de pesca) y de carácter disperso en área de menor densidad, aumentando su movilidad y disminuyendo bastante su capacidad de reacción a estímulos como arte de pesca, esto último a diferencia de lo registrado en el día. Asimismo, durante el atardecer se registra una intensificación de la capa superficial de plancton o micronecton (eufáusidos, mictófidos, salpas etc), por la subida de la capa de dispersión profunda situada entre los 30 a 400 m en el día.

Los análisis y discusiones efectuados en el taller, indican que existe entre los períodos diurno y nocturno un comportamiento distinto en el jurel, sin embargo, se consideró pertinente efectuar experimentos en el crucero metodológico que tiendan a medir los cambios en la respuesta acústica del jurel entre ambos períodos, a fin de ratificar el actual período de evaluación.



Por otra parte, los patronos plantean que de día detectan niveles muy bajos del recurso jurel. Se analizó esta información relacionándola con la disminución de la densidad y número de agregaciones de jurel durante el día. Al respecto, se planteó como causal la posible reducción de la capacidad de reflexión del jurel por dispersión y ángulo del pez frente al haz (Guzmán, 1996), así como el ajuste en ganancia de los equipos acústicos (sonares) utilizados por los patronos para detectar niveles de densidad comercial (Córdova com. pers.). Luego, se definió la necesidad de realizar en los cruceros metodológicos estudios en este sentido.

El análisis realizado a los resultados alcanzados en las distintas evaluaciones, junto al experto nacional e internacional, permiten concluir que:

- La estrategia de prospección utilizada anteriormente es adecuada para evaluar biomasa de jurel en la zona centro-sur.
- La precisión se encuentra dentro de los márgenes esperables para este tipo de pesquerías y no sobrepasa los 20 y 40 % de error, debido a la forma favorable que presenta el stock.
- El punto esencial para evaluar en forma correcta es la concordancia entre el período de la prospección y la presencia de jurel en el área de estudio.

A partir de los resultados analizados en el taller metodológico y sus conclusiones, es posible señalar que la propuesta metodológica para evaluar jurel por medio de la técnica acústica, está dirigida a obtener mediciones cuantitativas de la biomasa de jurel durante la fase de mayor pesca en las aguas chilenas. Es decir, cuando se presenta la mayor disponibilidad del recurso en el sector donde habitualmente se concentra la operación de la flota cerquera industrial en la zona centro sur del país.



Estas mediciones se obtendrán mediante la aplicación de una estrategia de muestreo de carácter "adaptativo" en el espacio y tiempo. En relación al espacio se debe considerar la fuerte dinámica que presenta el recurso jurel en la zona de estudio, que fue establecida en el análisis del patrón de distribución de la cpue anual, ciclo de migración y distribución general del recurso en el Pacífico Suroriental, sugiriendo una amplia zona de estudio imposible de cubrir y prospectar en virtud al tiempo y costo asociado. Es así que, teniendo presente la tendencia en la operación de la flota cerquera industrial en los últimos años (más oceánico), asumiendo que 200 mn podría ser el límite operacional de la flota, así como el área de distribución latitudinal de la pesquería, la zona de prospección debe estar situada entre los 31° 00' S a 42° 00' S entre la costa y las 200 mn.

En cuanto a la adaptatividad en el tiempo, ésta se refiere al sincronismo que debe existir entre el período de la prospección y el momento en el cual se registra la mayor concentración del recurso en el sector ligado a la costa. Se identificó un indicador dependiente de la flota cerquera industrial, y que corresponde a los rendimientos medidos a través de la cpue. Esta información que proporciona la pesquería es de gran utilidad, y este procedimiento se ha desarrollado en países como Noruega para el arenque, o en Estados Unidos sobre el recurso arenque de Puget Sound (Seattle) donde se aplicó por varias décadas con gran éxito (Gerlotto, 1996 - ANEXO VI).

Este indicador, la cpue, podría estar sesgado, si se considera la intencionalidad de los patrones de pesca a realizar lances sólo en situaciones de alta abundancia, y una baja captura puede en un momento indicar no ausencia del recurso, si no más bien una distribución del recurso menos contagiosa y de baja densidad. Sin embargo, los análisis realizados a la información de los cruceros de invierno y primavera, muestran una fuerte diferencia en las densidades y grado de agregación



en la distribución del recurso que se refleja en la estacionalidad de las capturas durante el año. Por otra parte, el alto número de embarcaciones asegura una amplia cobertura de la zona por la flota, y si se considera como premisa la permanente intencionalidad por operar en áreas de alta densidad, las variaciones que sufren las capturas indicarían cambios en los niveles de abundancia del recurso en la zona.

El diseño de muestreo considera la aplicación de una red de transectas sistemáticas, localizadas de manera perpendicular a la costa. El esfuerzo muestral y por ende el número de transectas a aplicar en la zona bajo estudio será estimado a partir de la relación existente entre el coeficiente de variación e índice de cobertura modificado. ($Cv = a MDC^b$).

El estimado de biomasa y su varianza será determinada mediante la aplicación de técnicas de geoestadística.

La estrategia de muestreo será de tipo "adaptativo", es decir en primer nivel se cubrirá el área general de distribución con un patrón sistemático de transectas de acuerdo a lo realizado hasta la fecha, seguido por un muestreo "adaptativo" centrado en las área de pesca, siguiendo un patrón flexible de acuerdo al tipo de distribución del recurso presente en la zona de estudio, para lo cual se considera utilizar un sonar de largo alcance (3000 m). Con este procedimiento se espera alcanzar una mayor precisión y cubrir la zona en el momento cuando se registre la mayor concentración del recurso. Además, el muestreo adaptativo permitirá ayudar a precisar el valor de biomasa por una intensificación de muestreo en la zona de alta concentración y evitar que se pierda una parte de la información de biomasa si ésta se ubica fuera del área global de estudio.



La amplia distribución de jurel en el Pacífico Suroriental con una presencia en casi toda la convergencia subtropical, no permite conocer la fracción de la población que ingresa a las costa de Chile, siendo poco factible de aplicar estos resultados para calibrar los alcanzados de V.P.A.. Sin embargo, la posibilidad de conocer en este sector la biomasa de la parte que puede corresponder a las clases pre-reclutas, dado las características del muestreo acústico y procedimiento de identificación (lances de pesca sin intencionalidad), son un elemento importante para reforzar de manera cualitativa las conclusiones de los modelos de dinámica poblacional.

La cpue son fundamentales para los modelos de dinámica poblacional en biología pesquera, y constituyen la única información que permite evaluar la abundancia de peces y su evolución, siendo requerida en la actualidad en la mayoría de los últimos modelos diseñados.

La cpue es difícil de definir, dado el desarrollo de las pesquerías modernas y de los equipo de ayuda a la pesca (sonar, radar, GPS, Satélites, etc). En este sentido, Freon y Misund presentan tres tipos de c.p.u.e y su efecto a distintas escalas en los peces, pesquerías y cpue (Tabla 19). Los distintos escenarios presentados por Freon y Misund (en prensa), muestran que un manejo correcto de las pesquerías requiere actualmente de información adicional a la cpue para conocer la evolución del stock. Esto muestra en forma categórica, que lo requerido es el conocimiento de la estrategia espacial de los peces, y en este sentido la acústica es uno de los pocos métodos que puede proporcionar este tipo de información de carácter tridimensional.



TABLA 19

Posible efectos de decrecimiento en la abundancia del stock de acuerdo a la escala espacial de las estructuras interpretada por los autores Laurec and Le Guen (1977) modificado por Freón y Misund (en prensa)

ESCALA	EFEECTO SOBRE EL PEZ	EFEECTO SOBRE LA PESQUERÍA	EFEECTO SOBRE LA CPUE		
Stock	↓ área usualmente	↓ duración viaje	↑ CPUE1	CPUE2	CPUE3
	y/o ↓ densidad	↑ tiempo búsqueda de pesca	↓ CPUE1	↓ CPUE2	CPUE3
Agrupamiento	↓ número agrupaciones	↑ tiempo búsqueda de agregación	↘ CPUE1	↘ CPUE2	CPUE3
	y/o ↓ área de agrupaciones	↑ tiempo búsqueda de agregación	↘ CPUE1	CPUE2	CPUE3
Cardumen		↑ tiempo búsqueda cardumen en la agrupación	↘ CPUE1	↓ CPUE2	CPUE3
	↓ número de cardumen	↓ tiempo trabajo en agrupación la agrupación	↘ CPUE1	↘ CPUE2	CPUE3
	y/o ↓ peso de cardumen	↑ tiempo de operación pesca	↘ CPUE1	↓ CPUE2	↓ CPUE3

- CPUE1 : Captura por tiempo en la mar (tiempo entre la salida y recalada)
- CPUE2 : Captura por tiempo de búsqueda
- CPUE3 : Captura por tiempo de pesca
- ↑ o ↓ : Crecimiento o decrecimiento proporcional a la abundancia.
- ↗ o ↘ : Decrecimiento o crecimiento menor que la abundancia
- : Estabilidad.

En este sentido, existen algunos cambios de conducta en los peces que deben ser conocidos, tanto en un ámbito natural como es el gregarismo que induce a la pesca, y está asociado a cambios en los tipos agregación y migraciones de carácter nictemeral. Además, de comportamientos que son inducidos por la flota como el



efecto denominado "barrera" y zona adyacente al área de pesca de mayor densidad, aprendizaje de fuga del recurso que altera la capturabilidad (Guzmán com. pers.). Todos estos aspectos son relevantes en el manejo de la cpue como indicadores de abundancia.

Luego, las observaciones acústicas a pequeña escala de tiempo y de espacio proporcionan índices que pueden, por una parte ayudar a definir mejor los parámetros de uso en los modelos de biología pesquera (capturabilidad, mortalidad por pesca, definición de cpue), y por otra parte entregar información de comportamiento que ligado a estudios bioceanográficos, permitan establecer relaciones o patrón definidos.

La comparación a la misma escala de tiempo entre las distribuciones espacio-temporal del jurel y la de la flota cerquera industrial, es una forma adecuada de analizar la evolución de la pesca y de los stock. Es así que, es posible apreciar por medio del estudio de la dinámica de la pesca y el comportamiento espacio-temporal de la pesquería, que algunas acciones propias de los pescadores son en realidad directamente diseñados a partir del comportamiento de los peces. Luego, el estudio de conjunto de las dos estrategias (jurel y flota) permite definir de mejor forma cuales son los parámetros determinantes en la evolución de la pesquería, y por consiguiente facilitar el manejo (Gerlotto, 1996).

En este sentido para jurel, es interesante estudiar algunas hipótesis que se han planteado en el taller, tales como: alejamiento del jurel de la costa en los últimos años como se aprecia en los patrones de distribución de la flota cerquera industrial. Es importante saber si esto se debe a un cambio de conducta de los peces (aprendizaje por evolución, relacionados con la biomasa y al ambiente) o un efecto de pesca o "barrera física" como fue planteado por Guzmán (com. per.), y que



habría forzado al jurel adulto a invadir áreas de distribución de los juveniles, superponiéndose ambas fracciones de la población, con el consiguiente deterioro en la alimentación reflejándose en una tendencia progresiva y sistemática de disminución en el índice gonosodamático (IG) del jurel (Guzmán, com. per.).

Esta hipótesis es sumamente importante, ya que tiene consecuencias sobre la estrategia de pesca, sobre el costo de la pesca, etc. Sólo un estudio que compare la dinámica de la pesquería y de la población puede proporcionar información al respecto. Lo anterior se debe realizar a través de un trabajo que agrupe estudios de pesca y de acústica de una forma muy detallada.

Considerando lo anteriormente expuesto, en el sondeo particular de zonas de alta concentración del recurso y en los eventos que se constituyan como zonas de pesca, se calibraran las densidades acústicas y con las capturas de las embarcaciones, a fin de determinar un índice que permita extrapolar virtuales áreas de pesca detectadas por acústica, dentro del área de estudio, y que por un criterio comercial ya sea concentración o distancia al centro de desembarque no se encuentre la flota operando sobre ellas. Las características de número de agregaciones presente en la zona, así como su tamaño y densidades promedios, serán indicadores que a futuro muestren tendencias de crecimiento o disminución en el tiempo, con lo cual se pueda proyectar evoluciones de captura en la zona de estudio.

Por otra parte, los distintos aspectos analizados en el taller metodológico han mostrado la importancia de la distribución espacial del jurel y en particular de sus agregaciones. En este sentido, en el crucero metodológico se han incorporado



actividades tendientes a estudiar, el comportamiento de las agregaciones y los cambios en la respuesta acústica del jurel durante el día y la noche, así como estudios que permitan explorar la incidencia de la dinámica trófica del jurel sobre las evaluaciones hidroacústicas de abundancia.



6. TALLER EXTERNO

El taller externo tenía como objetivo exponer, discutir y difundir, los resultados alcanzados en el proyecto con representantes del sector institucional y productivos que laboran en la pesquería del jurel de la zona centro-sur.

Se efectuaron 3 talleres:

- El primero se realizó el 26 de agosto de 1997, en la sala de Consejo de la Subsecretaría de Pesca. Asistieron 35 personas: representantes del sector privado de los subsectores industriales y artesanales, funcionarios de servicios públicos, investigadores y académicos.
- El segundo se realizó el día 3 de septiembre de 1997 en Concepción, en la sala de reuniones de la Asociación de Industriales Pesqueros de la Región del Bío-Bío, ASIPES. Asistieron 42 personas: administradores, gerentes y altos ejecutivos de las empresas pesqueras de la VIII Región.
- El tercero se realizó el 3 de octubre de 1997 en San Antonio, en la sala de la Gobernación Provincial. Fue patrocinado por la Asociación de Industriales Pesqueros de San Antonio (AIP). Asistieron 15 personas: ejecutivos y patrones de pesca de empresas pesqueras jureleras de San Antonio

Durante el taller participaron como expositores María Angela Barbieri y José Córdova, como panelistas los expertos en recursos pelágicos Patricio Barría y Rodolfo Serra. Cabe señalar que se produjo rotación entre los panelistas.

En el taller se entregó a los asistentes el resumen ejecutivo del cruce metodológico.



7. CRUCERO METODOLÓGICO

Este crucero metodológico, responde al objetivo específico 2.2.3 del proyecto FIP 95-07: **“Determinar experimentalmente los factores que influyen en las evaluaciones hidroacústicas y las estrategias de diseño del crucero”**.

Las actividades a ser efectuadas en el crucero, se determinaron en el taller interno realizado los días 15, 16 y 17 de julio y 11 de octubre de 1996.

Las problemática de los temas abordados en el taller fueron divididos en dos grupos: el primero, relacionado con el conocimiento de los cambios que experimentan las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas, que se denominaron “hidroacústicos” y los segundos, relacionados con el ambiente y aspectos de la alimentación del jurel, que se denominaron “medio ambientales”.

7.1 Objetivos específicos

7.1.1 Hidroacústicos

a) Comportamiento de las agregaciones

- Determinar la morfología de las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas.
- Determinar la distribución batimétrica en las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas.
- Determinar la abundancia de las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas.



– Determinar la estructura de tallas de las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas.

b) Dinámica de las agregaciones

– Determinar la extensión de las agregaciones.

– Determinar el desplazamiento de las agregaciones.

7.1.2 Medio ambientales

a) Caracterizar la distribución vertical de la capa de dispersión profunda (CDP) y de las agregaciones de jurel a lo largo de un día y su asociación con indicadores oceanográficos.

b) Caracterizar el patrón trófico (ritmo de alimentación) del jurel y determinar la composición del alimento.

c) Cuantificar la oferta ambiental de alimento del jurel, con énfasis en los eufáusidos.

d) Indagar la posible incidencia del comportamiento trófico del jurel en las determinaciones hidroacústicas de la abundancia.

7.2 Metodología

El cruceo metodológico se efectuó en el B/l "Abate Molina" en dos etapas, en las cuales se realizaron siete experimentos (Fig. 13). Con el objeto de cumplir con los requerimientos del cruceo que eran: (1) trabajar en zonas de alta concentración de



jurel, (2) en sectores con y sin operación de la flota (3) cubrir un amplio rango de distribución de talla y (4) efectuar el crucero en condiciones de luna llena y nueva.

La primera etapa se realizó entre el 03 y 07 de agosto de 1996 en la zona localizada desde Caleta Lacao (31° 20' LS) a rada Chigualoco (31° 48' LS), entre 160 y 180 mn de la costa. El sector de trabajo correspondió a un área de alta densidad, en la cual estaba operando la flota de San Antonio, Sin embargo, debido a que en la zona sólo se detectaron ejemplares de talla pequeña de jurel y la localización de las concentraciones del recurso involucró tiempo importante de prospección, situación que también ocurrió con los barcos de la flota industrial que operaban en el área, sólo se logro realizar un experimento.

Debido a lo anterior, los experimentos siguientes fueron programados para realizarse en una segunda etapa, en un período de mayor abundancia del recurso, que según los análisis de series cronológicas debería corresponder a la temporada de otoño. Sin embargo durante 1997, debido a condiciones oceanográficas afectadas por el fenómeno de "El Niño", el jurel ha presentado un comportamiento diferente en comparación a los años precedentes, caracterizado por una alta proporción de juveniles en las capturas, lo que se ha traducido en la implementación de vedas y regulación del esfuerzo de pesca.

Como consecuencia de la situación atípica señalada y con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos del crucero, el crucero correspondiente a la segunda etapa, debió ser fraccionado en tres períodos: el primero que abarcó entre el 26 de abril y 02 de mayo, se realizó en condiciones de luna llena y veda, en él se realizaron los experimentos 2, 3 y 4. Además se efectuó en forma paralela un monitoreo del recurso con embarcaciones de la flota. En este período, se contó con



la participación a bordo del B/I "Abate Molina" de un investigador de ORSTOM (Francia) especialista en comportamiento de peces el Dr. Marc Soria.

El experimento 5 se realizó entre el 5 y 7 de junio con luna nueva, abundancia de recurso y período de veda. Finalmente, los experimentos 6 y 7 se efectuaron entre el 18 al 22 de junio, ambos con luna llena y el primero de ellos (6), en condiciones de mal tiempo, por lo que no operó la flota.

En la Tabla 20, se muestra una síntesis de los experimentos efectuados.

Tabla 20

Experimentos efectuados en el crucero.

Experimento (Nº)	1	2	3	4	5	6	7
Año)	1996	1997	1997	1997	1997	1997	1997
Período	03-07.AGO	26-28.ABR	29.ABR	01-02.MAY	05-07.JUN	18-19.JUN	20-22.JUN
Edad de la luna	llena	llena	llena	llena	nueva	llena	llena
Lances de pesca	9	5	1	4	5	0	4
Lances con colecta de estómagos	4	2	1	6	6	0	6
Estaciones oceanográficas	0	2	1	6	6	0	6
Lances de Plancton	0	5	1	4	5	0	4



7.2.1 Prospección hidroacústica

Las prospecciones acústicas, se efectuaron con el sistema de ecointegración marca Simrad modelo EK 500 operando con un transductor de haz dividido (split beam) de 38 Khz. de frecuencia. El equipo fue calibrado al inicio de los respectivos cruceros.

Las transectas, fueron discretizadas en unidades básicas de muestreo (ubm) de 0,5 mn, efectuándose sin considerar los transectos de navegación y los de búsquedas, un total de 2.602 ubm.

El muestreo utilizado durante los experimentos, correspondieron a dos tipos de diseño: a) Cajón mágico, que es el seguimiento de un área de abundancia del recurso, replicado día y noche y b) grilla, que consistió en pequeños transectos paralelos en dirección N-S y replicado en dirección E-W. Este tipo de prospección se realizó específicamente en el experimento 2, con el objeto de estudiar la estabilidad de los cardúmenes.

En los experimentos 5 y 6, debido a las condiciones meteorológicas adversas y como una manera de evitar la recolección de datos interferidos por ruido de burbujeo superficial y cabeceo del buque, las grillas sólo pudieron ser efectuadas en una sola dirección.

En las figuras 14 a y b se muestra el track de navegación, seguido por la embarcación y las correspondientes unidades de ecointegración (Sa).



a) Comportamiento de las agregaciones

Los datos colectados para el estudio del comportamiento de las agregaciones, se basó en la siguiente información: tipo de ecotrazos, profundidad, alto, ancho de cardúmenes ó agregación y densidad en Sa de jurel.

Los ecotrazos se clasificaron en 9 categorías: cardúmenes, 5 tipos de estratos, 2 disperso y 1 individual (Fig. 15). Posteriormente, en el análisis estadístico de la información se reagruparon en sólo 6 categorías: cardúmenes, 3 estratos, 1 disperso y 1 individual.

Para cuantificar el efecto día-noche (factor 1) y luna llena-nueva (factor 2), se realizaron tres enfoques diferentes. En el primero, se emplearon las herramientas de la estadística descriptiva, mientras que en el segundo, se consideraron en forma conjunta ambos factores y tres variables simultáneas, que fueron: Sa, profundidad y altura de las agregaciones, empleándose en este caso un análisis de varianza múltiple (Manova). En el tercer enfoque utilizado, se analizó en forma separada cada variable por factor, empleándose un análisis de varianza a dos y un factor.

b) Dinámica de las agregaciones

Las características de las agregaciones, se estimaron mediante la construcción de correlogramas, que permiten determinar la presencia de macroestructuras, es decir, el tamaño de las agregaciones de jurel.

Para estudiar el desplazamiento de las agregaciones, se hizo un estudio de la dinámica espacio-temporal de éstas, para ello se trabajó considerando la proposición metodológica planteada por Soria (com.personal), y empleada por



Petitgas y Williamson (1997). Para tal efecto, en el experimento 2, se efectuó una doble cobertura Este-Oeste y Norte-Sur repetida día y noche, efectuándose 5 experiencias numeradas desde 2-1 a 2-5, las que tenían 3 transectas de 3 mn cada una separada de una milla náutica. Cada experiencia tuvo una duración de 2 horas y se navegó a una velocidad de 7,5 nudos.

Se intentó además, efectuar observaciones con sonar manteniendo el barco a la deriva, para monitorear la evolución del número y el tamaño de los cardúmenes en el tiempo y medir la distancia entre cardúmenes. Esta experiencia no fue exitosa por los problemas de interferencia entre el sonar y el transductor de 38 KHz, utilizado con el ecointegrador.

No obstante lo anterior, durante el experimento 3, se logró efectuar el seguimiento de un cardumen, empleando un sonar Furuno CSH-20 con una frecuencia de emisión de 32 KHz, con un alcance máximo de 2.400 m. En este experimento, realizado a las 15 horas, se detectó con el ecosonda un cardumen de jurel el cual fue fijado en la pantalla del sonar. Posteriormente este cardumen fue insonificado y ecointegrado, hecho que fue repetido cada media hora hasta su disgregación en el crepúsculo.

7.2.2 Condiciones medio ambientales

a) Oceanografía física

En las zonas de abundancia de jurel, se monitoreó la columna de agua en un período de 24 horas, en cada uno se efectuaron 6 estaciones con un CTD; obteniéndose en cada estación registros verticales continuos de salinidad ($\times 10^{-3}$) y temperatura ($^{\circ}\text{C}$) hasta 600 m de profundidad. Durante el crucero se efectuaron 3 ciclos de muestreo y un total de 21 estaciones (Tabla 20).



b) Oferta ambiental

Para caracterizar la oferta ambiental de alimento del jurel en la CDP, se realizó en las zonas de abundancia, un monitoreo temporal de pescas plantónicas estratificadas, considerando los estratos "sobre", "en" y "bajo" la CDP, en horas nocturna (después del ocaso y antes del orto). El diseño de muestreo contemplaba la ejecución de 5 lances horizontales estratificados con red Bongo de 500μ a las 18:00, 21:00, 00:00, 03:00 y 06:00 horas. Durante el crucero se efectuaron 4 ciclos de estaciones de plancton, con un total de 19 lances (Tabla 20).

En el laboratorio, se analizaron las muestras (con énfasis en eufáusidos y mictófidos), estandarizándose los resultados a número de individuos /1000 m³ de agua filtrada en el caso de los eufáusidos y en número bajo 10 m² para mictófidos.

c) Ciclo de alimentación

Para determinar el ritmo diario de alimentación del jurel, se realizaron lances de pesca con una red de media agua, distribuidos durante diferentes horas del día, para cubrir un ciclo de 24 horas.

Durante el crucero se efectuaron 28 lances de pesca, efectuándose en cada uno de ellos un muestreo biológico de los ejemplares y revisión de contenido estomacal. Se colectaron 389 estómagos que fueron preservados en formalina al 10%.

En laboratorio, a cada estómago muestreado le fue registrado: el peso del estómago, identificándose los ítems presas, su peso y grado de digestión.



7.3 Resultados y discusión

7.3.1 Comportamiento de las agregaciones

Para cada experimento efectuado (1 a 7), se describe el comportamiento de las agregaciones en función de las variaciones que experimentan la profundidad, altura y los Sa de éstas en un ciclo de 24 horas, mediante un ajuste polinomial.

a) Distribución horaria de las agregaciones

Los resultados indican (Fig. 16), que en los experimentos 1 y 7 (condiciones de luna llena), el jurel estaba ausente en la madrugada y horas de la mañana, siendo detectado a partir del mediodía hasta la medianoche. En los experimentos 2 y 4, que se efectuaron en condiciones de luna llena y 5 con luna nueva, el recurso se detectó durante las 24 horas. Mientras que en el experimento 6, realizado en condiciones de mal tiempo, sólo fue posible identificar ecotrazos de jurel desde la aurora hasta las 13 horas. En el experimento 3, la baja presencia de jurel no permite especificar con claridad la profundidad de las agregaciones.

b) Morfología de las agregaciones y de la distribución batimétrica de jurel

Analizados en conjunto los 7 experimentos (Tabla 21 y Figs. 17a y b,), se observa que en un ciclo diario, ninguno de los 6 tipos de agregaciones se encuentra presente durante las 24 horas. En efecto, los jureles forman agregaciones tipo cardúmenes desde el mediodía (12:00) hasta las 02:00 y ecotrazos de tipo individual (que son pequeñas agregaciones de baja densidad) a media mañana (10:00-13:00). Los estratos densos tienen una amplia distribución durante el ciclo, con ausencia



sólo a las 12:00 y al inicio del ocaso (18:00), mientras que los estratos tanto medios y ecotrazos tipo disperso, se encuentran sólo en horario nocturno (Tabla 21).

Al analizar los ecotrazos clasificados en 4 grupos como: día con luna llena (DCL), día con luna nueva (DSL), noche con luna llena (NCL) y noche con luna nueva (NSL), se puede apreciar (Tabla 22), que en los DCL en el 66,3% de las ubm no se detectó la presencia de jurel, en los DSL esta cifra disminuye al 22,4%, en las noches con luna llena se presenta ausencia de recurso en el 79,2% y en las noches con luna nueva la cifra disminuye a sólo 38%.

En la figura 18a se observa, que dentro de los 6 tipos de ecotrazos, el tipo cardumen muestra la mayor presencia, situándose en el 18% de las ubm positivas en DCL, esta importancia relativa se eleva a 50% en DSL y disminuye a sólo 35% en las NSL y sólo se presenta en un 8% en NCL. Estos resultados, muestran que en presencia de luna llena, las distribuciones de los ejemplares de jurel tienden a concentrarse en un menor número de ubm's para formar agregaciones más abiertas (disminuye la participación porcentual de las concentraciones tipo cardúmenes), mientras que con luna nueva las agregaciones tienden a mantenerse en cardúmenes, formando agregaciones más cerradas y de mayor densidad.

En la Tabla, 22 se muestra la participación relativa en porcentaje del tipo de agregaciones, considerando sólo las ubm's positivas (con presencia de jurel), observándose la participación de las agregaciones tipo estrato difuso (Nº5) y estrato medio (Nº 3), que en DCL y NCL, alcanzan una presentación entorno al 20%.



• Profundidad

La distribución en profundidades de las agregaciones de jurel observada durante los experimentos (Fig. 16), permite observar la existencia de un claro patrón de comportamiento. En las horas de obscuridad, el rango de distribución de jurel se localiza entre la superficie y los 100 m de profundidad, con una moda a los 50 m. En el período que media entre el orto y el ocaso, el recurso se profundiza alcanzando hasta los 200 m de profundidad. Las excepciones a este comportamiento, se observaron en el experimento 6 que se realizó en condiciones del mal tiempo, donde el recurso se observó sólo de día y en profundidades que variaron entre 25 y 100 m, con una moda a los 50 m, por su parte en el experimento 3 se detectaron dos estratos, uno en superficie y otro a una profundidad media de 120 m.

Al considerar los tipos de agregaciones (Fig. 19), se observa en los DCL que los cardúmenes (tipo 1) se sitúan a una profundidad promedio de 97 m, pero a medida que las agregaciones son menos compactas, el recurso tiende a profundizarse, alcanzando la máxima profundidad promedio de 140 m para la agregación tipo dispersa nº 5. La misma tendencia señalada anteriormente se muestra en el DSL y NCL, mientras que en la NSL las profundidades por tipo de agregaciones se mantienen estables entre 12 y 25 m.

Se observa además, que los coeficientes de variación (cv) de la profundidad por agregaciones (Fig. 20b), que los valores de los coeficientes de variación (cv) son bajos durante el día y altos durante la noche, especialmente para la agregación estrato medio (ecotrazo nº 3) y la tipo individual (ecotrazos nº 6). Estos resultados indican las altas variaciones que pueden experimentar dichas agregaciones durante los períodos nocturnos.



Tabla 21

. Tipos de agregaciones de jurel y horarios presencia y ausencia

Agregación		Horario de presencia de agregaciones	Horas de	
(Nº)	Tipo	00-02-04-06-08-10-12-14-16-18-20-22-24	presencia ↔	ausencia
1	cardumen	↔ ↔	12:00 -02:00	3:00 -11:00
2	estrato denso	↔ ↔	19:00-11:00	12:00 -18:00
3	estrato medio	- ♦	0:00	01:00 -23:00
4	estrato isperso	↔	17:00 23:00	0:00 - 16:00
5	disperso	↔	5:00 - 21:00	22:00 -04:00
6	individual	↔	10:00 -13:00	14:00 -9:00

Tabla 22

Presencia porcentual del tipo de agregaciones

Nº Tipo agregación	Presencia de tipo de agregaciones en las ubm's positivas			
	DCL %	DSL %	NCL %	NSL %
1	51,6	64,5	38,10	57,2
2	5,5	1,2	5,12	8,0
3	8,9	12,4	20,47	5,7
4	0,6	1,9	4,20	8,9
5	20,8	12,0	20,90	7,2
6	12,6	8,1	11,16	12,9
Ubm positivas	383	259	215	124
Ubm con valores 0	684 (66,3%)	75 (22,4%)	822(79,2%)	76 (38%)
Ubm totales	1031	334	1037	200



Por otra parte en la figura 20a, se puede apreciar que, en DCL el recurso se localiza en profundidades promedios de 120 m, mientras que en los DSL disminuye su profundidad promedio a 91m. En los períodos nocturnos, la profundidad promedio de la distribución del jurel disminuye, alcanzando los 54 m NCL y sólo los 22 m en NSL.

- **Altura**

Al considerar las alturas de las agregaciones, se puede señalar que éstas alcanzan su mayor valor en DCL alcanzando los 21m de promedio, en cambio en los DSL, la altura promedio es de 16 m al igual que en la NCL. La menor altura se obtuvo en NSL, alcanzando sólo 11 m.

En la figura 19, se observan las distribuciones promedio de las alturas con sus respectivas desviaciones estándares. Se aprecia que las agregaciones tipo cardúmenes (nº1), estrato disperso (nº4) e individual (nº6) presentan la menor altura, mientras que la mayor altura son presentadas por los estratos densos (nº2), estratos medios (nº3) y dispersos (nº5).

Las alturas clasificadas por tipo de agregación (Fig. 20 b) presentan el mismo patrón de comportamiento en cualquiera de los condiciones de DCL, DSL, NCL y NSL, apreciándose sólo una diferencia en las magnitudes.

c) Abundancia de las agregaciones

En la figura 16 se muestra la distribución de los Sa (índices de densidad) por experimento. En todos los experimentos se aprecia que, los valores altos de Sa por ubm se presentan con luz diurna y ocasionalmente se observan durante la noche.



En la figura 20c se entregan los Sa por tipo de agregaciones y clasificación de acuerdo a la presencia de luna, se puede observar que los valores más altos corresponden a los cardúmenes (tipo nº 1) y disperso (tipo nº5). Al considerar los valores de Sa en relación a DCL, DSL, NCL y NSL y tipo de agregación, se observa un comportamiento similar en los cuatro casos, con la excepción del DSL que presentó ubm's con valores muy altos con agregación estrato denso (tipo 2).

La variabilidad de los Sa, es uno de los elementos importantes a considerar en la utilización de las evaluaciones hidroacústicas, especialmente en lo concerniente al diseño de la prospección y los estimadores para la determinación de la biomasa y sus límites de confianza. En la Tabla 23 se muestran los estimadores de media, desviación estandar (s) y coeficiente de variación (cv), considerando en forma separada el factor día y noche, además de los factores luna llena (CL), luna nueva (SL) y luna (CL+SL).

Los resultados muestran que el cv de noche considerando los valores totales (día y noche) alcanza a 8,28, mientras que en el día es de 3,92. El alto valor de cv obtenido con luna llena, se debe al alto porcentaje de ubm's con valores de Sa igual a cero (0), que alcanzan una proporción del 66,34% en DCL y 79,27% en NCL con respecto del total de ubm's analizadas.

**Tabla 23**

Estimadores de media, desviación estandar y coeficiente de variación de los Sa.

	DÍA			NOCHE		
	Media	Desviación estandar	Coef variación	Media	Desviación estandar	Coef variación
Luna llena (CL)	287,24	1772,7	6,17	176,0	3046,3	17,3
Luna nueva (SL)	1271,62	2669,65	2,09	619,5	1111,5	1,78
Total	527,74	2072	3,92	341,40	2826,5	8,28

d) Estructura de talla

En la figura 21 se muestran las distribuciones de frecuencia de los jureles capturados a bordo de B/l "Abate Molina" (N= 1.611).

En los lances efectuados en agosto de 1997 (experimento n°1), se observa en cuatro de los lances efectuados, una distribución de tallas unimodal con una moda centrada en 23 cm, mientras que en el otro lance la moda alcanzó a 31cm.

En los lances efectuados a fines de abril y comienzos de mayo (experimento 2, 3 y 4), los ejemplares presentaron una talla mayor con un rango que varió entre 27 y 56 cm, con una distribución unimodal en los lances: 5, 1, y 3 con modas centradas en 35, 42 y 30 cm, respectivamente. En los lances 4 y 6, se observó una distribución bimodal con modas centradas en los 27-39 cm y 31-40 cm, respectivamente.



En los lances realizados en la segunda quincena de junio (experimento n°7) los ejemplares presentaron una distribución de talla unimodal con una moda de 23 cm.

En la figura 22, se muestra la distribución de tallas de los jureles capturados en los barcos cerqueros que operaron también en el área de operación del barco de investigación durante los experimentos 2, 3, y 4.

Al respecto, la distribución de tallas obtenida del PAM "Fox" muestra dos modas, 26 y 43 cm, con un rango de tallas de 22 a 54 cm, mientras que los ejemplares obtenidos del PAM "Golondrina" presentaron una distribución unimodal, con un rango de talla entre 24 y 45 cm y una moda de 30 cm (Fig. 22).

Al comparar los rangos de talla de los jureles capturados con el B/I "Abate Molina" y los barcos comerciales se observa que éstos son similares.

En la Tabla 24, se muestra la cobertura horaria de los lances de pesca, observándose que en ninguno de los experimentos existe una cobertura de 24 horas consecutivas, pero que al considerarlos en conjunto se aprecia que los lances realizados con red de arrastre de mediagua presentan una cobertura de 21 horas, faltando sólo el lapso comprendido entre las 7 y 10 de la mañana.

Como los diversos experimentos se efectuaron diferidos en el tiempo y además en distintas zonas geográficas, no es posible con la información existente hacer un seguimiento de la evolución de la talla de los jureles en un ciclo de 24 horas. Al analizar la cobertura horaria de los lances comerciales se observa que existe cobertura durante todo el día con excepción de las horas de la madrugada hasta el orto (6 am a 8 am) y a media mañana (9 am a 12 am).



Tabla 24

Distribución horaria de los lances de pesca

Lances	Horas					
Experimentos	00-02-04-06-08-10-12-14-16-18-20-22-24					
1	xxx	xx	xxxx	xxx		
2 -3 - 4	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
7					xxxxxx	xxx
Barcos comerciales	xxxxxx	xxx	xxx	xx	xx	xxx

e) Análisis de los factores día-noche y luna llena-luna nueva

Se realizó un análisis de 2 factores: día-noche y luna llena-luna nueva con 2 niveles, considerando las variables profundidad, altura y Sa de las agregaciones, mediante un análisis de varianza múltiple (Manova).

El resultado indica la existencia de interacción, en efecto los resultados son para test Wilks' Lambda Rao R: $0,97209 < 24,838$ con un nivel de $p = 0,000$ y para el test Pillai- Bartlett (con V: 3,2595) los valores son $0,02791 < 24,838$ con $p = 0,000$. Al aplicar un test F al estudio de la interacción, se obtuvieron para la variable profundidad $F = 48,213 > 1,259$ con $p = 0,0000$; para la variable altura $F = 1,07049 < 1,2597$ con $p = 0,300931$; y para la variable Sa $F = 8,268 > 1,2597$ con $p = 0,00406$. Estos resultados indicarían que la interacción está dada principalmente por la variables profundidad.



A pesar de lo anterior se hizo un análisis **post hoc** y se aplicó el test Newman-Keuls por cada variable, empleando un nivel de confianza de $\alpha=95\%$. Los resultados indican que para la variable profundidad las diferencias entre noche con luna llena (NCL) y noche con luna nueva (NSL) no son significativas, mientras que en todas las otras combinaciones lo son (Tabla 25). Estos resultados son análogos en el caso de la variable altura, pero en la variable Sa las diferencias en DCL y NSL no son significativas en día con luna llena DCL y NCL, como tampoco en NCL y NSL.

Como en la aplicación de Manova se encontró que había interacción, se trabajó con cada combinación por separado, aplicándose un Andeva a dos factores para la variable Sa. Los resultados indican que la diferencia de los Sa entre el día y la noche y entre luna llena ($p > 0,05$) y luna nueva no son significativos ($p > 0,05$), pero sí existe una interacción significativa ($p < 0,05$) (Tabla 26).

Considerando la existencia de interacción, se utilizó un análisis de varianza a un factor a dos niveles, empleando cada factor y variable en forma independiente. Los resultados indican que durante la noche (considerando el factor luna llena-luna nueva) las diferencias no son significativas para las variables profundidad y Sa. Así mismo, en condiciones de luna llena las diferencias entre día y noche no son significativas (Tabla 27).

Los resultados en su conjunto son difíciles de analizar, debido a que las pruebas estadísticas indican la existencia de interacción, sin embargo se debe considerar que debido a la extensión de un crucero de evaluación hidroacústica de jurel, durante su desarrollo se presenten ambas condiciones de presencia de la luna (nueva y llena). En este caso, los resultados indican que para la variable Sa que es un indicador de abundancia, las diferencias significativas no son evidentes (Tabla 26) y por lo tanto se podría trabajar en ambas condiciones de luna.



Por otra parte, analizando las otras pruebas estadísticas se puede observar que existe una diferencia entre los Sa durante el día en condiciones de luna llena y luna nueva, este resultado llama la atención porque es difícil pensar que este factor tenga un efecto durante las horas de luz diurna, pero si se disminuye el nivel de alfa esta diferencia no es significativa. La causa de lo anterior, podría deberse a la alta presencia de ubm's con valores de Sa cero (0), que en el día con luna llena (DCL) el 66,4% de las observaciones realizadas y un coeficiente de variación de 6,17, mientras que en los días con luna nueva (DSL) este porcentaje disminuye a un 22,46% y su coeficiente de variación es de 2,09% (Tablas 22 y 23). Es entonces, la alta presencia de valores 0, lo que incide significativamente en la diferencia encontrada, a lo cual debe sumarse el diferente número de observaciones realizadas en ambos experimentos, además de la presencia en el experimento nº 5 (luna nueva) de una zona de alta densidad con estratos densos.



Tabla 25

Nivel de p en la prueba de Neuwman-Keuls para las variables profundidad, altura y Sa

PROFUNDIDAD				
	DCL	DSL	NCL	NSL
	38,026	70,880	11,812	14,470
DCL		0,00009*	0,000022*	0,000009*
DSL			0,000008*	0,000022*
NCL				0,430429
ALTURA				
	DCL	DSL	NCL	NSL
	6,1495	8,8263	3,3510	4,8400
DCL		0,000231*	0,000022*	0,141329
DSL			0,000008*	0,000336*
NCL				0,094263
Sa				
	DCL	DSL	NCL	NSL
	287,5340	1305,859	290,2961	606,3450
DCL		0,000008*	0,979579	0,211577
DSL			0,000022*	0,001417*
NCL				0,095004

* significativo



Tabla 26

Resultados prueba andeva a dos factores
(día-noche y luna llena-luna nueva para la variable Sa)

Variable Sa		
Efectos	F	nivel-p
Día Noche	0,982777	0,502765
Luna llena-Luna nueva	3,609001	0,308465
Interacción	8,278309	0,004045*

* significativo



Tabla 27

Resultados de Andeva a un factor para las variables profundidad, altura y Sa.

DIA			
Factor	Variable	F	nivel-p
Luna llena-luna nueva	Profundidad	90,02021	0,000000*
Luna llena-luna nueva	Altura	9,12006	0,002575*
Luna llena-luna nueva	Sa	62,3191	0,000000*
NOCHE			
Luna llena-luna nueva	Profundidad	1,507927	0,219690
Luna llena-luna nueva	Altura	4,202505	0,040575*
Luna llena-luna nueva	Sa	2,096523	0,147888
LUNA LLENA			
Día-noche	Profundidad	173,0233*	0,00000*
Día-noche	Altura	30,79721	0,00000*
Día-noche	Sa	0,000767	0,977914
LUNA NUEVA			
Día-noche	Profundidad	345,0268	0,000000*
Día-noche	Altura	18,38487	0,000021*
Día-noche	Sa	11,87773	0,000613*



7.3.2 Dinámica de las agregaciones

a) Extensión de las agregaciones

El correlograma (Fig. 23a) muestra la existencia de una macroestructura de 1,5 mn que equivale a 3 ubm y otra a 5,5 mn. En el correlograma diurno se observa una macroestructura a las 3 ubm, que equivale a 1,5 mn, y otra que se extiende hasta las 3,5 ó 4,5 mn (Fig. 23 b), mientras en el correlograma de los datos nocturnos se aprecia que la macroestructura se extiende hasta las 1,5 mn (Fig. 23 c). Estos resultados permiten señalar, que el tamaño de las ubm utilizadas en las prospecciones acústicas deben ser inferiores a 1,5 mn. Actualmente, en los cruceros de evaluación hidroacústica del jurel la extensión de cada ubm es de 0,5mn, por lo que éstos tienen una dimensión que es correcta.

b) Desplazamiento de agregaciones

Con sistema acústico EK500

Durante la experiencia 2-2 (efectuada entre las 15:49-18:01 horas) se observaron cardúmenes casi en la misma zona que en la primera experiencia (2-1) realizada entre las 13:05-15:49 horas (Fig. 24). Para la experiencia 2-1 el rango de los Sa varió entre 245 y 1.876, mientras que para la experiencia 2-2 el rango de los Sa estuvo entre 174 y 970. Los resultados tienden a mostrar que la agregación de jurel fue estable durante la duración de la prospección (4 horas); asimismo cabe señalar, que los cardúmenes durante el día se mantuvieron en una capa de agua profunda, entre 100 y 150 m.



En la segunda experiencia (2-2) se observó sólo un pequeño cardumen suplementario, que corresponde a los intertransectos de la primera experiencia (2-1), lo anterior permite suponer que la distancia intertransecta de 1 mn posibilita explorar exhaustivamente la cantidad de cardúmenes que tiene una agregación.

En los ecogramas se observa que en el crepúsculo los cardúmenes de jurel se disgregan y suben rápidamente a la superficie siguiendo la variación nictemeral de la capa planctónica.

En la experiencia 2-3 realizada entre las 22:28 y las 01:20 en dirección E-W, se detectó que los peces se dispersan, observándose 9 cardúmenes de pequeño tamaño, con niveles de Sa que variaron de 12 a 93 con una moda en 23 Sa. En la réplica de esta experiencia realizada en dirección N-S (Fig. 24) se encontró sólo un cardumen con un Sa de 180.

Estos resultados muestran la baja estabilidad de las agregaciones de los peces en la noche. En la experiencia 2-5 realizada en la mañana entre las 08:28 y las 11:20 no se localizaron cardúmenes (Fig. 24).

La estabilidad de las agregaciones de los cardúmenes de jurel durante el día, permite suponer que el agrupamiento de los peces en cardúmenes, tiene como finalidad mantenerse en el área de alimentación, pues de acuerdo a Soria (Anexo VII), el cardumen de peces durante el día sería una estructura pasiva, relacionada con un comportamineto de confort, debido a lo cual se situarían en la capa de agua de mínimo de oxígeno que limita el gasto de energía.

El hecho que los cardúmenes se mantengan profundos en el día puede reforzar la hipótesis antes planteada, pero también podría deberse a que los peces se organizan en cardúmenes para protegerse de los predadores. De todas maneras se



puede afirmar que la agrupación en cardúmenes durante el día no es un tipo de agregación destinada a la búsqueda de alimento. Esta función parece ser efectuada por cada pez individualmente en la fase de dispersión nocturna.

Según Soria (com.pers.) la fase de dispersión que se inicia en el ocaso, parece ser una fase activa, ésto es lo contrario a lo observado en otros peces pelágicos, en efecto, la disgregación de los bancos y la migración vertical a la superficie es rápida. La fase de dispersión corresponde al inicio de la fase de alimentación, lo que permite relacionar esta reacción del jurel con su comportamiento trófico.

Las agregaciones de jurel observadas durante la tarde no estaban presentes en la zona de prospección durante la noche, lo que permite suponer entonces que en la fase de dispersión y durante la noche, el jurel realiza la exploración del hábitat y se produce la redistribución espacial de los peces. Entonces, se puede señalar, que el factor trófico sería un factor preponderante en la variabilidad espacio-temporal de la distribución de las agregaciones de jurel.

- **Con sonar**

Durante el experimento 3 (15:00 horas) se detectó con el ecosonda un cardumen a sólo 20 metros de profundidad, éste reaccionó rápidamente al paso del barco, en sólo 10 minutos pasó de 20 a 120 metros de profundidad. Se efectuó un seguimiento del cardumen hasta el crepúsculo con el sonar, observándose que éste permaneció entre 100 y 150 m de profundidad (Fig. 25).

La disgregación del cardumen y su migración vertical hacia la superficie en el crepúsculo fue muy rápida, se produjo en menos de 10 minutos, lapso de tiempo en el cual el cardumen se disgregó en varios ecos difíciles de seguir e identificar, ya



que junto con la disgregación del cardumen, se produce la migración vertical de la capa de dispersión profunda hacia la superficie (Fig. 26), siendo imposible distinguir en el ecograma los ecos dispersos provenientes del cardumen, de los otros peces y de la capa de plancton.

Los resultados confirman la estabilidad de los cardúmenes de jurel durante el día, validando estos resultados lo presentado en la figura 6, en que los cardúmenes de jureles se distribuyen desde la superficie hasta los 180 m de profundidad. Además, estos resultados permiten indicar que la estructura del cardumen no está sólo circunscrita a las capas de agua más profundas.

La duración de la fase de dispersión para el jurel es más corta que la de extinción crepuscular Soria (anexo VII). Soria compara los resultados obtenidos por Fréon et al. (1996), para los pequeños pelágicos, donde la fase de dispersión es más larga que la de extinción crepuscular. En efecto, los pequeños pelágicos (sardina y anchoveta) tratan de mantener una estructura de cardumen como cohesión social durante el tiempo más largo posible, ya que en ellos tiene una función protectora.

De acuerdo a lo observado en el presente trabajo, el comportamiento del jurel se diferencia al de los pequeños pelágicos por la fase de dispersión de jurel es activa, puesto que la mayor talla de los jureles en relación a la sardina y anchoveta, le da un estatus más bien de predador (como el atún) que de presa.

En el caso del jurel, la hipótesis es que el cardumen no pareciera tener una función que favorezca la alimentación ni la búsqueda de alimento. Sin embargo, el hecho de que los cardúmenes se puedan encontrar en la superficie y sean capaces de reaccionar rápidamente a la perturbación del barco, permite suponer que los peces no están únicamente en posición de espera en la columna de agua, sino que



además son capaces de explorarla. Este tipo de información refuerza la hipótesis de, que el cardumen es una forma de protección suplementaria a los individuos que lo conforman.

7.3.3 Condiciones medio ambientales

a) Oferta ambiental

La densidad media de eufáusidos es de 2.627,62 ejemplares / 1.000 m³ de agua de mar. En los experimentos 3 y 4 (situados en la latitud 38°S) la densidad media es de 1.986,30 y 3.392,75 n°/1000 m³ respectivamente, mientras que en los experimentos 5 y 7 (situados en latitud 35°S) la densidad media es de 1.867,27 y 3.431,44 n° / 1.000 m³ filtrada (Tabla 28).

La densidad media de mictófidos es de 15,36 ejemplares por 10 m², la densidad más baja se obtiene en el experimento n° 4 con 5 ejemplares / 10 m² y la densidad más alta se obtiene en el experimento n° 5 con 16,18 ejemplares (Tabla 28).

En el experimento 5, que se realizó en condiciones de luna nueva, se encontró la densidad más alta de mictófidos y la más baja de eufáusidos, mientras que los otros experimentos (3, 4 y 7), realizados en condiciones de luna llena, se encontraron valores más bajos de mictófidos y más altos de eufáusidos.



Tabla 28

Densidad promedio de eufaúsidos y mictófidios.

EXPERIMENTO nº	EUFAUSIDOS		MICTOFIDOS media (nº/ 10m ²)
	media (nº/1000m ³)	desviación estandar	
3	1986,30	825,00	-
4	3392,75	2329,97	5,00
5	1867,27	1161,92	16,18
7	3431,44	2023,47	14,00
Total	2627,62	1881,76	15,36

En lo relativo a la presencia horaria, los eufaúsidos se encuentran presente durante todo el período horario (19:00-07:00), mientras que los mictófidios se presentan sólo de las 19:00 y 03:00(Fig. 27).

En la figura 28a y b, se presentan las densidades de eufaúsidos y mictófidios, bajo, en y sobre la capa de dispersión profunda (CDP). Bajo la CDP la densidad eufaúsidos es de 1.695 n° /1.000 m³, en la CDP la densidad se incrementa a 2.898 n° /1.000 m³ y sobre la CDP aumenta a 3.615 n° /1.000 m³. Bajo la CDP la densidad de mictófidios es de 26 ejemplares/10m², en la CDP disminuye la densidad de mictófidios a 14,4 ejemplares/10m² y sobre la CDP la densidad decrece a sólo 9 individuos/10m². Lo anterior, revela, que la densidad de eufaúsidos es más alta sobre la CDP, mientras que la de mictófidios es más alta bajo la CDP.



b) Patrón trófico (ritmo de alimentación) del jurel y composición del alimento

Se recolectaron estómagos de 389 ejemplares de jurel de los cuales 254 estómagos se encontraban vacíos, lo que representa un 34,7% de estómagos con ingesta.

En las figuras 29 a y b se muestra el porcentaje numérico de las presas determinadas en el contenido de los estómagos de jurel. En ella se puede apreciar, la alta predominancia de eufáusidos que alcanza al 100% en cuatro de los lances, mientras que en otros dos lances alcanzó al 99% (salpas 1%) y 92% (8% mictófidios). No se incluyeron los crustáceos por encontrarse sólo restos, resultando difícil de cuantificar el número de individuos.

La diversidad trófica por individuo es casi cero, debido a que se encuentra prácticamente un taxón de presa en los contenidos estomacales individuales, confirmando el carácter estenófago del jurel, encontrado por Serra *et al.* (1994).

En las figuras 29 a y b se muestran además el estado de digestión de la composición de los estómagos de jurel, éste se clasifica en tres grupos: sin digerir, semidigerido y digerido, de ellas se puede apreciar que en los lances realizados durante la noche y la mañana, predominan los estados de semidigerido y digerido, mientras que en los lances diurnos realizados en horas de la tarde (15:00-20:00), la mayor frecuencia relativa la presentaron el estado de sin digerir.

Sin embargo, al observar por separados el estado de digestión en un ciclo de 24 horas (Fig. 30), se puede apreciar que las presas sin digerir se encuentran en los estómagos entre las 15:00 y 2:00 horas, aunque preferentemente a partir de las 18:00 horas; las presas semidigeridas entre las 20:00 horas hasta las 02:00, aunque



con presencia en el resto del ciclo de 24 horas y las presas digeridas se encuentran desde las 02:00 hasta las 13:00, con una escasa presencia en el resto del ciclo.

Para los cruceros de evaluación hidroacústica realizados en las estaciones de otoño/invierno, entre los años 1991 y 1994, Arancibia (Anexo III) indica que el jurel presenta un sólo máximo de alimentación diaria, ocurriendo alrededor de la 03:00 de la madrugada; con un inicio del período de alimentación sobre los eufáusidos alrededor de las 18:00 a 21:30 horas. En el presente trabajo se encontraron resultados similares, la alimentación del jurel se produciría a partir del ocaso hasta las primeras horas de la noche, con la excepción de las muestras recolectadas en un lance que se efectuó a las 15:30 horas donde se presentaron estómagos con presas sin digerir.

Al analizar conjuntamente el estudio del desplazamiento de las agregaciones del tipo de cardumen de jurel y su ritmo de alimentación, se puede decir que durante el día las agregaciones son estables, durante el crepúsculo los cardúmenes de jurel se disgregan y suben rápidamente a la superficie siguiendo la variación nictemeral de la capa planctónica. La fase de dispersión del jurel se produce a partir del orto y es una fase activa, corresponde al inicio de la fase de alimentación, esto permite relacionar el comportamiento del jurel con su comportamiento trófico. El agrupamiento de los jureles en cardúmenes durante el día, permite a los peces mantenerse en su área de alimentación, entonces durante el día, el cardumen de jurel sería una estructura pasiva y de confort, mientras que durante la fase de dispersión y en la noche las agregaciones de jurel no son estables, los jureles efectúan una exploración del habitat, se alimentan y se produce una redistribución de los peces.



c) Temperatura y salinidad

Las mediciones de temperatura y salinidad realizadas en los cuatro cruceros analizados, muestran que a fines de abril y comienzos de mayo la picnoclina estaba más superficial que durante el mes de junio en la cual ésta se profundiza, alcanzando los 60 m de profundidad y cuya causa probable sería el paso de frentes de mal tiempo durante la realización de los cruceros de junio (Fig. 31).

De acuerdo al valor descriptivo del diagrama t-s, en la zona de estudio desde la superficie hasta 200 m de profundidad, se encuentra la presencia de aguas ASAA, después se encuentran aguas de transición y finalmente aguas AESS.

Considerando que el recurso jurel se distribuye batimétricamente desde la superficie hasta 200 m de profundidad, que durante el día se encuentra en aguas más profundas y al producirse el ocaso en sólo 10 minutos puede emigrar a la superficie, estaría indicando un comportamiento donde las masas de aguas, la posición la termoclina y la picnoclina no serían un factor limitante en la distribución batimétrica del jurel.

Entonces, la distribución batimétrica diurna del jurel en profundidades promedios de 121 m con luna llena y 91 m con luna nueva, es decir, bajo la termoclina y la picnoclina, en aguas más frías y de mayor densidad, favorecería la boyantez del recurso, el cual formaría estructuras pasivas y de confort.



7.4 Conclusiones del crucero

En el estudio del comportamiento del jurel durante un ciclo de 24 horas, donde los ecotrazos se clasifican en 6 tipos, se alcanzan las siguientes conclusiones:

- Ningún tipo de ecotrazo se encuentra presente en forma continua durante las 24 horas, indicando un cambio en el comportamiento del jurel. Los cardúmenes se encuentran desde las 12:00 hasta las 02:00; los estratos densos están presentes entre las 19:00 a las 11:00; los estratos medios y dispersos se encuentran sólo desde el ocaso a la medianoche, las agregaciones tipo disperso se presentan desde antes de la aurora hasta después del crepúsculo y los, ecotrazos tipo individuales sólo se encuentran al mediodía.
- Los factores día, noche, luna llena y luna nueva producen un cambio en la distribución del recurso.
- La distribución batimétrica del recurso es de la superficie hasta 200 m de profundidad. Durante el día, en presencia de luna llena y luna nueva la profundidad media del jurel es de 120 m y de 91 m, respectivamente. Durante la noche en presencia de luna llena y luna nueva la profundidad media del jurel es de 54 m y de 22 m, respectivamente.
- La altura promedio de los ecotrazos durante el día, en presencia de luna llena y luna nueva, es de 21 m y de 16 m, respectivamente. Durante la noche en presencia de luna llena y luna nueva la profundidad media del jurel es de 16 m y de 11 m, respectivamente.
- La densidad del recurso (S_a) considerando en conjunto los factores del día, la noche, la luna llena y la luna nueva, indican que para esta variable, las



diferencias no son significativas entre el día -noche y la luna llena-luna nueva. La variabilidad de los Sa es menor durante el día que durante la noche.

- Durante el día el jurel forma cardúmenes estables, este tipo de agregaciones sería una estructura pasiva y de confort que permite al recurso mantenerse en el área de alimentación.
- Durante el crepúsculo se inicia la fase de dispersión del jurel, que se produce en sólo 10 minutos, ésta es una fase activa y corresponde al inicio de la etapa de alimentación.
- Durante la noche las agregaciones de jurel forman estructuras activas, las agregaciones no son estables, los jureles efectúan la exploración del hábitat y se produce la redistribución espacial de los peces.
- El contenido estomacal del jurel está compuesto principalmente por eufáusidos (sobre el 99%), también existe la presencia de mictófidios, salpas y restos de crustáceos.
- El jurel se alimenta preferentemente desde el atardecer al inicio de la medianoche.
- Los eufáusidos se distribuyen preferentemente en y dentro de la capa de dispersión profunda (CDP), mientras que los mictófidios se encuentran preferentemente en y bajo la CDP.
- El factor trófico sería preponderante en la variabilidad espacio-temporal de la distribución de las agregaciones de jurel.



8. SINOPSIS DE LA PROPOSICIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE CUANTIFICACIÓN DIRECTA DEL RECURSO JUREL EN LA ZONA DE CHILE CENTRAL

En la figura 32 se presenta un esquema de propuesta metodológica para la evaluación de jurel mediante el método hidroacústico en la zona central, en la cual no se incluirán los desarrollos formulísticos, por estar incorporados en otros capítulos del informe.

La proposición metodológica está estructurada en tres etapas:

- Conocimiento del recurso; la pesquería; condiciones hidrológicas del medio; meteorológicas, del equipamiento acústico y sistemas de pesca.
- Aplicación del método de evaluación hidroacústico, y
- Análisis integrado de los resultados

8.1 Conocimiento previo

Esta etapa es básica para diseñar la prospección hidroacústica y debe contemplar al menos tres tipos de antecedentes:

8.1.1 Del recurso

- a) La distribución temporal, espacial (área de distribución) y batimétrica del jurel.



- La distribución temporal del jurel en períodos normales, muestra un claro patrón estacional con un máximo en mayo, junio y julio, el mínimo se presenta en primavera e inicios del verano (Böhm, com.pers).
 - La distribución espacial en la zona central de Chile presenta una alta variabilidad inter como intraanual, por lo que es difícil establecer un modelo de distribución espacial del recurso. En este escenario en el diseño de la prospección se debe considerar tanto la información histórica de la distribución de las capturas y CPUE, como además la que se genera en el período previo y durante el desarrollo de la prospección.
 - En la temporada de invierno, la distribución batimétrica del jurel se sitúa entre la superficie hasta los 200 m de profundidad. En base a los resultados del crucero metodológico se puede afirmar que, durante el día y en presencia de luna llena y luna nueva las concentraciones de jurel se sitúan en profundidades de 91 a 120 m respectivamente, mientras que durante la noche y para similares edades lunares, la profundidad media disminuye a niveles de 20 a 50 m, respectivamente.
 - En la temporada de primavera correspondiente al año 1997, la distribución batimétrica del jurel se localizó entre la superficie y los 250 m de profundidad, con un promedio de 150 m. Durante las horas de luz diurna, se presentó en un rango que fluctuó entre los 50 y 250 m y desde la superficie hasta los 50 m en las horas de luz nocturna.
- b) El patrón de migración del jurel de la zona central es poco conocido, actualmente se plantea la hipótesis de una emigración primaveral de caracter



reproductivo en dirección este - oeste, más allá de la ZEE y una inmigración de carácter trófico en la dirección opuesta en otoño e inicio del invierno.

c) Ciclo biológico del recurso, en relación a las épocas reproductivas, ritmo de alimentación y su incidencia en las características de los tipos de agregaciones.

- Los tipos de agregaciones cambiaron entre invierno y verano. Durante el período diurno en invierno (de 1991 a 1994) los tipos de agregaciones están conformados por un 43% de cardumen, 12% de estrato y 46% de disperso, valores que durante el cruce metodológico variaron a 55% de ecotrazos tipo cardumen, 15% tipo estrato y 30% tipo disperso. Los experimentos realizados durante los períodos nocturnos, presentan en general, una disminución de los ecotrazos correspondientes a cardumen y un aumento de los calificados como estrato.

En primavera de 1991 y 1992, el 4% se presentó con cardumen, el 1% como estrato y el 95% como disperso.

- En las horas diurnas del período de invierno, el jurel forma estructuras pasivas, que se activan a partir del ocaso, asociada a su fase de alimentación.

El jurel es una especie estenógafa y preda preferentemente sobre los eufaúsidos.

d) Biología de la especie objetivo, respecto al rango de tallas de los especímenes y tipo de vejiga natatoria.



El jurel es un pez fisóstomo, con un rango de talla que varía de 15 a 56 cm, con una talla media de 32 ó 33 cm y una talla mínima de captura de 26 cm.

- e) Conocimiento general del nivel del stock y su mezcla con otras especies (distribución monoespecífica o multiespecífica).
- Desde mediados de los años 90 los desembarques de jurel, en la zona central de Chile, se han elevado a niveles cercanos a los tres millones de toneladas, indicador de la magnitud de su stock.
 - El jurel forma preferentemente cardúmenes mono específicos.

8.1.2 De las condiciones del medio y metereológicas

- a) Distribución vertical de la temperatura, salinidad, variables que permiten estimar la velocidad de propagación e influencia en las condiciones de transmisión del sonido.
- b) Grado de mezcla del plancton y los peces a cuantificar acústicamente, presencia de sedimentos (principalmente por intrusión de aguas de origen continentales en el mar), factores que influyen en la posibilidad de filtrar la información.
- c) Reducción metereológica para estimar la capacidad operativa de la embarcación.
- d) Burbujeo superficial que afecta la sensibilidad de los equipos.



8.1.3 Del equipamiento:

a) Equipamiento acústico

Se debe conocer el rango dinámico del sistema, potencia, longitud de pulso, ancho del haz, frecuencia, relación señal-ruido, tasa de sondeo, función de ganancia cronovariada (TVG), tipo de transductor.

b) Del sistema de pesca

Se debe considerar su selectividad de la red y la operatividad de la red y la embarcación en el área de distribución del recurso.

8.2 Aplicación del método hidroacústico

La aplicación del método de evaluación hidroacústico se basa en el conocimiento previo y se deben considerar cinco puntos a saber: la calibración, identificación de los ecotrazos, planificación de la prospección, estimación de los índices de abundancia y la estimación de la biomasa (Foote and Stefansson, 1993).

8.2.1 Calibración

En las prospecciones de cuantificación hidroacústicas del jurel, es recomendable utilizar sistemas científicos con tecnología digital compuesto por un ecosonda, que en su etapa de recepción tenga función de ganancia cronovariada (TVG), con un amplio rango dinámico (que sature la señal) y un transductor split-beam. El ecointegrador, debe permitir el procesamiento de la señal en diferentes intervalos de



profundidad y distancia recorrida, como que también disponga de facilidades de comunicación con equipos de navegación, detección y computación.

Cabe señalar que es posible el empleo de un equipo de tecnología menos desarrollada, pero evidentemente ésto afectará la calidad de los datos y aumentará la exigencia operativa de los equipos, tanto en su funcionamiento como en su calibración (Maclennan y Hollyday, 1996).

En la calibración del sistema de ecointegración se utilizan los métodos estándares en los trabajos de evaluación hidroacústico (Foote *et al.* 1987), es decir, blancos estándares con intensidad de blanco conocido y cuyo procedimiento que puede ser particular para cada equipo, es especificado por su fabricante. Esta actividad, se debe realizar al menos una vez por cada crucero, lo que permitirá además monitorear el comportamiento del sistema de ecointegración a través del tiempo.

8.2.2 Identificación de especies

La identificación de las especies insonificadas se debe realizar con un sistema de pesca no selectivo, tanto para las especies y tallas presentes en la zona de estudio.

En este sentido, el objetivo de las pescas de identificación está orientado a obtener una adecuada representación de la distribución y estructura del recurso en el área de estudio, lo que no necesariamente implica la obtención de altos niveles de captura. No obstante, no se descarta que en esta actividad no puedan participar naves pertenecientes a la flota industrial, las cuales por su tamaño pueden operar en áreas donde las condiciones meteorológicas o batimétricas podrían dificultar la operación de embarcaciones como el buque de investigación B/I "Abate Molina".



Sin embargo, a pesar de las ventajas que se podrían incorporar al usar un buque industrial, no debe olvidarse que salvo en ocasiones muy particulares (período de vedas o autorización de pesca), el alto costo de ellos eleva los costos a niveles que superan con largueza los montos indicativos de los proyectos.

Además, se debe mencionar, que un estudio comparativo de las estructuras de tallas del período 1991-1994 provenientes de las capturas obtenidas por el B/I "Abate Molina" (arrastre de mediagua) y de barcos industriales (red de cerco) que operaron en la misma área, mostró que la distribución obtenida con la red de arrastre de mediagua es una de tipo polimodal con tres modas 21, 27 y 40 cm de longitud y un rango de tallas que fluctuó entre 19-55 cm, mientras que la estructura obtenida con la red de cerco presentó sólo dos modas (19 y 39 cm) y un menor rango de tallas (21-55 cm).

Lo anterior permite señalar que el uso del sistema de pesca de arrastre, asegura operar con un arte no selectivo a las tallas presentes en la zona, elemento importante para la obtención de un muestreo representativo para la determinación la estructura de tallas, biología, y el comportamiento tanto alimentario como reproductivo del recurso .

En aquellos sectores donde no sea posible efectuar lances de pesca, se deben utilizar métodos alternativos, basados en el reconocimiento de ecotrazos y cálculo del coeficiente volumétrico de dispersión, como son los propuestos por Guzmán et al. (1983); Petitgas y Levenez (1996).



8.2.3 Planificación de la prospección

La planificación de una campaña de prospección, debe considerar los antecedentes existentes sobre el recurso. En el caso del jurel, sus niveles de abundancia y su concentración estacional en macroáreas, lo hacen favorable para evaluarlo con métodos hidroacústicos, pero su extensa área de distribución que supera ampliamente el área de operación de la flota chilena como de la zona económica exclusiva (ZEE) de Chile, constituye una limitante para obtener un estimado de la abundancia del stock de jurel.

Así, los valores de biomasa estimados con el método hidroacústico, que se han centrado de preferencia en el área de operación de la flota pesquera chilena, constituyen indicadores de la abundancia, pero relativos a la disponibilidad del recurso presente dentro de esta zona

Los resultados obtenidos en la serie de cruceros de evaluación efectuados hasta la fecha, muestran que la época y el área de concentración del jurel presenta una cierta variabilidad interanual. El crucero de evaluación se debería iniciar en el momento en que las cpue alcanzan su máximo nivel y se estabilizan, lo cual de acuerdo a la información proveniente de la pesquería ocurre preferentemente entre los meses de mayo e inicios de julio (Yáñez *et al.*, 1996, Anexo IV).

Por otra parte, el área de la prospección es difícil de delimitar y para una aproximación se debe considerar el patrón de migración del jurel (este-oeste y norte-sur), las macroáreas de distribución y su desplazamiento. El área de evaluación hidroacústica debe ser entonces superior a las macroáreas y debe tener en cuenta los límites longitudinales y latitudinales de ella.



Una vez definida el área de la prospección, se debe hacer el diseño de la prospección, ello contempla los días buque requeridos, que se expresa en términos de cantidad de millas a prospectar y el grado de precisión esperado. Lo anterior conjuntamente con el presupuesto disponible, determinará el diseño de muestreo y la distancia entre las transectas (Aglen, 1989).

El período del ciclo diario (diurno, nocturno ó continuo) en que se debe efectuar la prospección, debe considerar el comportamiento del recurso (estructuras activas o pasivas) y su profundidad, la capacidad para identificar los ecotrazos (se debe trabajar preferentemente a horas que no esté mezclado con otras especies y/ó con el plancton), trabajar en lugares y horas que eviten el sesgo de orilla, sesgo de superficie, sesgo de fondo y escape lateral del barco.

Finalmente, se debe conocer las magnitudes y la variabilidad de los datos de día y de noche. Los antecedentes recopilados en el presente proyecto permiten ratificar los resultados de anteriores investigaciones, en cuanto a la conveniencia de realizar las prospecciones hidroacústicas dirigidas al jurel durante las horas de luz día.

Con los antecedentes recolectados y conforme a los objetivos planteados, se diseña la estrategia de la prospección, la que puede ser sistemática, al azar ó adaptativa (Simmonds *et al.*, 1991).

En el caso del jurel y de acuerdo a los resultados analizados en el período de estudio (1990-1995): como una máxima concentración en otoño-invierno del recurso dentro del área de operación de la flota; la menor variabilidad de los Sa, ecotrazos más compactos (cardúmenes y estratos densos), la mayor profundidad del recurso (menor escape lateral) y estratificación entre el jurel y dispersantes planctónicos



(eufáusidos, capa de dispersión profundas y otros) durante las horas diurnas; tamaños de macroestructuras superiores a 1,5 mn, se propone el siguiente diseño de muestreo:

- Diseño de prospección adaptativo (con transectas perpendiculares a la costa).
- Período de fines de otoño e inicios de invierno (máxima concentración).
- Diurno con una separación de transecta entorno a las 20 mn y un tamaño de ubm no mayor a 0,5 mn.

8.2.4 Estimación de índices de abundancia

Esta etapa se compone de 4 pasos:

El primero lo constituye la estimación de la relación entre la fuerza del blanco (TS) y la talla del jurel, con este fin se recopiló en forma sistemática la información necesaria para alcanzar este resultado. Durante seis cruceros acústicos analizados en el proyecto, complementado con información obtenida en cruceros metodológicos (1996 y 1997) y de evaluación (1997), se determinó la relación $TS = 68,67 + 20,11 \log(L)$, donde L es la longitud horquilla del jurel. En todos los cruceros se debe recolectar datos, con el objeto de mejorar la estimación de fuerza de blanco de jurel disponibles.

La estimación de la constante de eointegración se efectúa mediante la expresión:

$$\hat{C}_i = \frac{\overline{S_a} * \overline{w} * 1000}{4 * \pi * \overline{\sigma}}$$



donde:

$\overline{S_a}$ = Promedio de la unidades de eointegración

\overline{w} = Peso promedio de los ejemplares muestreados

$\overline{\sigma}$ = Coeficiente de retrodispersión promedio, estimado como $10^{(0,1*(20\log(L) - 68,11)}$

El segundo paso consiste en determinar, a partir de esta regresión, la constante de calibración o transformación. El tercero, consiste en separar los ecotrazos de las especies objetivo, según los procedimientos anteriormente señalados, para finalmente determinar los Indices de densidad en base a las lecturas acústicas relativas (S_a) desagregadas por especie.

8.2.5 Estimación de la biomasa

Se mide el área total de la prospección y el área de distribución del jurel, se aplica al índice de densidad (calculado previamente) y de este modo, se estima la biomasa que en conjunto con los índices de densidad permiten obtener las varianzas asociadas, las que al extrapolarse al área de prospección o al área de distribución del recurso entrega la precisión asociada a la evaluación.

Del análisis efectuado en los seis cruceros de evaluación efectuados entre 1991 y 1994, es posible concluir que el método geoestadístico intrínseco desarrollado por Petitgas (1991), por cuanto permite el trabajo por focos ó áreas de abundancia, aumentando la precisión de los estimadores de densidad y abundancia.



8.3 Análisis integrado

En esta etapa, se deben integrar los resultados alcanzados en los estudios de las condiciones bio-oceanográficas, hidroacústica y la actividad pesquera.

8.3.1 Condiciones bio-oceanográficas

La información bio-oceanográfica a utilizar, depende de las hipótesis de trabajo planteadas y de los objetivos del proyecto. Normalmente esta información es utilizada para realizar asociaciones entre las variables oceanográficas y la distribución de los recursos (Castillo *et. al.*, 1996).

En términos genéricos desde el punto de vista ambiental, se considera información meteorológica y oceanográfica.

De la información meteorológica, se pueden considerar las condiciones atmosféricas del período de estudio: como dirección e intensidad del viento, temperatura del aire y estado del tiempo. La información meteorológica adquiere relevancia en el análisis de la información oceanográfica e hidroacústica.

La información oceanográfica que se puede considerar en un estudio puede corresponder a:

- la hidrografía (temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y nutrientes),
- condiciones dinámicas del área de estudio (estabilidad, análisis geostrofico y transporte),



- clorofila,
- plancton: fitoplancton, zooplancton e ictioplancton (composición, distribución y abundancia).

8.3.2 Actividad pesquera

Se debe hacer un seguimiento de la actividad pesquera, antes, durante y después del crucero, por cuanto permite obtener información de las áreas de operación de las embarcaciones, su desplazamiento, composición de talla y estado de los ejemplares capturados.

La información biológico-pesquera a considerar en el estudio es composición de tallas de los ejemplares, composición de la proporción sexual, estadios de madurez, relación longitud-peso, factor de condición, aspectos reproductivos y de alimentación.

8.3.3 Información hidroacústica proveniente del crucero

La información relevante a considerar es la distribución de los recursos (espacial y batimétrica) y sus respectivos índices de densidad.

8.3.4 Integración de los resultados hidroacústicos, bio-oceanográficos y pesqueros

Antes de integrar los resultados, se debe hacer una descripción de cada parámetro, variables y factores a considerar: La información debe estar en escalas temporales y espaciales compatibles. Debe existir concordancia entre el tipo de datos



recolectados, el proceso de la información y los métodos de análisis estadísticos que se van a emplear (Mac Lennan y Simmonds, 1992).

El análisis integrado de la información, se puede efectuar empleando diversas técnicas (univariadas, multivariadas, multifactorial), dependiendo del objetivo del análisis. La información a emplear puede ser en planos de una ó dos dimensiones, esto último facilita el empleo de sistemas geográficos de información, por cuanto la información acústica es una señal integrada por líneas transectas, la información oceanográfica es una señal puntual, en ambos casos para elaborar los planos a dos dimensiones se deben usar técnicas de suavización e interpolación.



9. BIBLIOGRAFIA

- Anglen, A. 1989. Empirical results on precision - effort relationships for acoustic survey. IMR, Bergen 24p
- Barbieri, M. A. y J. Córdova. 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: La Pesca en Chile. P. Arana. (Ed.) Escuela Ciencias del Mar, UCV, Valparaiso, 249-259.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fished with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). Mar. Ecol. 50: 263 - 273.
- Böhm, M. G., et al. 1992. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Centro-Sur 1995. Estado de situación y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP Corp. Fom. Prod. Gerencia de Desarrollo. Inst. Fom. Pesq.
- Böhm, M. G., et al. 1993. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Centro-Sur 1995. Estado de situación y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP Corp. Fom. Prod. Gerencia de Desarrollo. Inst. Fom. Pesq.
- Böhm, M. G., et al. 1996. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Centro-Sur 1995. Estado de situación y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP Corp. Fom. Prod. Gerencia de Desarrollo. Inst. Fom. Pesq. (en edición).



- Canales, C. 1993. Estimación de los poderes de pesca de una flota cerquera de la zona norte de Chile (18°20'S - 24°00'S) entre 1987 y 1990. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV. Valparaíso. 90 p.
- Castillo J, M.A. Barbieri y A. González, 1996. Relationships between sea surface temperature, salinity, and pelagic fish distribution off northern Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 139-146.
- Catasti, V. 1994. Distribución espacio-temporal de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile (18°20'S - 24°00'S) entre 1990 y 1992. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV. Valparaíso. 110 p.
- Córdova, J., S. Lillo y M. Espejo. 1991a. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile. En: Estimación de la biomasa del Recurso jurel y caracterización de las condiciones bio-oceanográficas. junio-julio 1991. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Centro-Sur. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile (p. 16-57).
- Córdova, J., M. Prats y B. Leiva. 1991b. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile, en noviembre y diciembre de 1991. En: Estimación de la biomasa del Recurso jurel y caracterización de las condiciones bio-oceanográficas. noviembre-diciembre 1991. Programa investigaciones pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Centro-Sur. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile (p 13-29).



- Córdova, J., M. Prats y B. Leiva. 1992a. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile, en mayo y junio de 1992. En: Programa de Evaluación del Recurso jurel e Investigaciones Asociadas. mayo-junio 1992. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile (p 35).
- Córdova, J., A. Paillamán y M. Rojas. 1992b. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile, en noviembre y diciembre de 1992. En: Programa de Evaluación del Recurso jurel e Investigaciones Asociadas. noviembre-diciembre 1992. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile.
- Córdova, J., et al. 1994. Evaluación hidroacústica del stock de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Inst. Fom. Pesq. e Inst. Inves. Pesq. VIII Región. 1995. 220 p. + anexos.
- Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao) 44: 387 pp.
- Eastman, J. 1992. IDRISI Version 4.1, User's Guide and Technical References. Clark University Graduate School of Geography, USA.
- Evseenko, S. A. 1987. Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. *Voprosy Ichthyologii*, 27(2): 264-273.
- FAO 1982. La recolección de estadísticas de captura y esfuerzo. FAO, Circ. Pesca (730): 65 p.



FIP N°25/94. Informe final.

Foote K.G. y G Stefánsson, 1993. Definition of the problem of estimating fish abundance over an area from acoustic line-transect measurement of density. Y

Foote, K., H. Knudsen, G. Vestnes, D. MacLennan and J. Simmonds. 1987. calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. Int. Coun. Explor. Sea Coop. Res. Rep. 144, 57 p.

CESJ.mar.Sci, 50:369-381.

Hyslop, E. 1980. Stomach content 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.

Laurec, A. 1979. Analyse de Données et modèles prévisionnels en écologie marine. Thèse de Doctorat en Sciences Naturelles, Uni. Aix-Marseille.

Laurec, A. y J. C. Le Guen, 1981. Dynamique des populations marines exploitées. CNEXO: Rapp. Scient. et. Tech., 45:117 p.

Lillo S., M. Espejo y M. Rojas, 1997. Evaluación directa y distribución espacial del stock de merluza del sur. Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur austral. Pre-informe final Fip 96-39, 81p.



- Livingston, P. A. , D. A. Dwyer, D. L. Wencker, M. S. Yang & G. M. Yang. 1986. Trophic interactions of the key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North. Pacific. Fish: Comn. Bull. 47: 49 -65.
- MacLennan D. y D.V. Holliday, 1996. Fisheries and plancton acoustics: past, present, and future. En: ICES Journal of Marine Science, 53: 513-516.
- MacLennan, D. y J. Simmonds 1992. Fisheries acoustic. Chapman hall, London, 336p.
- Manly, Bieyan F. j., 1986. Multivariate atastical Methods. Chapman an Haili.
- Mehl, S. & T. Wastgard. 1983. Gastric evacuation rates in mackerel (*Scomber japonicus* L.). ICES C. M./ H:33, Pelagic Fish. Comn., 11 p.
- Morrison, D. F. 1976. Multivariate Stastical Methods. new York. McGraw-Hill.
- Petitgas, P., 1991. Contribution géostatistique á la biologie des pêches maritimes. Thèse Ecole Nat. Sup. Mines Paris, 28 oct. 1991: 211 pp.
- Petitgas, P. y J.J. Levenez, 1996. Spatial organization of pelagic fish: echogram structure, spatio-temporal condition, and biomass in Senegalese waters. ICES Journal of Marine Science, 53: 147-153.
- Robotham, H. y J. Castillo. 1987. Método bootstrap una alternativa para estimar intervalos de confianza de recursos prospectados por medio de técnicas hidroacústicas. Investigaciones Pesqueras (Chile). 34: 79-83.



- Proyecto FIP N° 25/94. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca de las unidades de pesquerías de jurel de la zona centro-sur y norte. Informe final (1995).
- Salas, N.; T. Melo y A. Reyes. 1985. Poder de pesca funcional en embarcaciones de cerco. En: "Estudios en Pesquerías Chilenas". T. Melo (Ed.). Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso. 123-130.
- Sernap. 1990-1994. Anuarios estadísticos de pesca 1990-1994. Servicio Nacional de Pesca, Chile. 190 pp.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile). 36: 67-83.
- Scalabrin. C., and J. Massé. 1993. Acoustic detection of the spatial and temporal distribution of fish in the Bay of Biscay. Aquat. living. Resour. 269-283.
- Sims, E. 1985. Selected computed programs in FORTRAN for fish stock assessment. FAO Fish. Tech. Pap., (259), 183 p.
- Simmonds E.J., N.J. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen, 1991. Survey de and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES, CM/B:54: 132p.
- Sokal R. y F. J. Rohlf, 1979. Biometría: principios y métodos estadísticos en investigación biológica, Rosario. Argentina.
- Taylor, K. M. 1961. Aggregation, variance and the mean. nature 189: 732-735.



Ursin, E. 1973. On the prey size preferences of cod and dab. Meddr. Danm. Fisk.-og. Havunders 7 : 85 - 98.

UCV, IFOP e INPESCA, 1996. Informe técnico N° 1. Características, desembarque, esfuerzos de pesca; CPUE y distribución de la flota pesquera. En: Comité técnico asesor de la pesquería chilena de jurel . grupo de trabajo sobre operación y economía pesquera. 5p. + figs.

Yáñez, E.; C. Canales; M. A. Barbieri; A. Gonzalez y V. Catasti. 1993. Estandarización del esfuerzo de pesca y distribución espacial e interanual de la cpue de anchoveta y sardina en la Zona Norte de Chile entre 1987 y 1992. En: Invest. Mar., Valparaíso, 21: 111-132.

Yáñez, E. y L. Maritano, 1983. Análisis histórico (1971-1980) de la pesquería pelágica de la zona norte de Chile (18 ° 20 ' -24 ° S) y estimación del estado de los recursos explotados,. En: Análisis de Pesquerías Chilenas. P. Arana (Ed), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 161-177.

FIGURAS

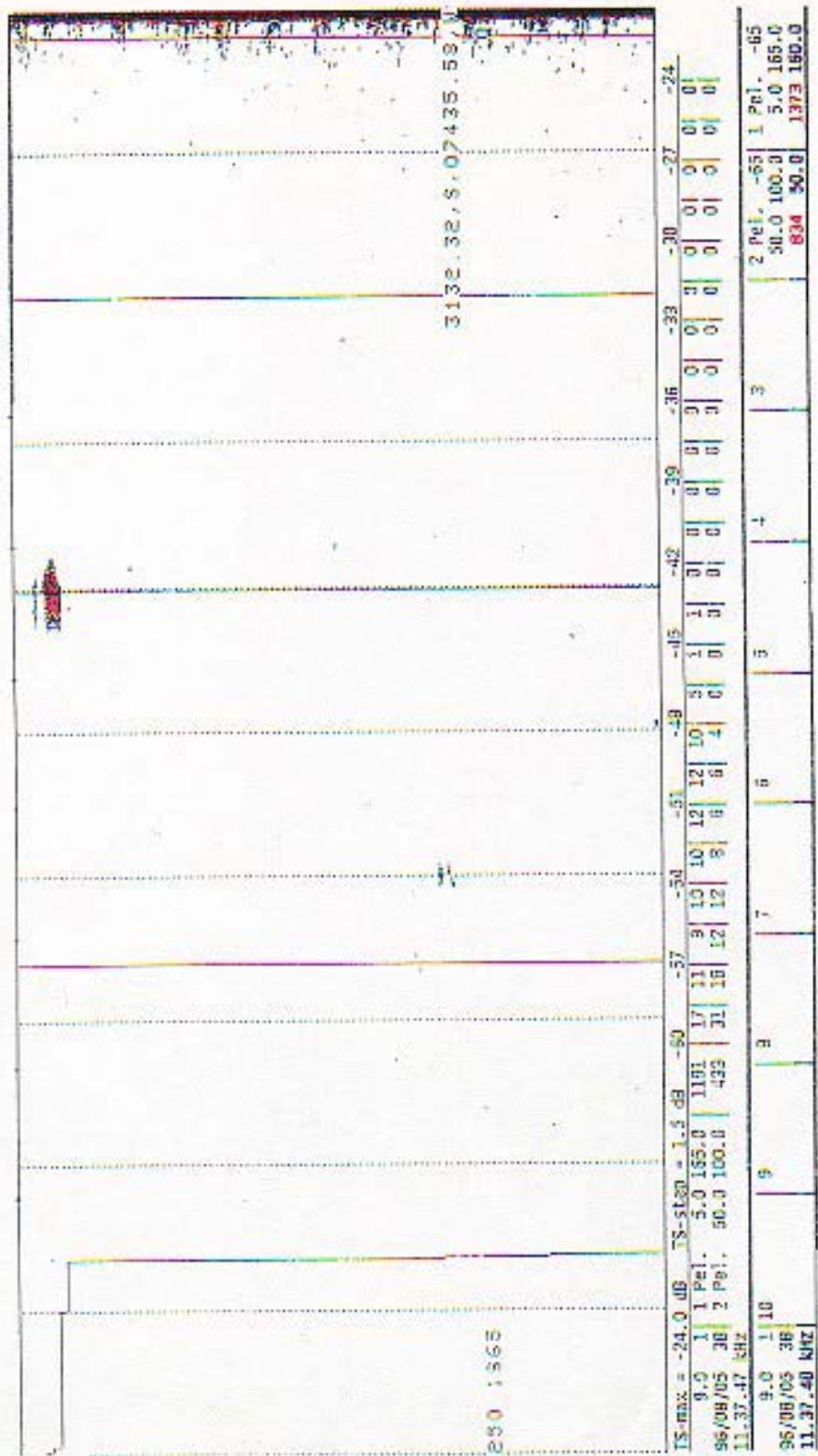


Fig. 1 Agregaciones de jurel tipo cardumen.

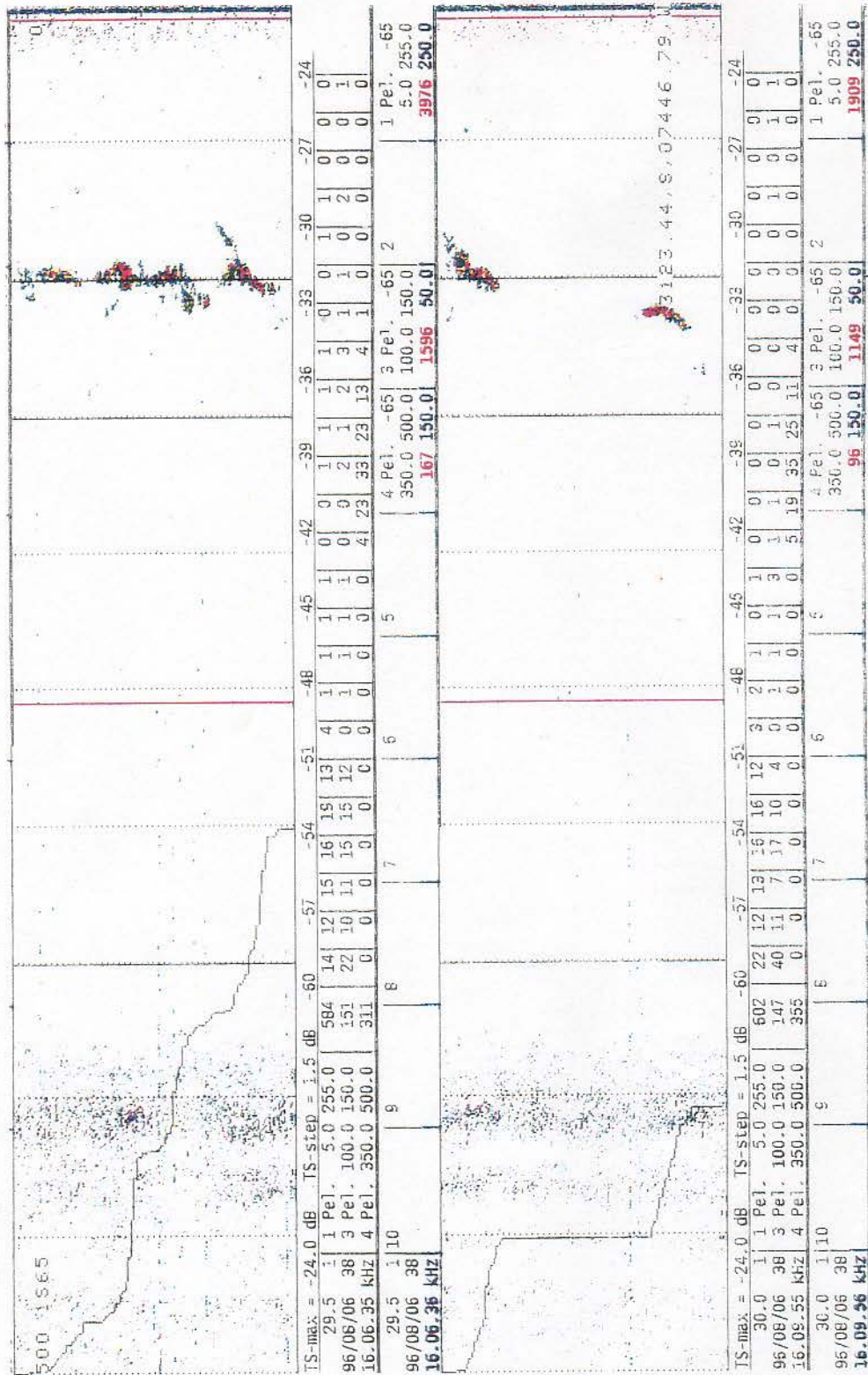


Fig. 2 Agregaciones de jurel tipo estrato.

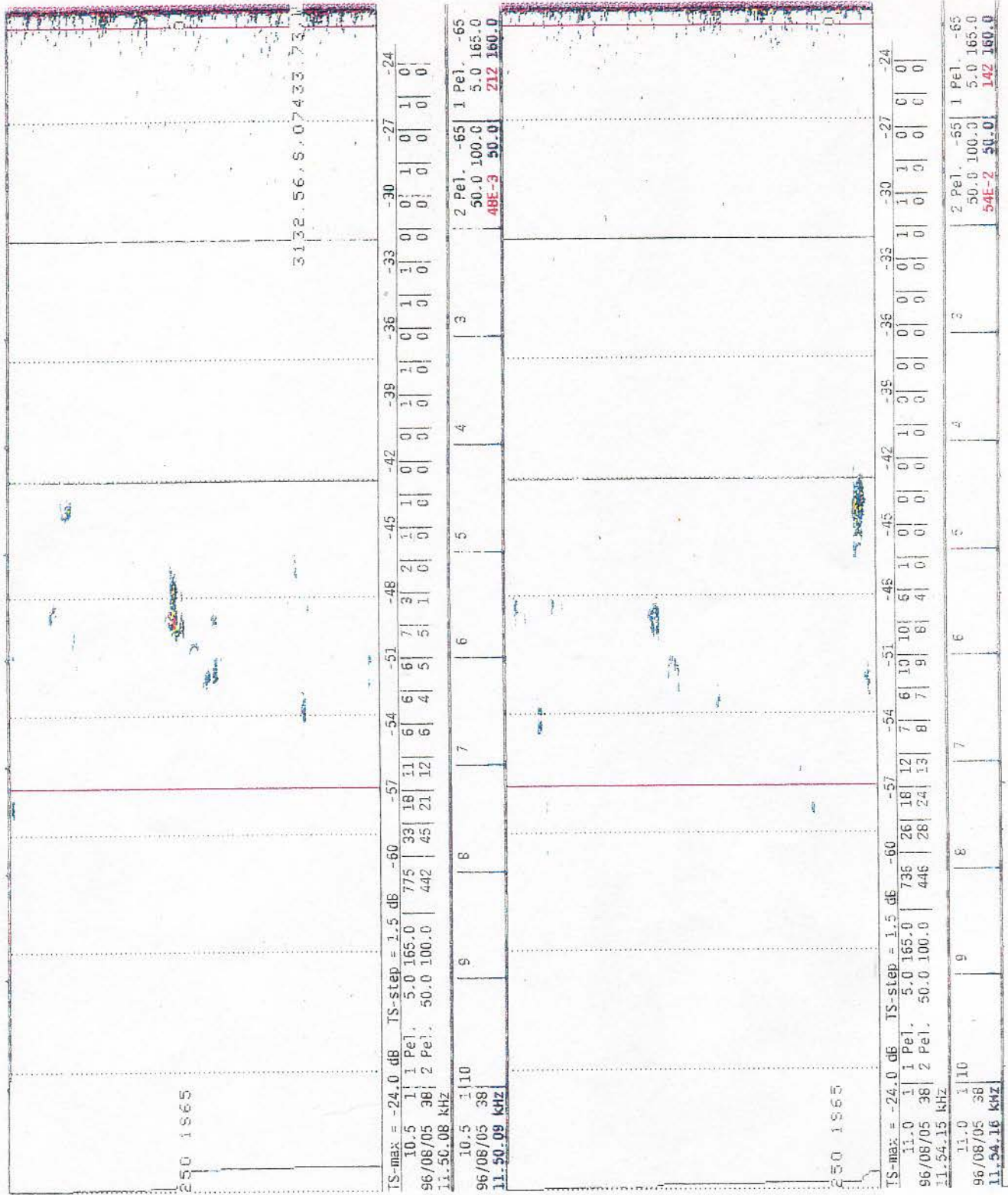


Fig. 3 Agregaciones de jurel tipo disperso.

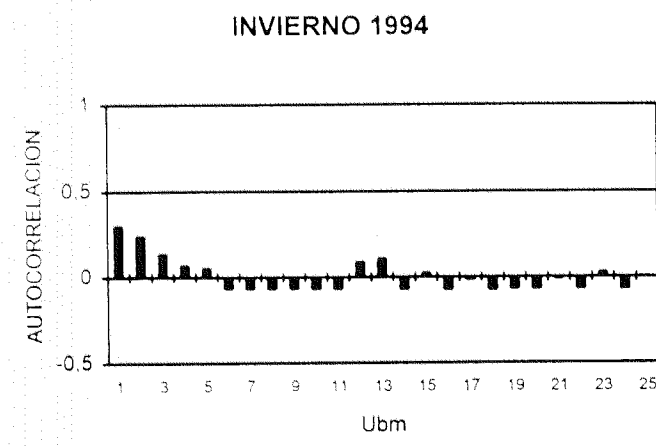
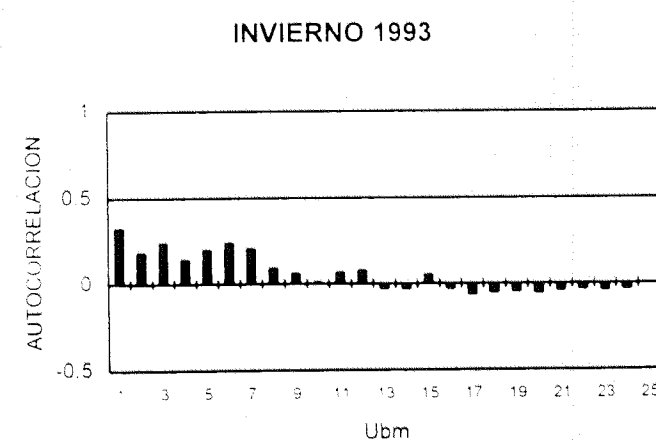
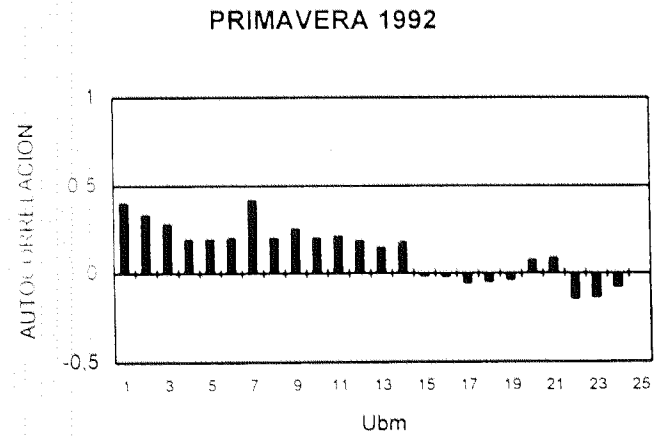
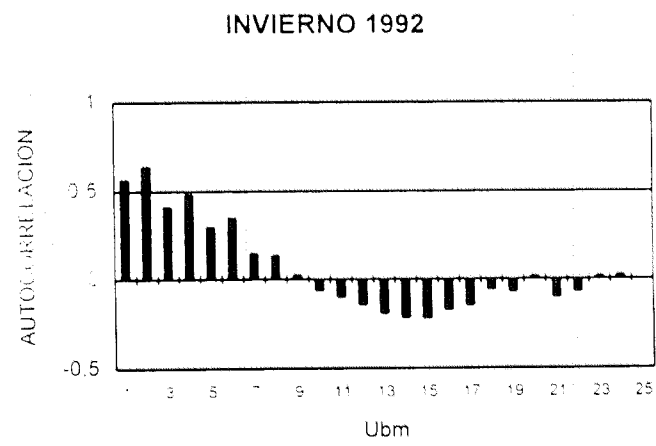
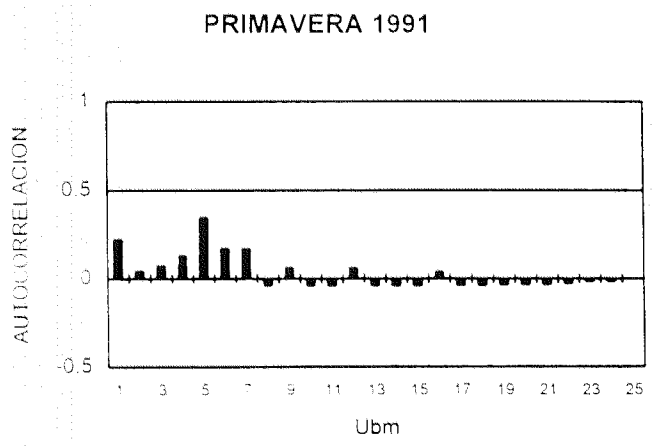
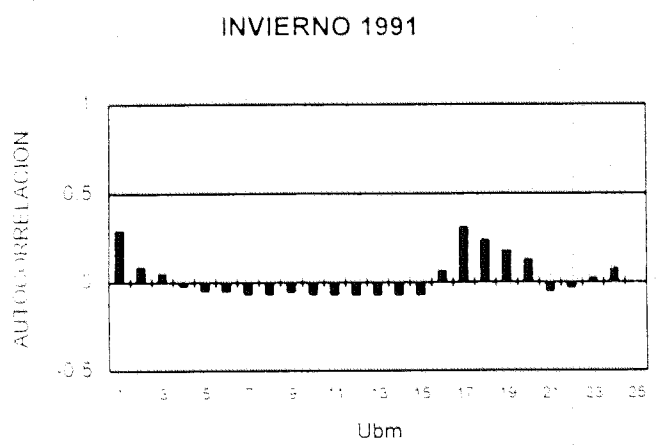
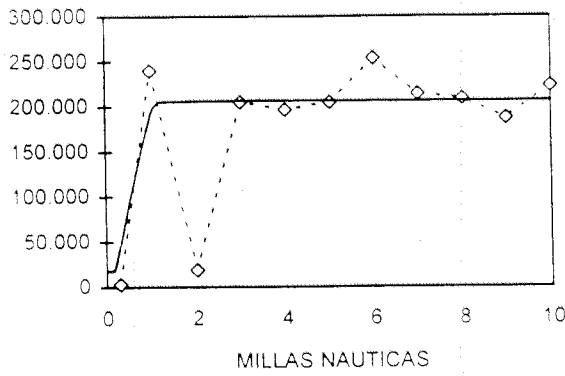
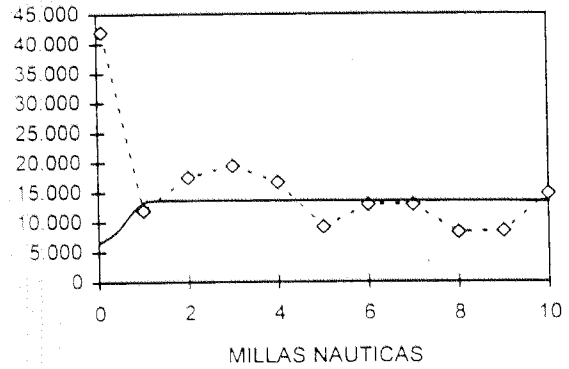


Fig. 4 Correlogramas cruceros 1991 a 1994.

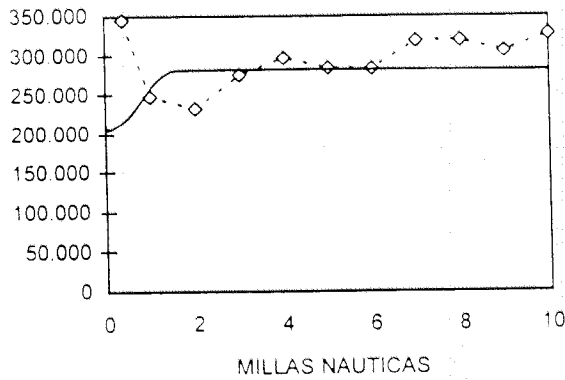
INVIERNO 1991



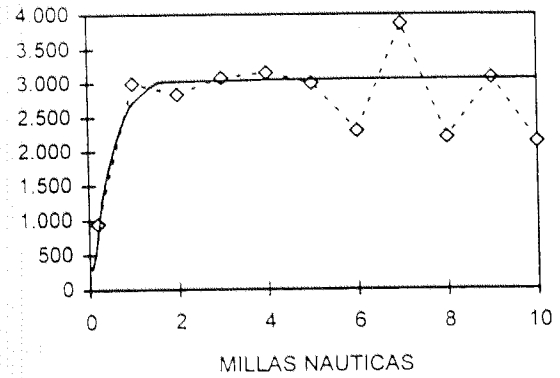
PRIMAVERA 1991



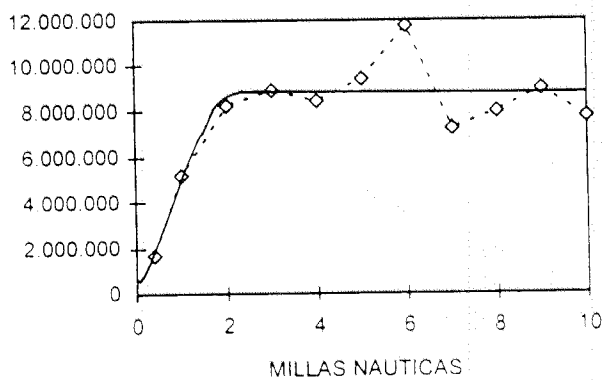
INVIERNO 1992



PRIMAVERA 1992



INVIERNO 1993



INVIERNO 1994

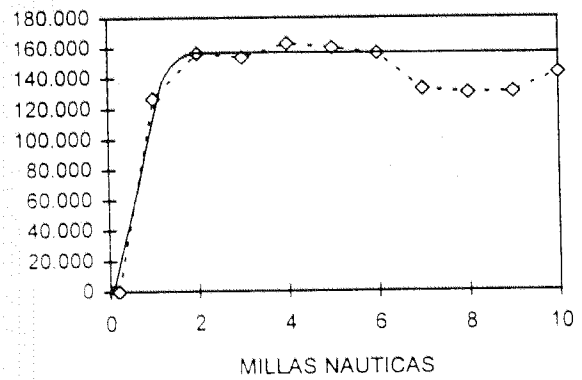


Fig. 5 Variogramas cruceros 1991 a 1994.

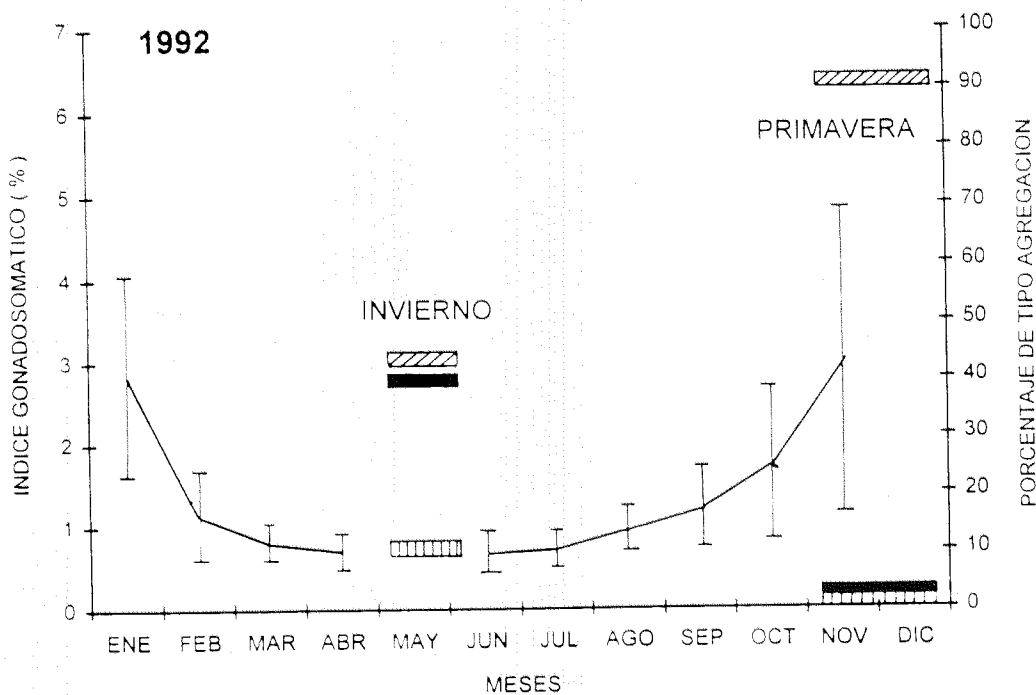
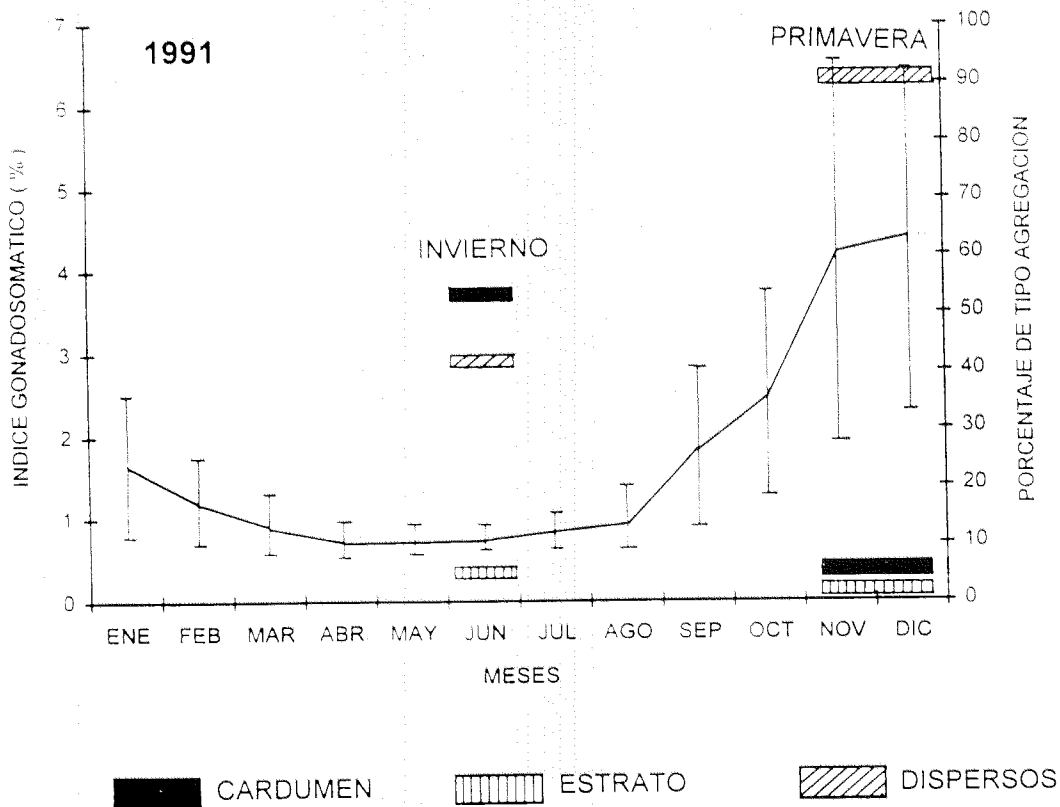


Fig. 6 Índice gonadosomático y tipo de agregaciones porcentuales.

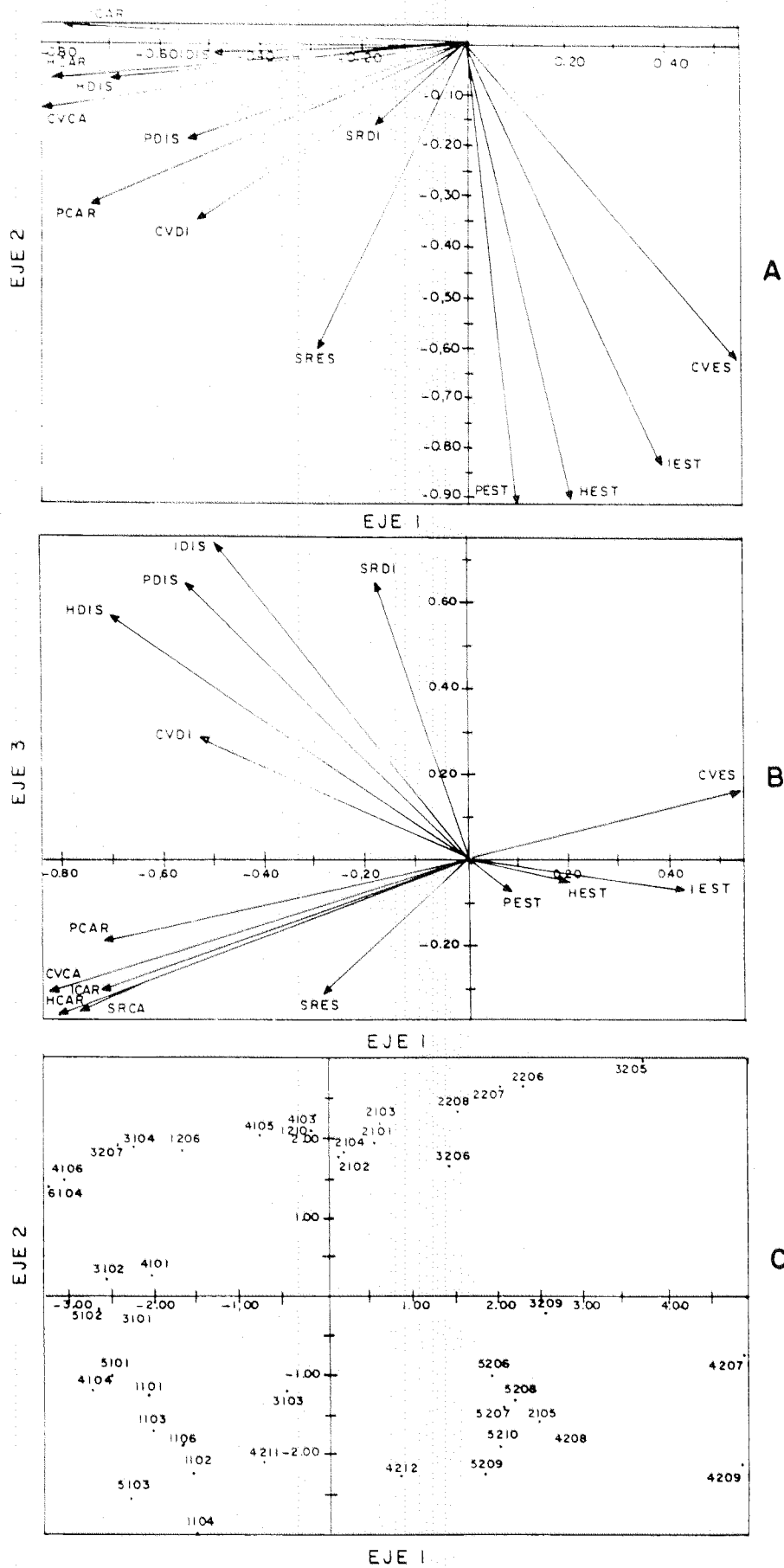


Fig. 7 Plano factorial. A : ejes 1 - 2 ; B : 1 - 3 y C : para representación de las observaciones.

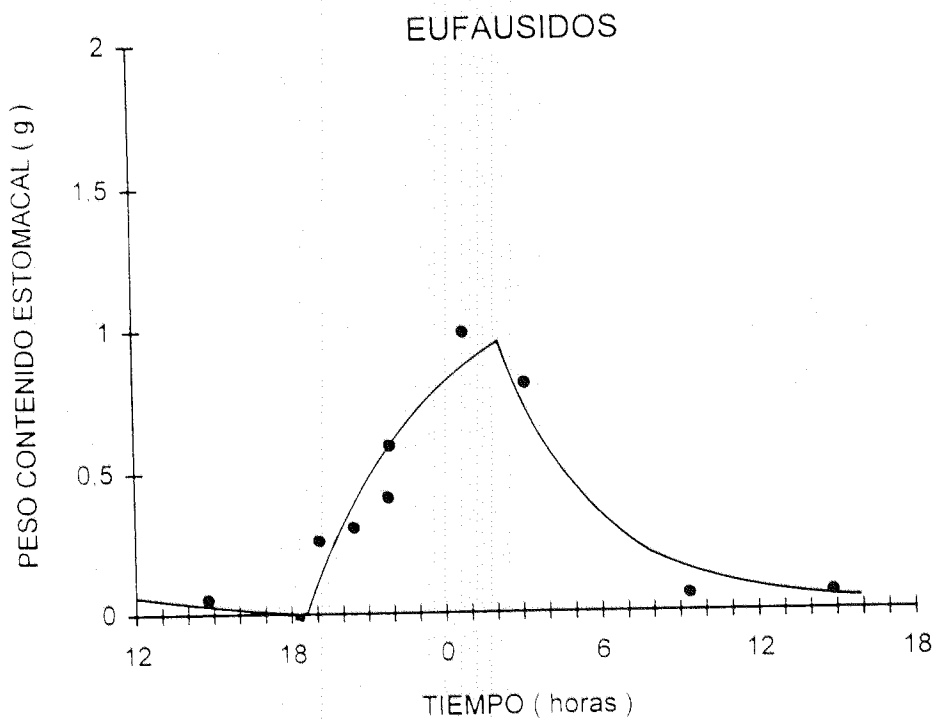
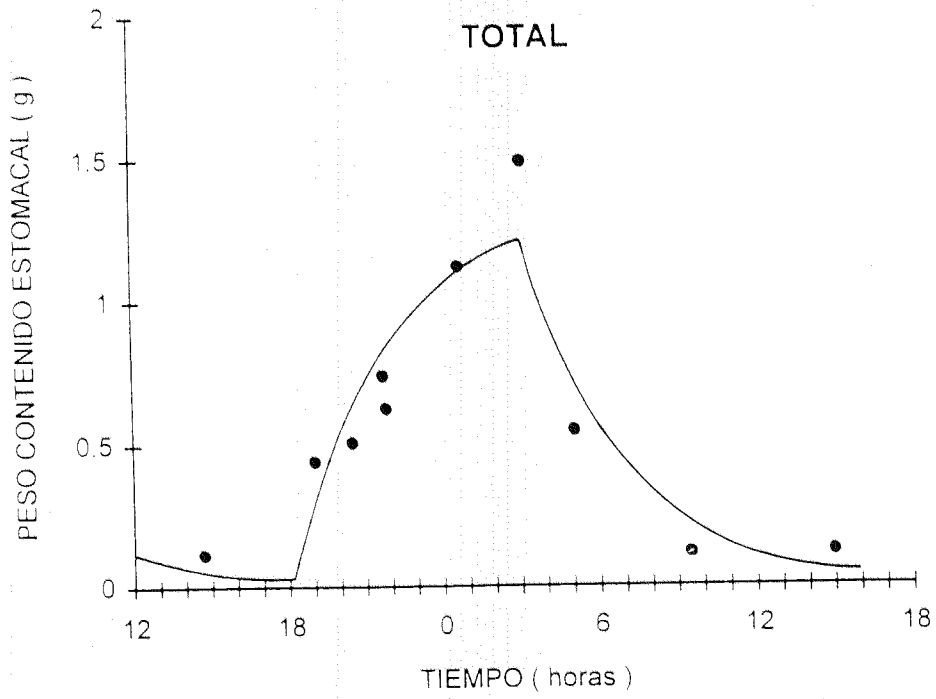


Fig. 8 Ciclo diario de alimentación de jurel. A : total y B : eufáusidos.

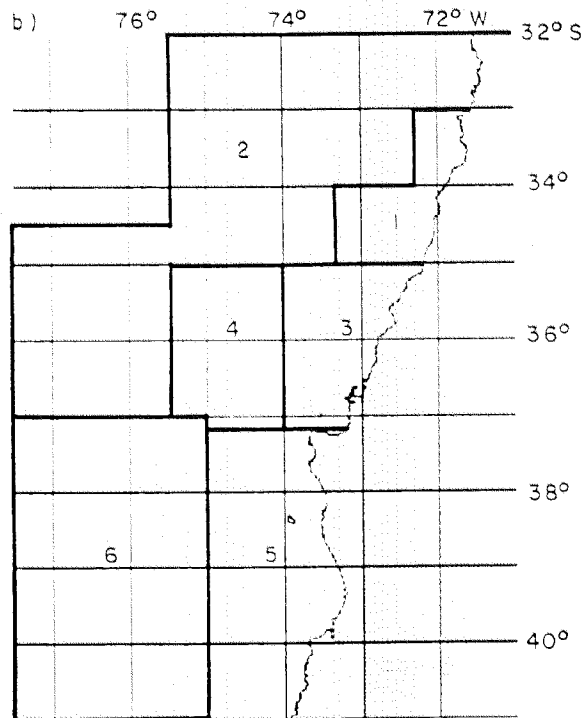
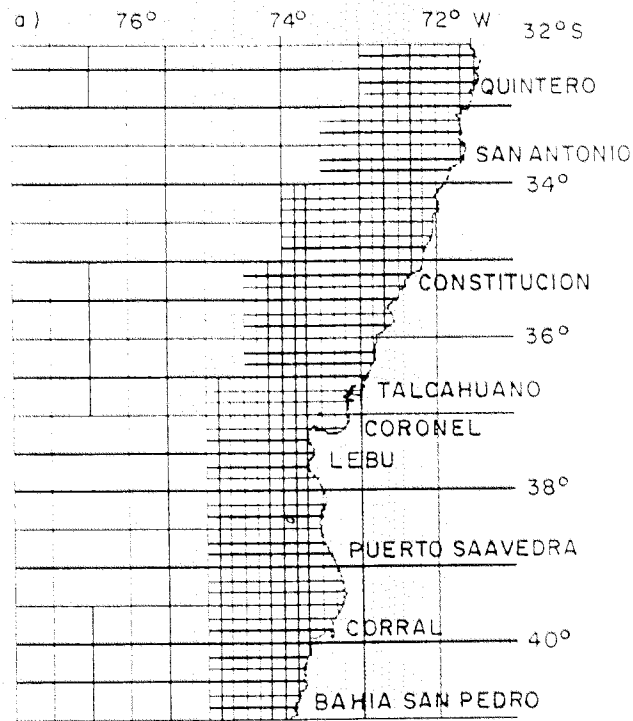


Fig. 9 Zona de estudio de la c.p.u.e. para flota industrial.

Escala	
0	
0,1 - 20	
20,1 - 40	
40,1 - 60	
60,1 - 80	
80,1 - 100	
> 100,1	

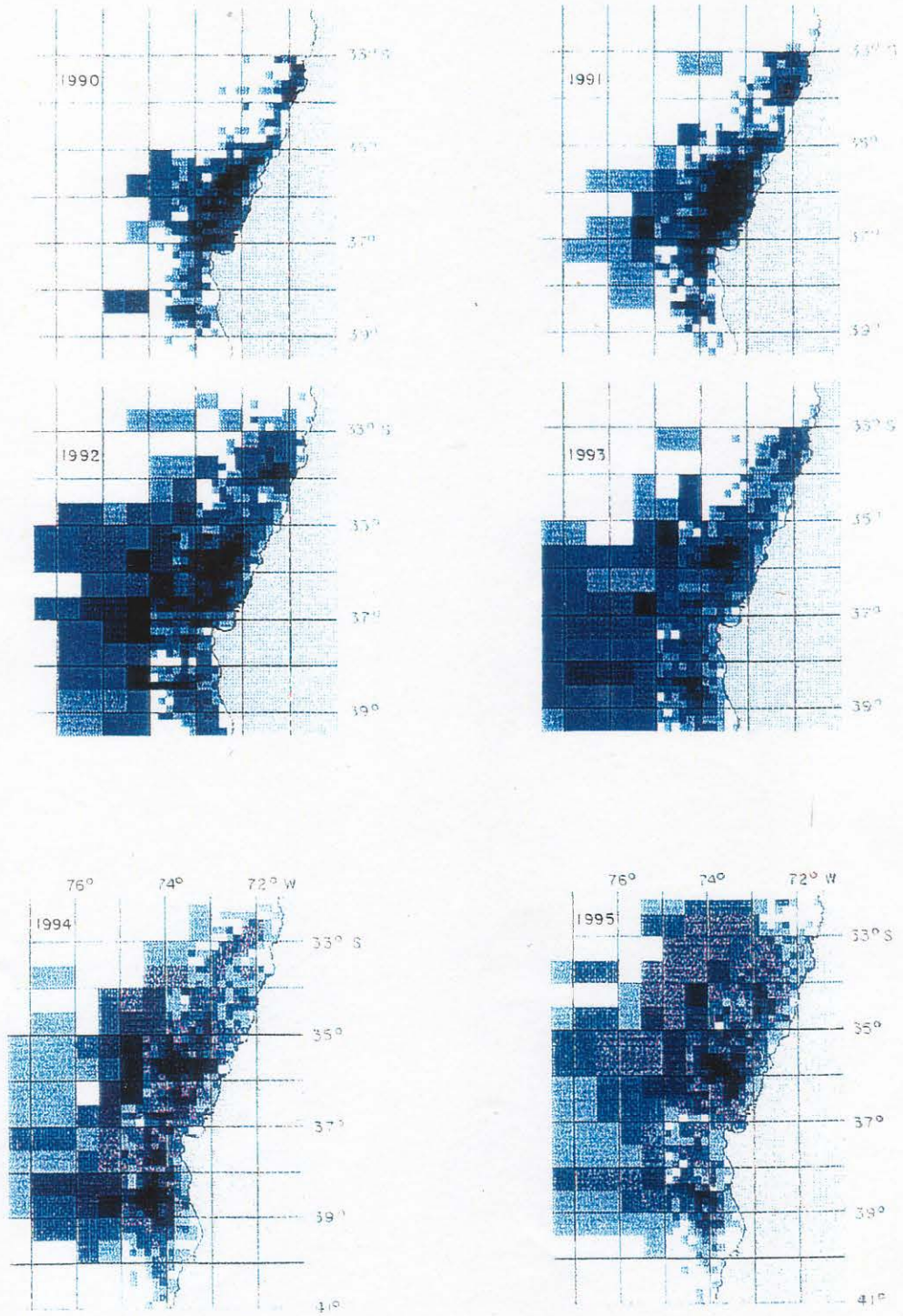


Fig. 10 Distribución de c.p.u.e. de la flota anual. 1990 - 1995.

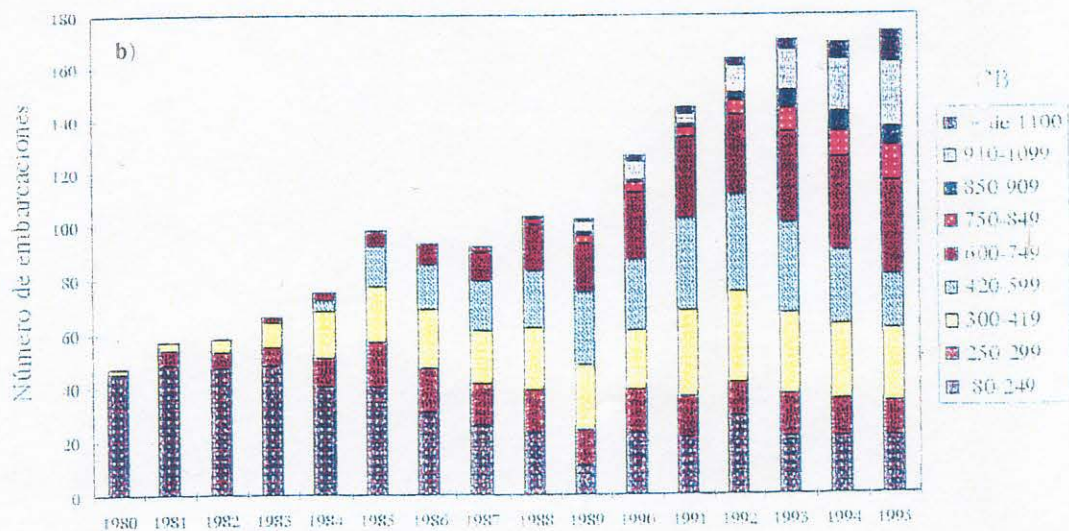
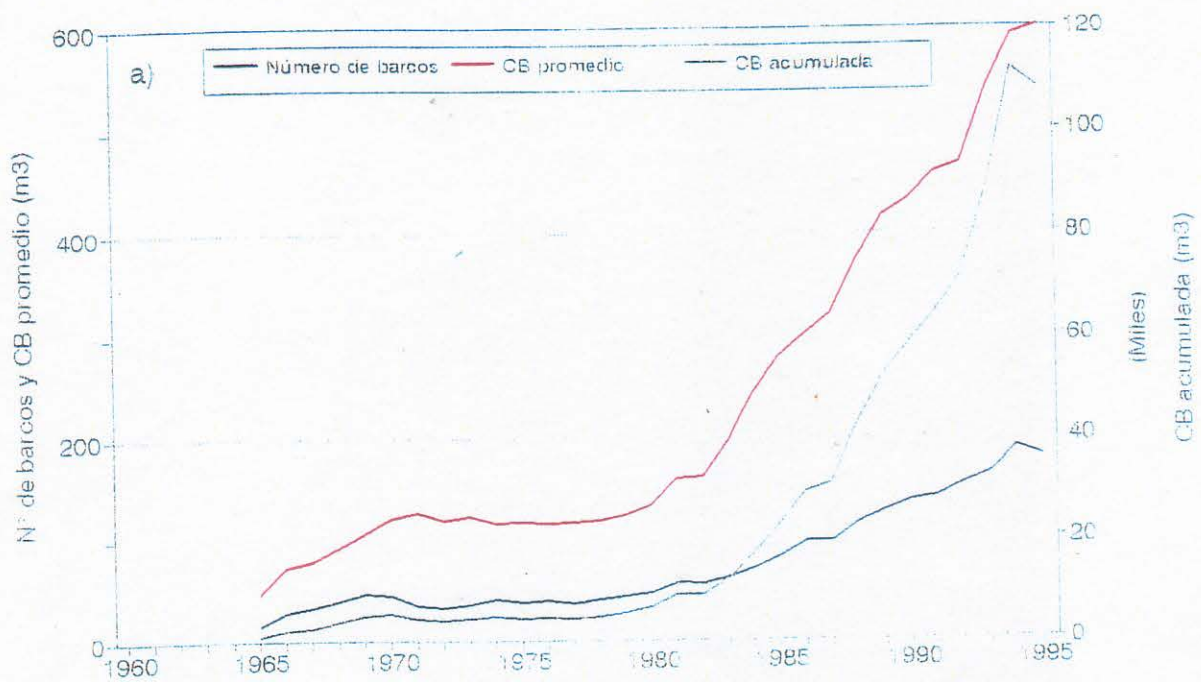


Fig. 11 Barcos cerqueros flota zona centro - sur. a: Número de barcos, capacidad de bodega (CB) promedio y acumulada; b: Número de barcos por categoría de bodega.

Fuente: a: IFOP; b: Böhm et al., (1996)

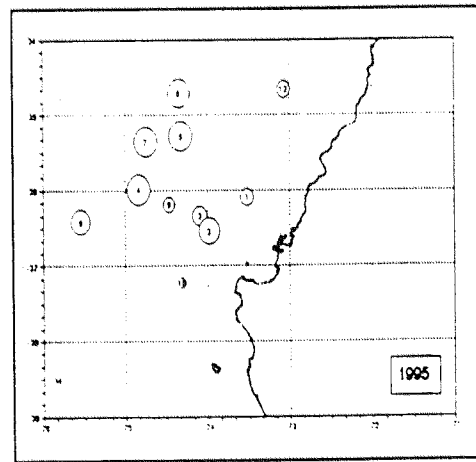
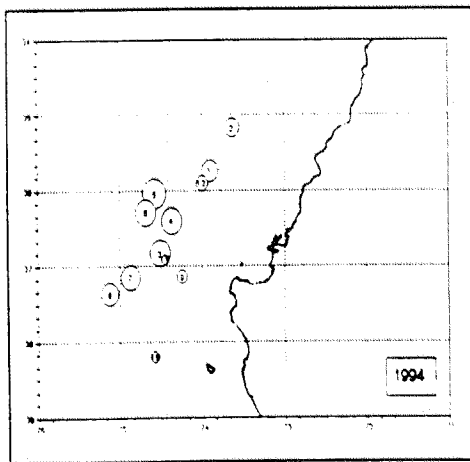
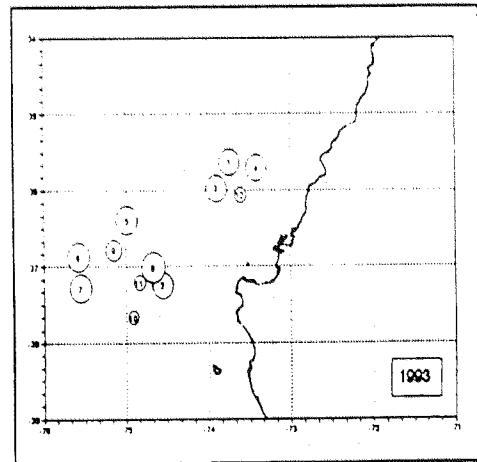
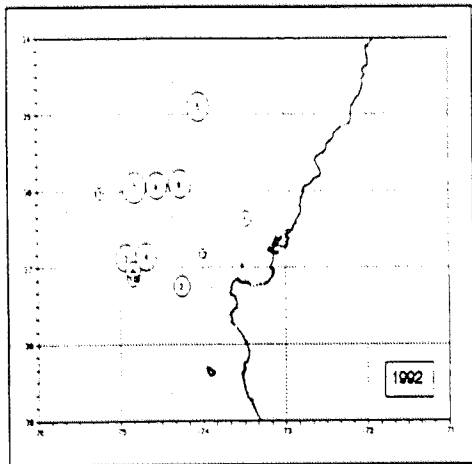
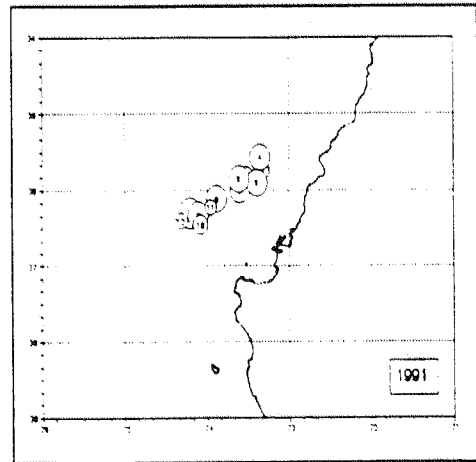
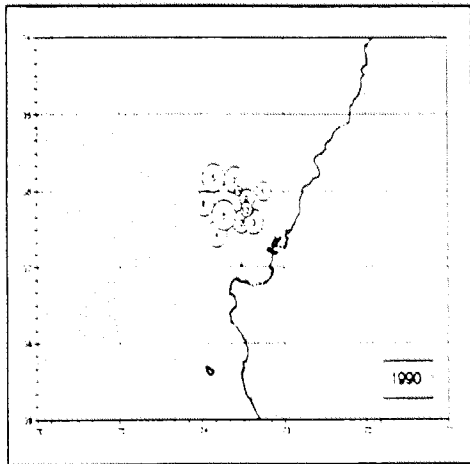


Fig. 12 Localización de los centros de gravedad de la c.p.u.e. mensual por año. 1990 - 1995.

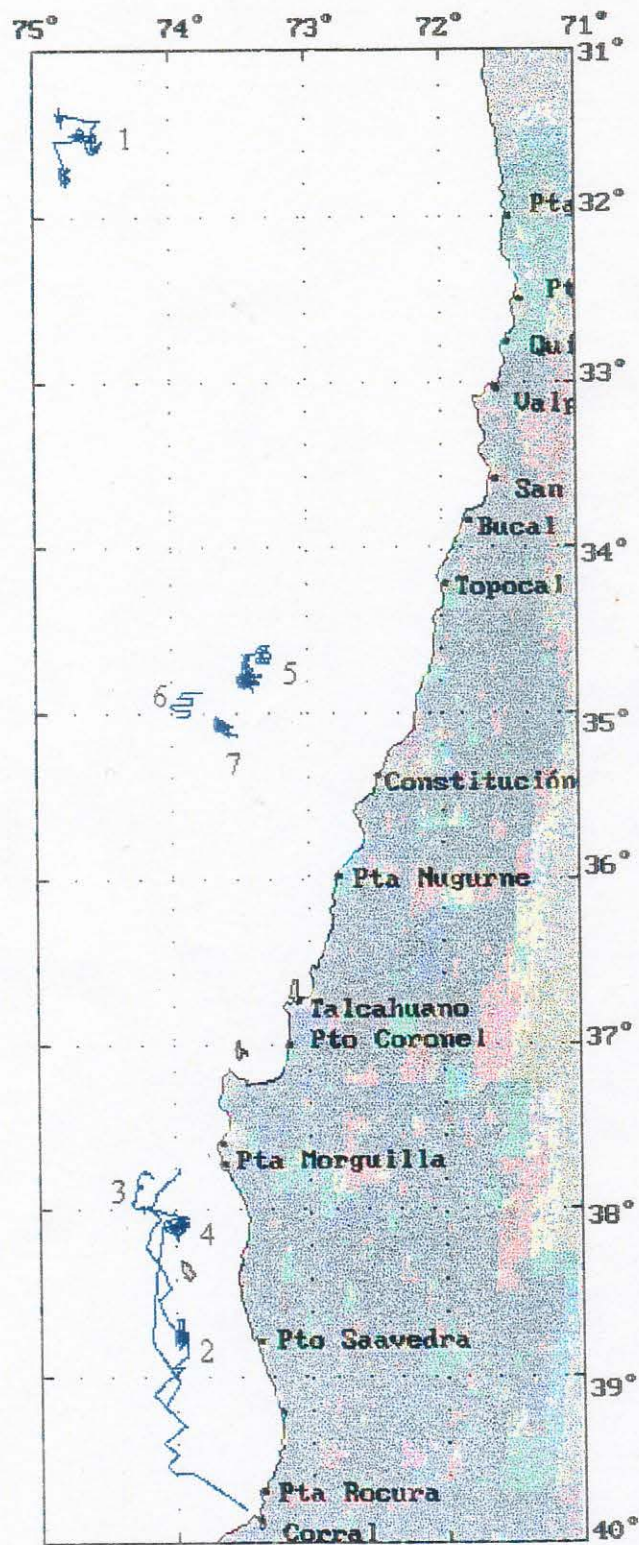
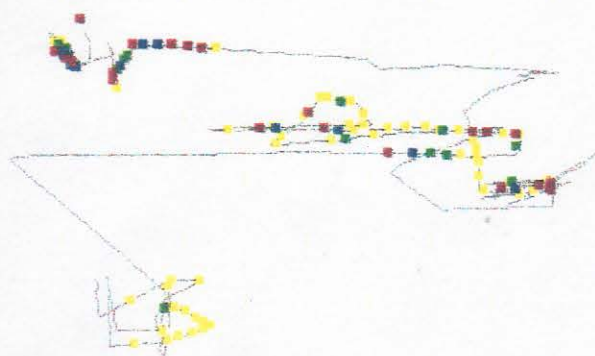
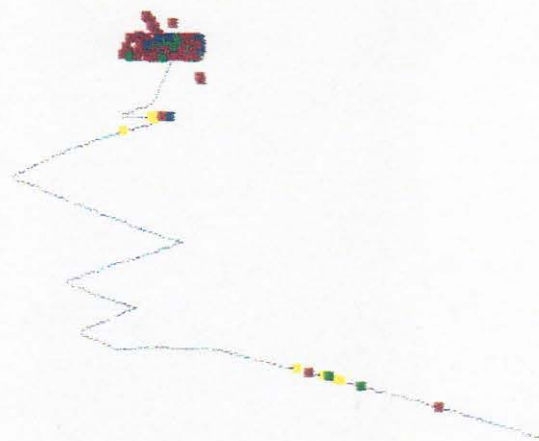


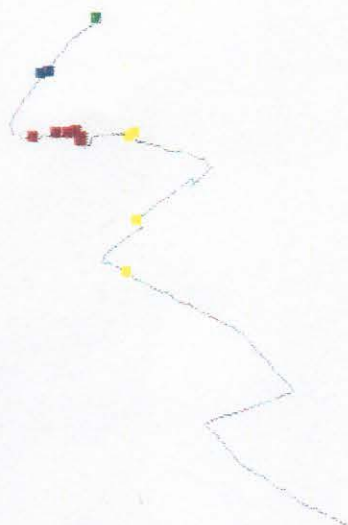
Figura 13. Zona de estudio y situación de los 7 experimentos.



Experimento 1



Experimento 2

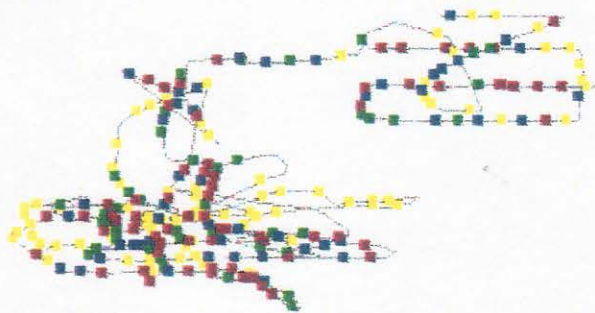


Experimento 3

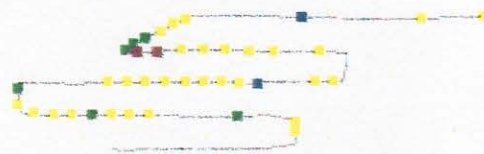


Experimento 4

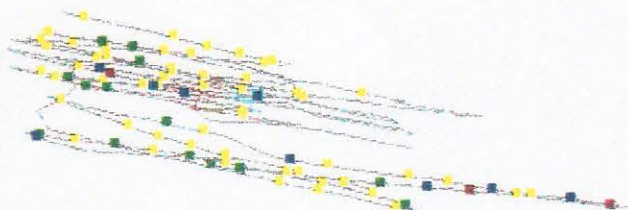
Figura 14a Diseño de la prospección en experimentos 1 a 4.



Experimento 5



Experimento 6



Experimento 7



Figura 14b Diseño de la prospección en experimentos 5 a 7.

TIPOS DE ECOTRAZOS DE JUREL

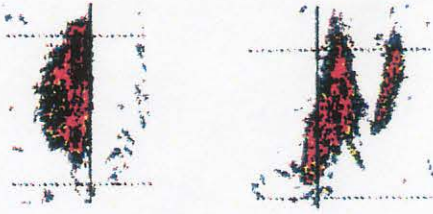
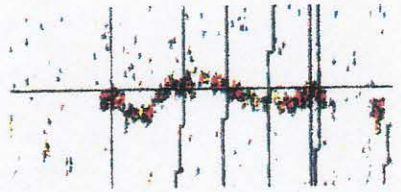
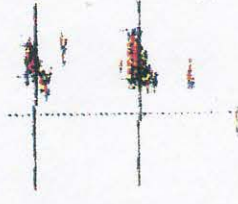
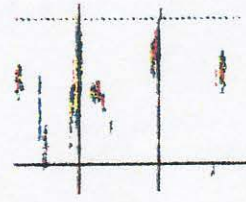


1) Cardumen	
2) Estrato denso	
3) Estrato medio	
4) Estrato disperso	
5) Disperso	
6) Individual	

Figura 15 Tipos de ecotrazos.

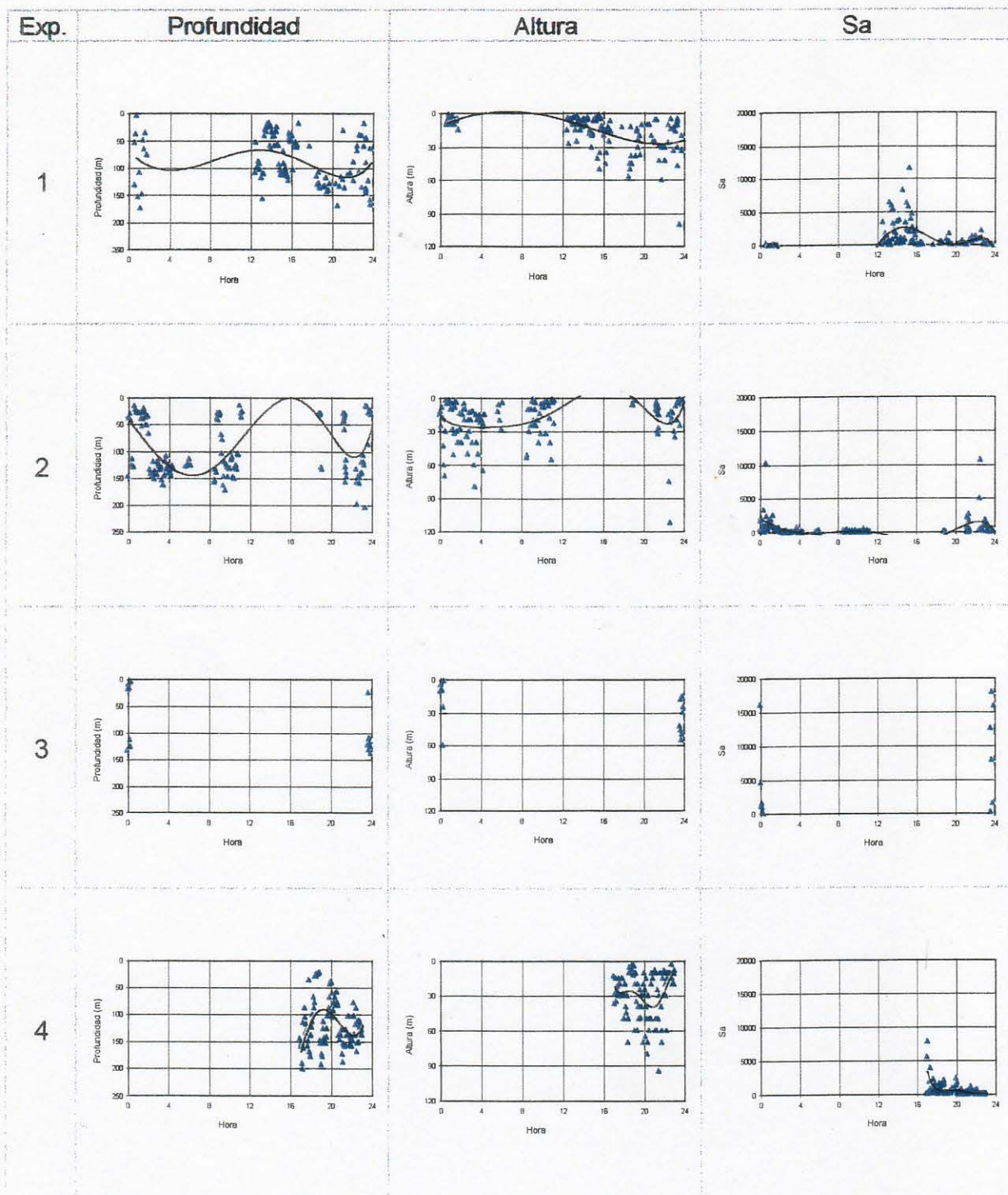


Figura 16 Por experimento: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.

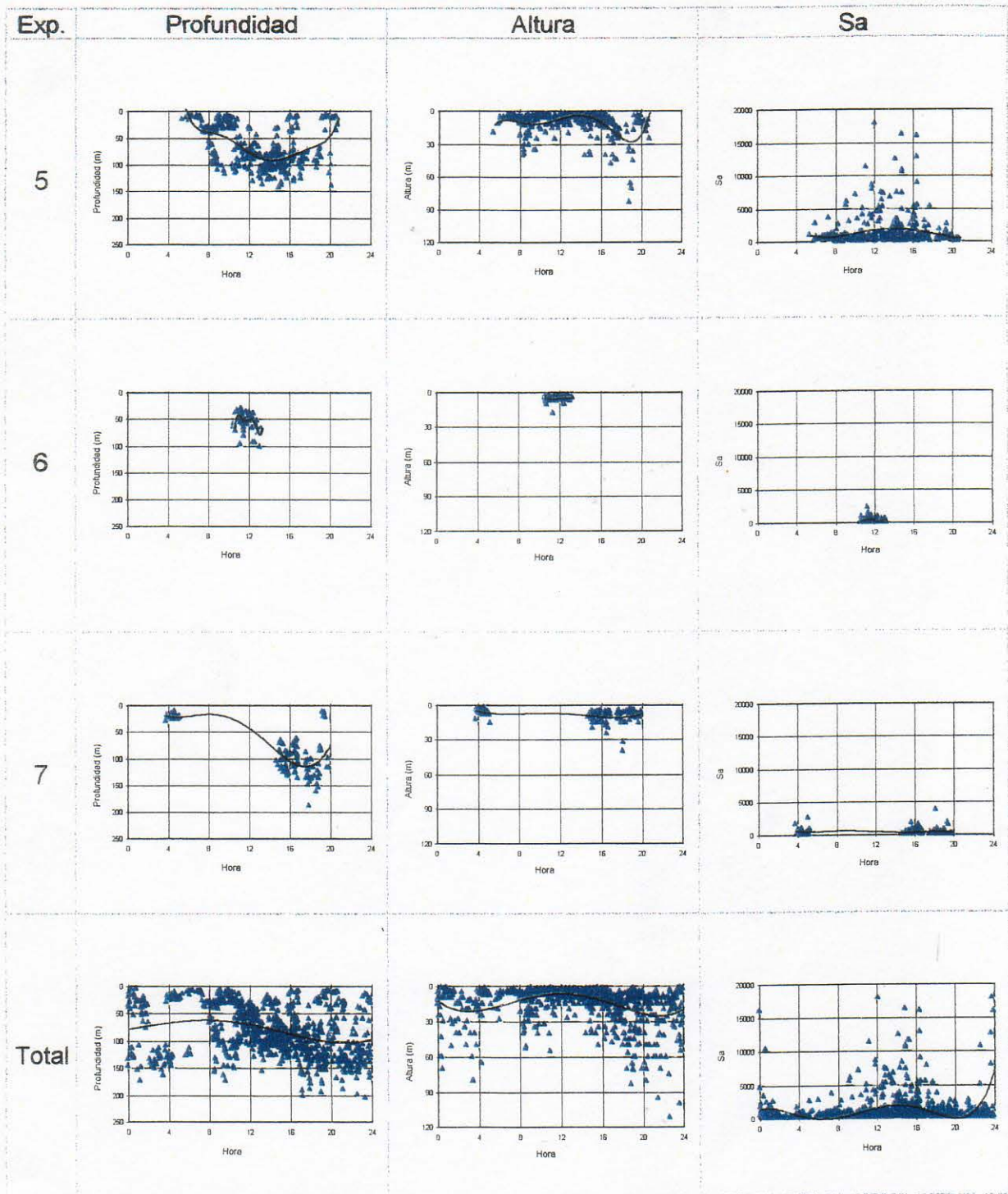


Figura 16 (continuación) Por experimento: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.

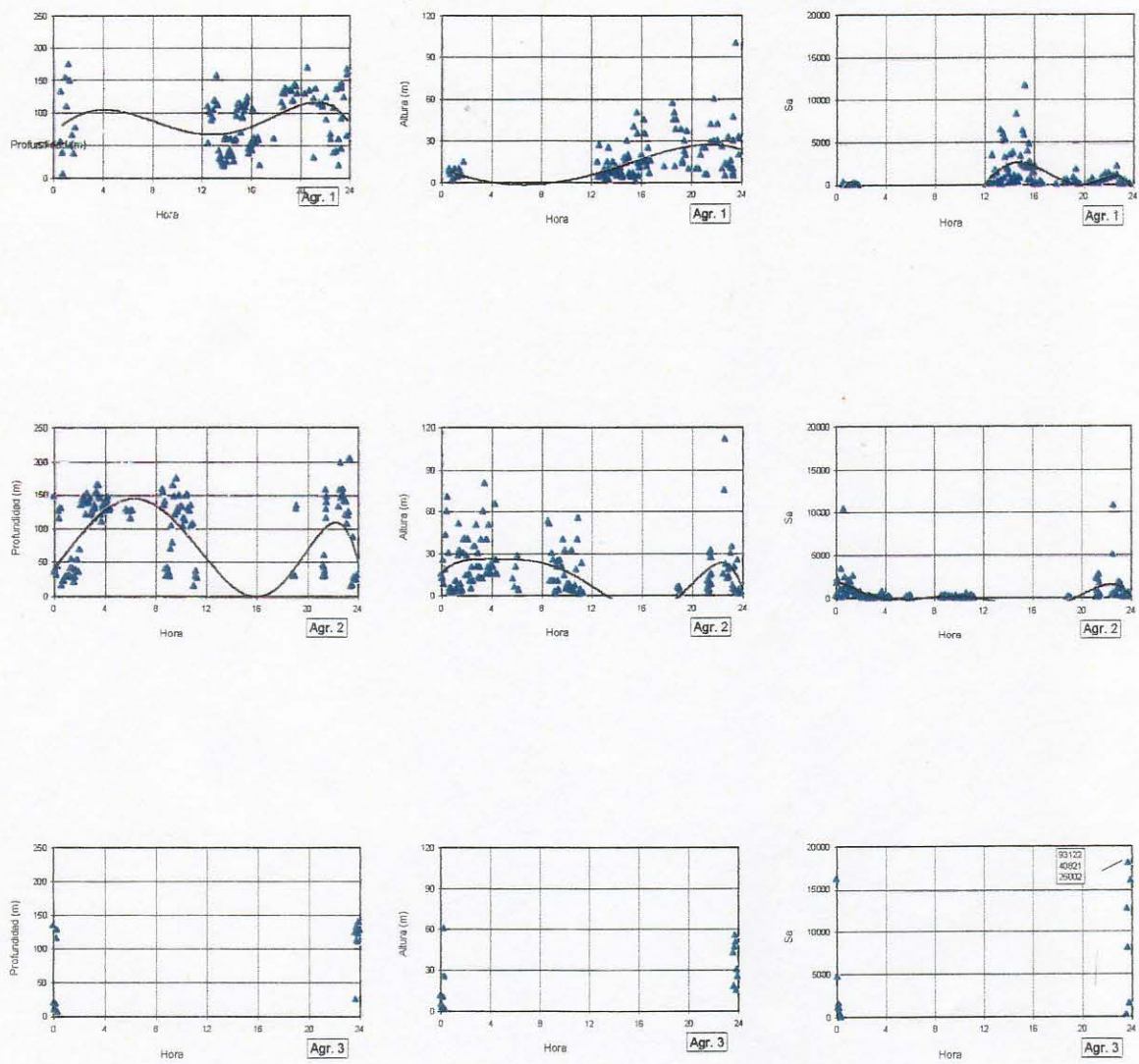


Figura 17 Por tipo de agregación: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.

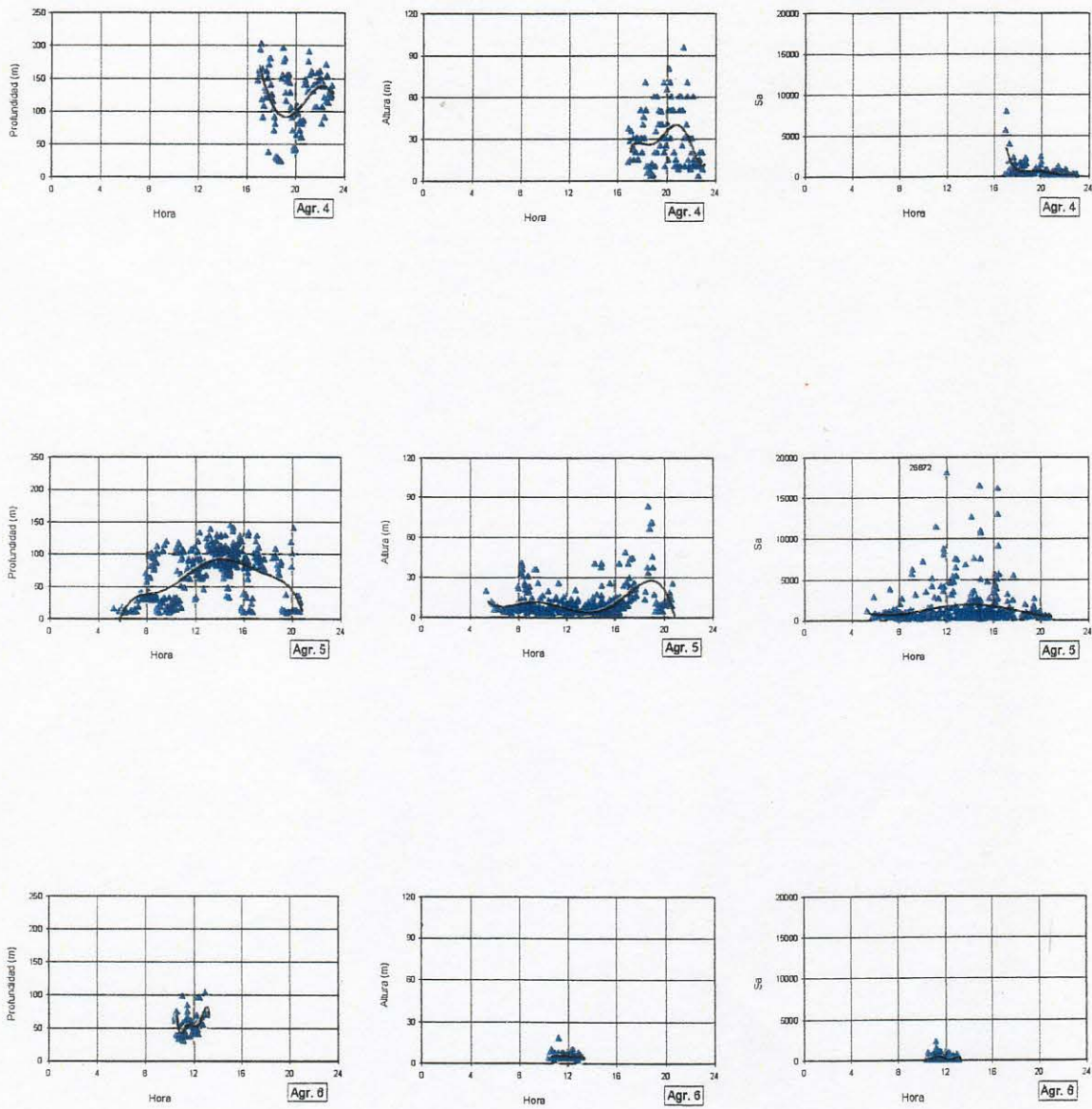
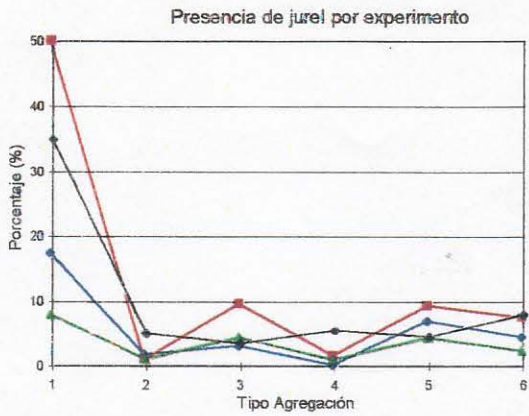
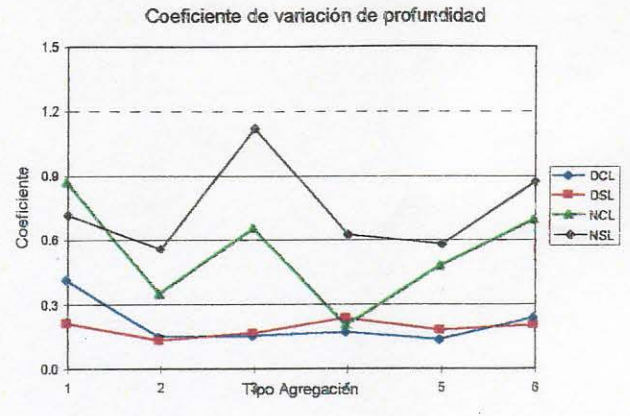


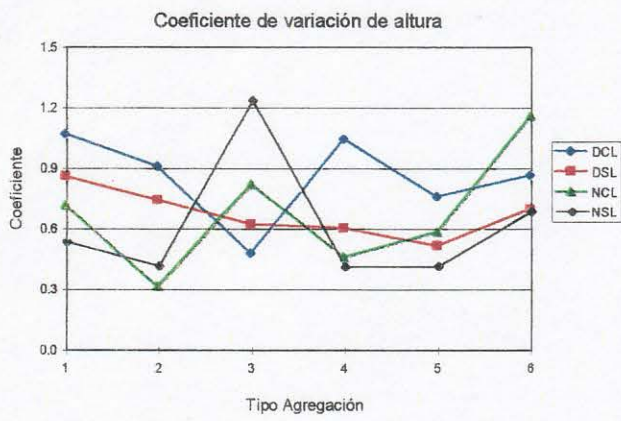
Figura 17 (continuación) Por tipo de agregación: profundidad, altura y Sa de la agregación en un ciclo de 24 horas.



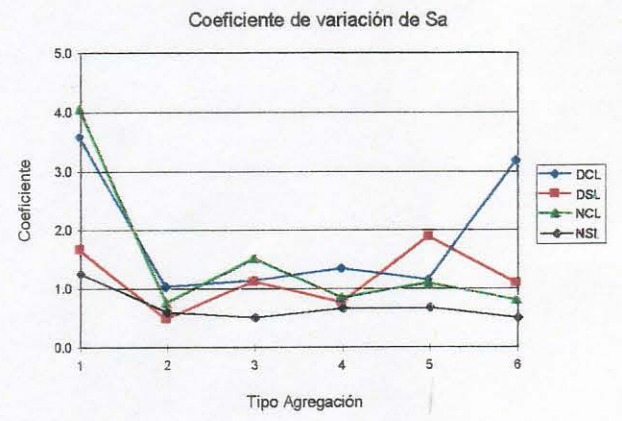
a.-



b.-



c.-



d.-

Figura 18 a) Participación porcentual de los tipos de ecotrazos, b) Coeficiente de variación de profundidad por tipo de ecotrazo, c) Coeficiente de variación de altura por tipo de ecotrazo, d) Coeficiente de variación de Sa por tipo de ecotrazo.

DCL: Día con luna llena

DSL: Día con luna nueva

NCL: Noche con luna llena

NSL: Noche con luna nueva

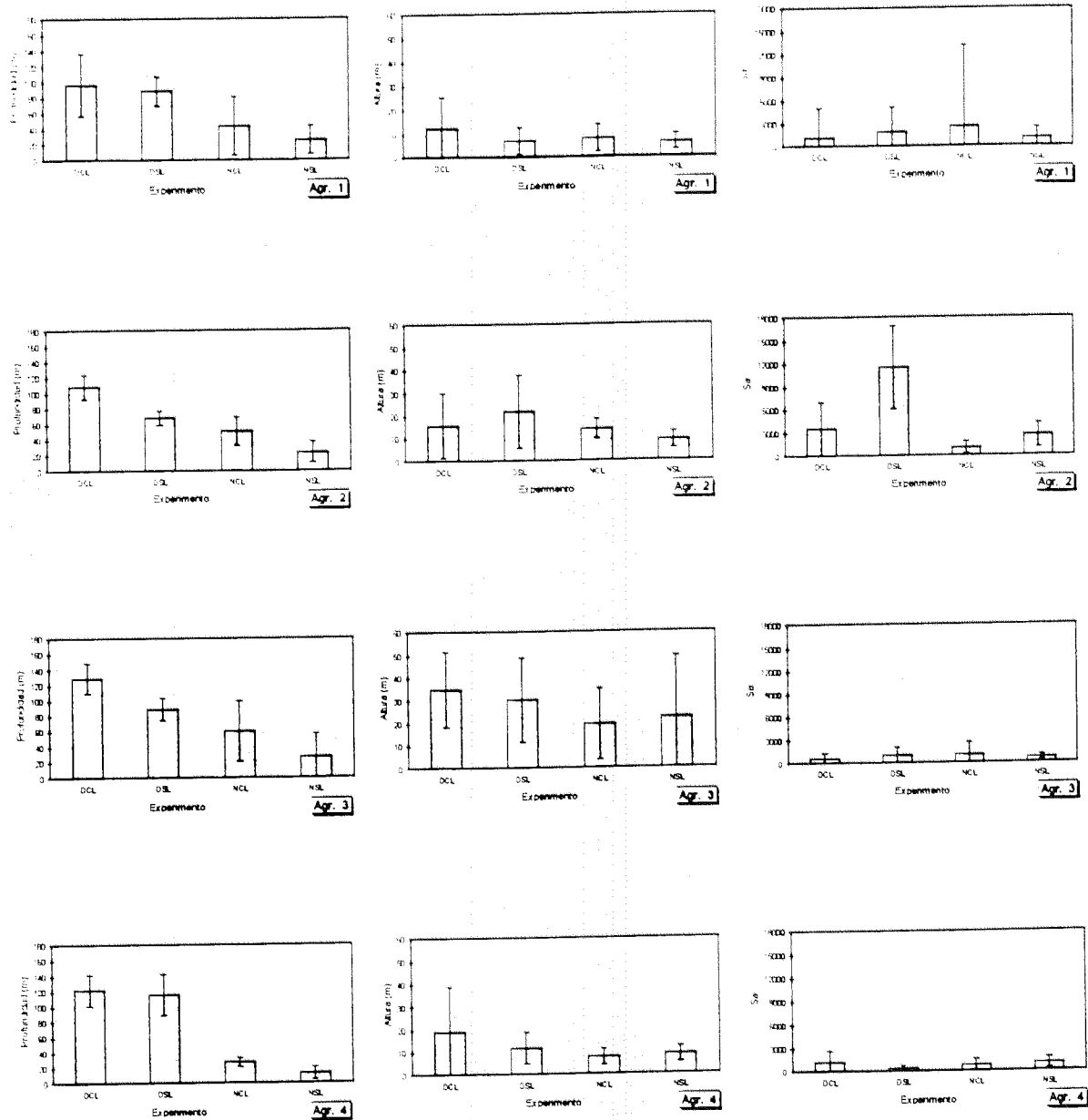


Figura 19 Profundidad, altura y Sa promedio por tipo de agregación con su respectiva desviación estándar.

DCL: Día con luna llena,

DSL: Día con luna nueva,

NCL: Noche con luna llena,

NSL: Noche con luna nueva.

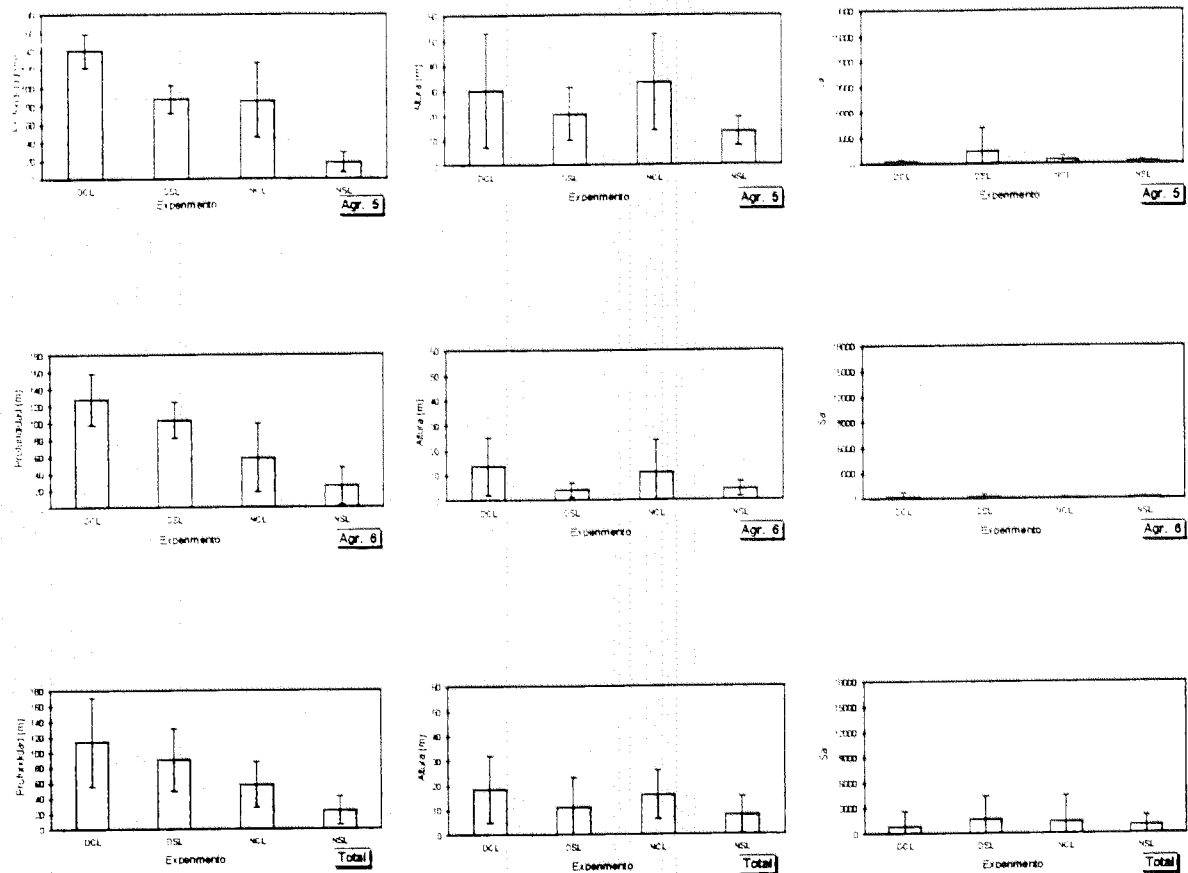


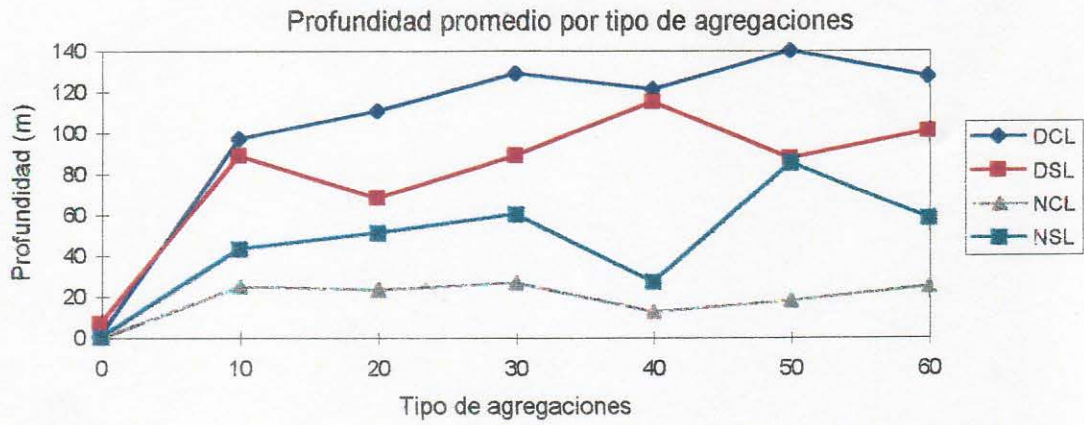
Figura 19 (continuación) Profundidad, altura y Sa promedio por tipo de agregación con su respectiva desviación estándar.

DCL: Día con luna llena,

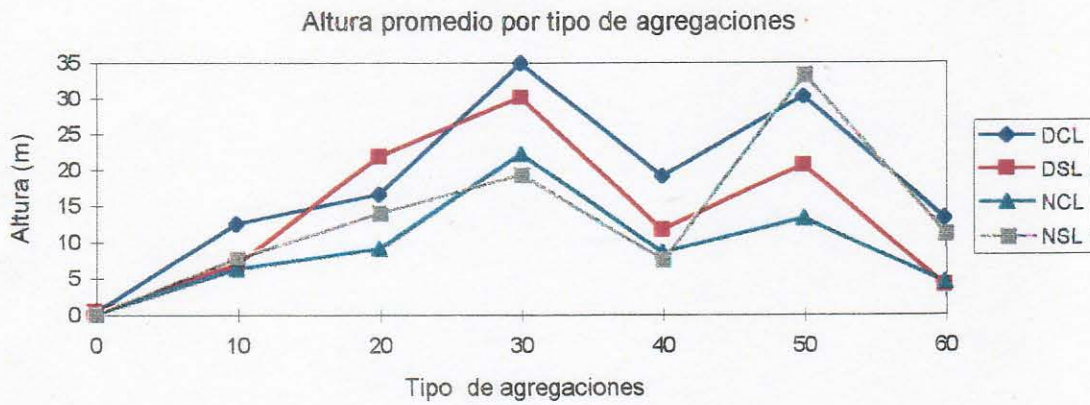
DSL: Día con luna nueva,

NCL: Noche con luna llena,

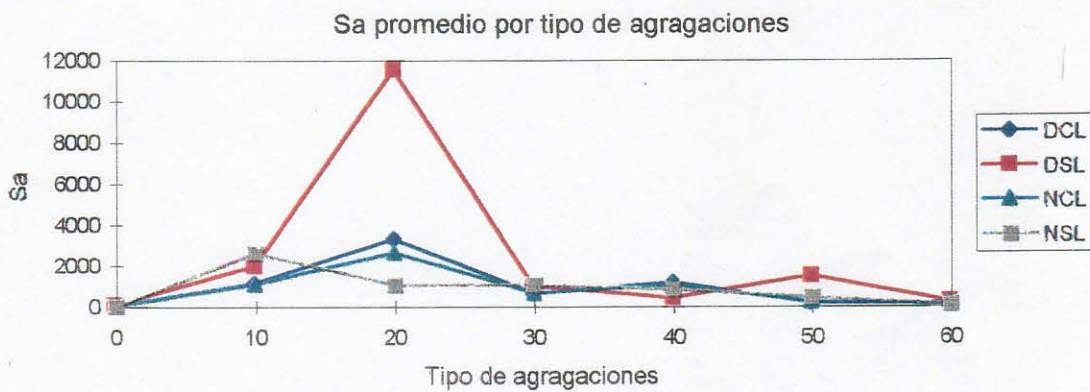
NSL: Noche con luna nueva.



a.-



b.-



c.-

Figura 20 Profundidad, altura y Sa promedio por tipo de agregación durante DCL, DSL, NCL y NSL..

TOTAL ABATE MOLINA

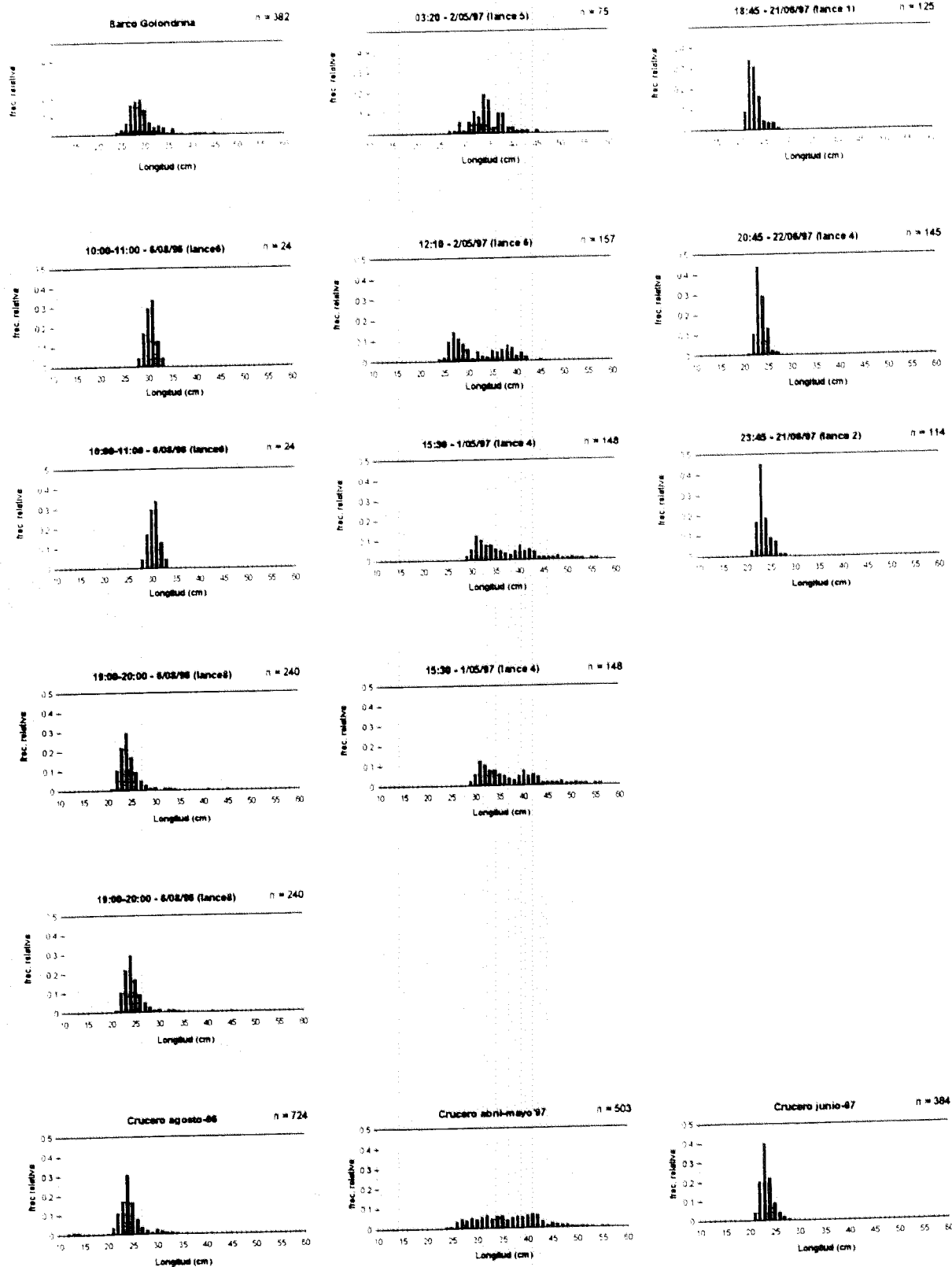


Figura 21 Distribución de frecuencia (por lance) de ejemplares de jurel capturados a bordo del B/I Abate Molina.

TOTAL BARCO FOX

TOTAL BARCO GOLONDRINA

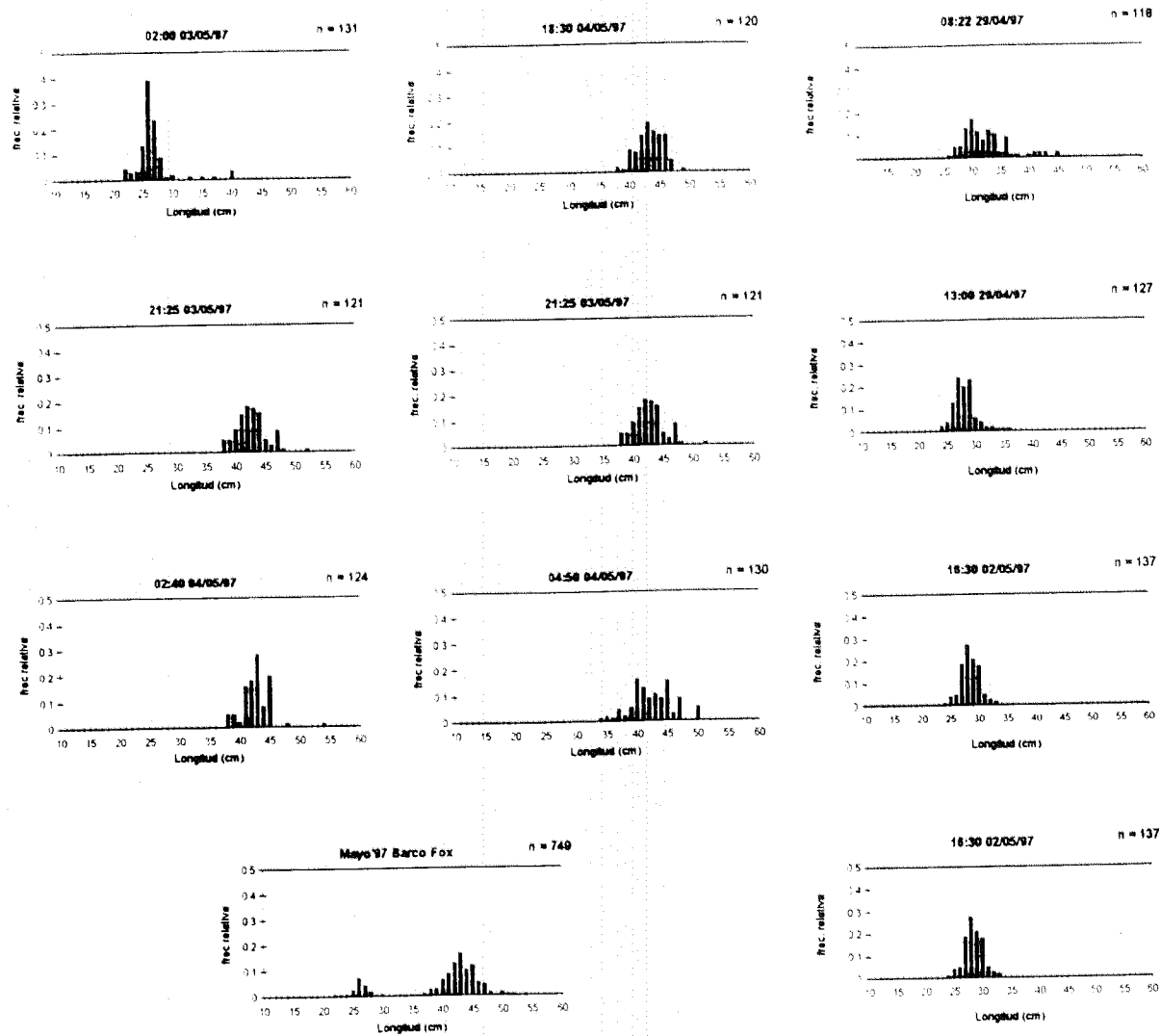
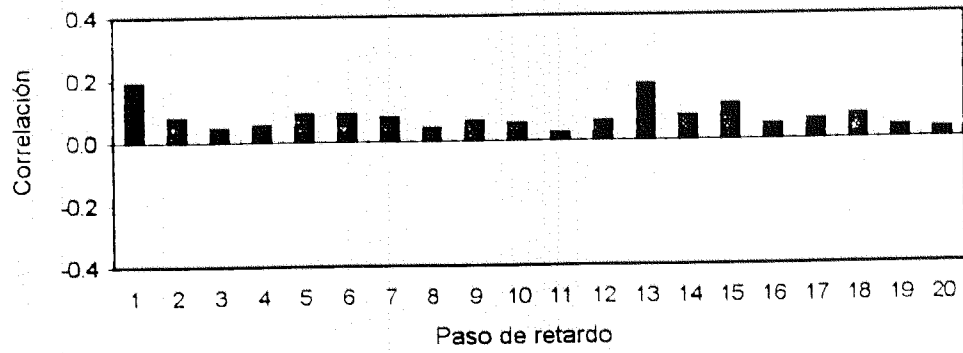
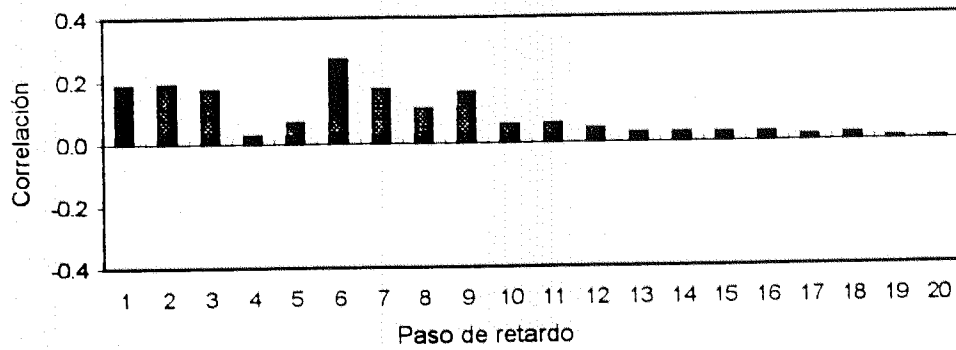


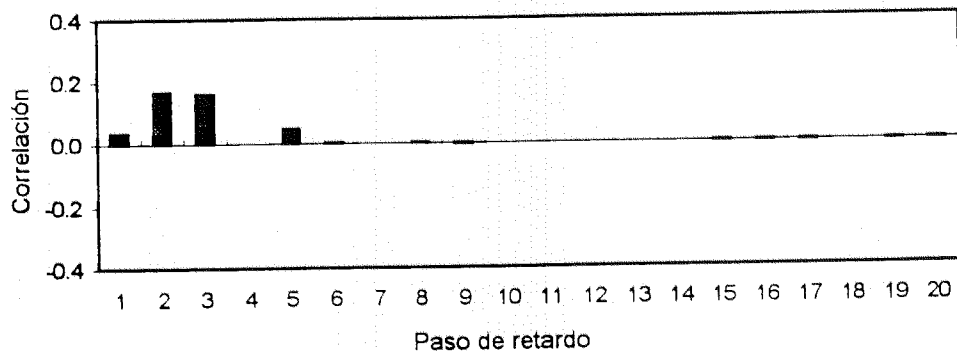
Figura 22 Distribución de frecuencia (por lance) de ejemplares de jurel capturados a bordo del PAM Fox y Golondrina.



a.-



b.-



c.-

Figura 23 Correlograma a) Datos diurnos y nocturnos b) Diurnos c) Nocturnos.

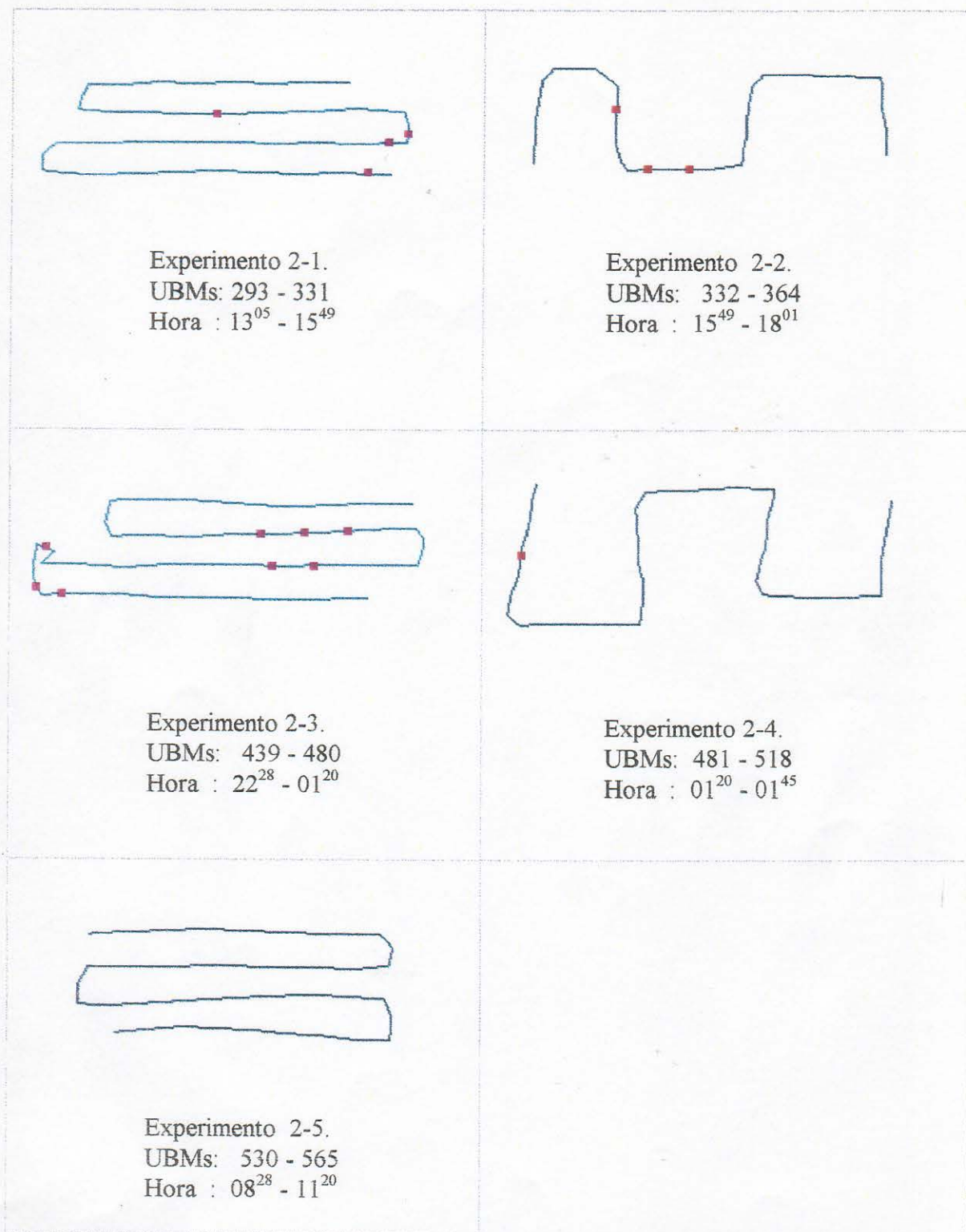


Figura 24 Diseño del track de navegación y ubicación de los cardúmenes en 5 experimentos efectuados para estudiar el desplazamiento de las agregaciones.

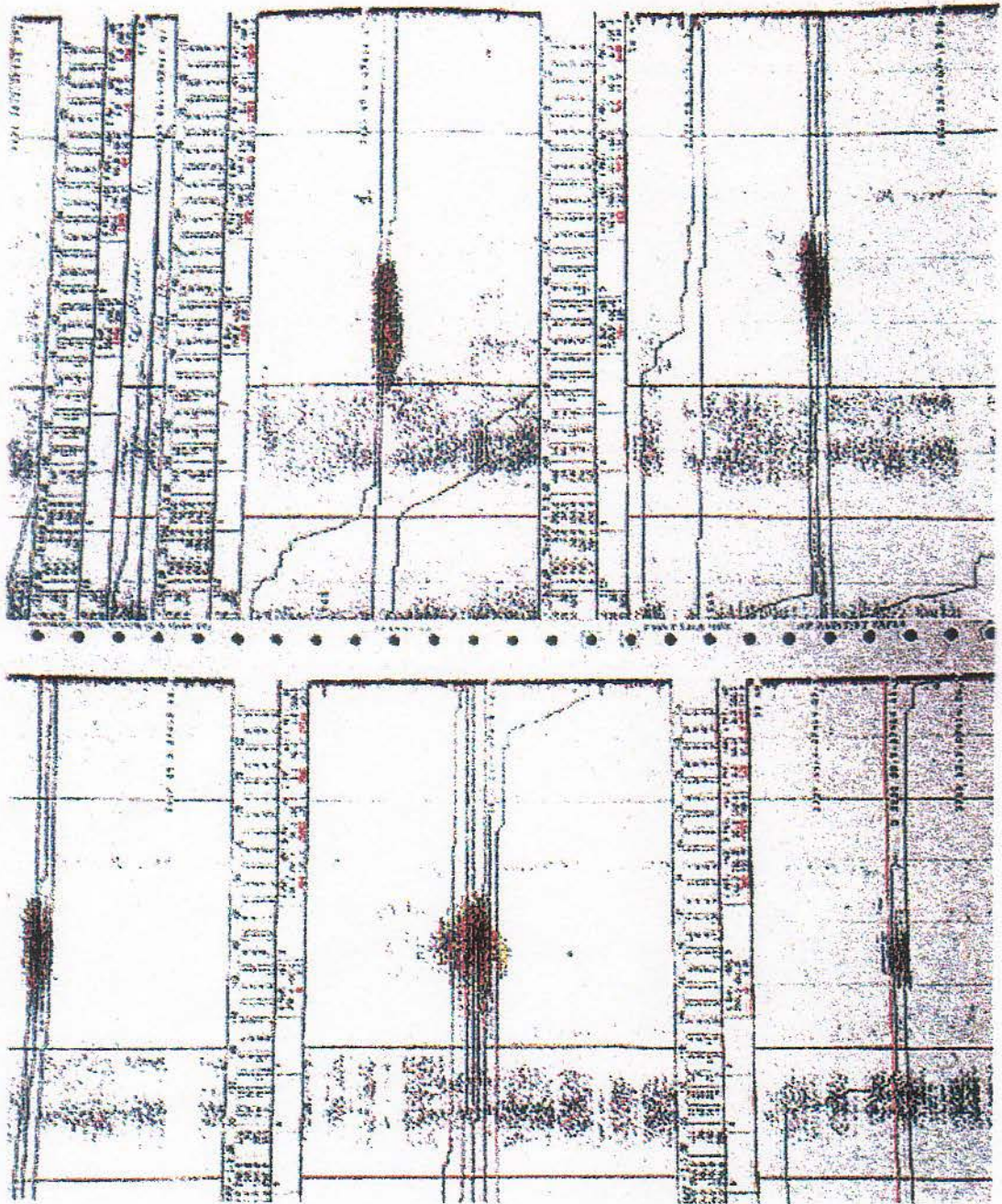


Figura 25 Posición de un cardumen de jurel durante la tarde.

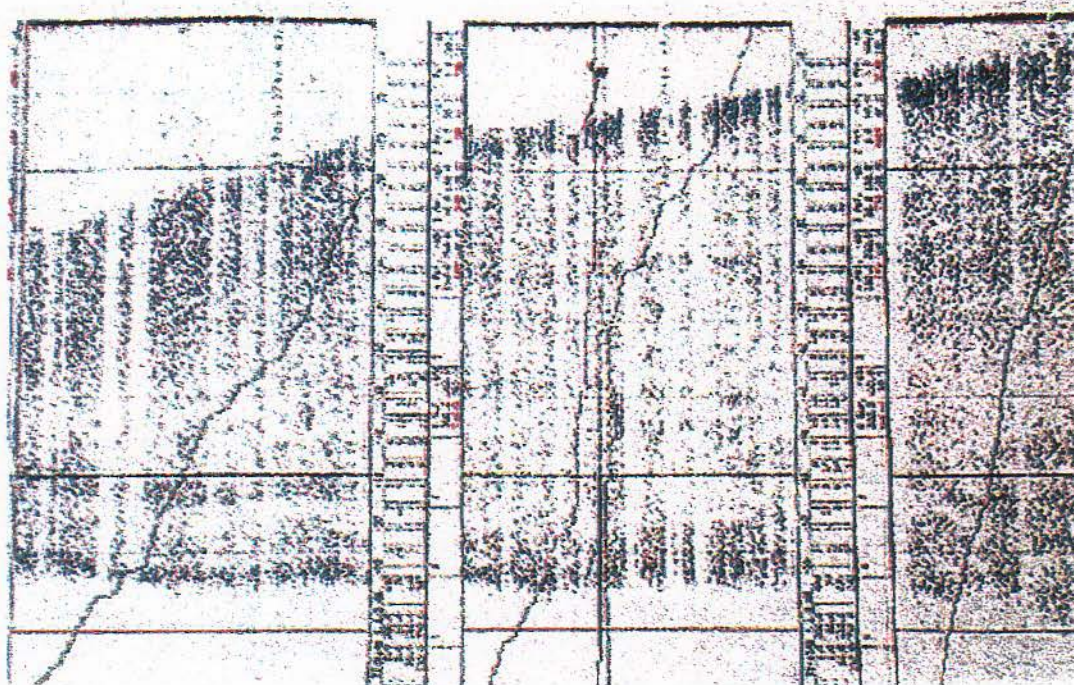


Figura 26 Migración vertical de la capa de dispersión profunda hacia la superficie.

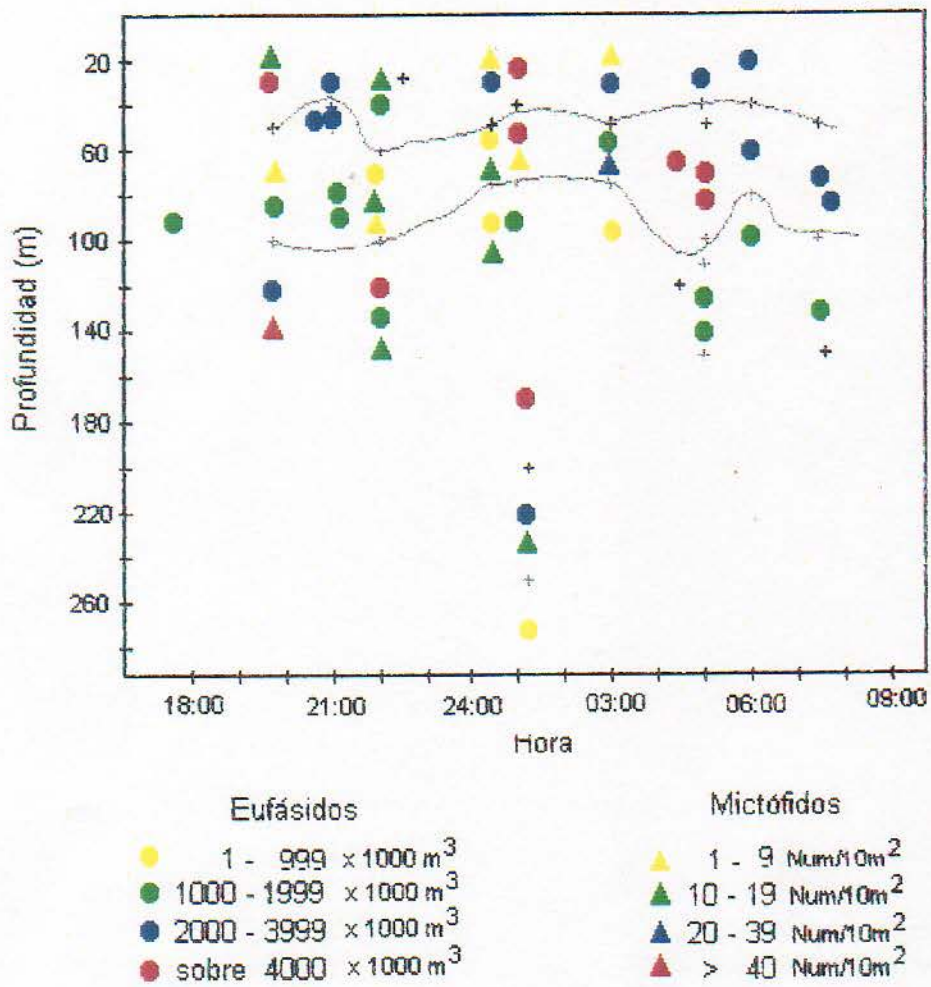
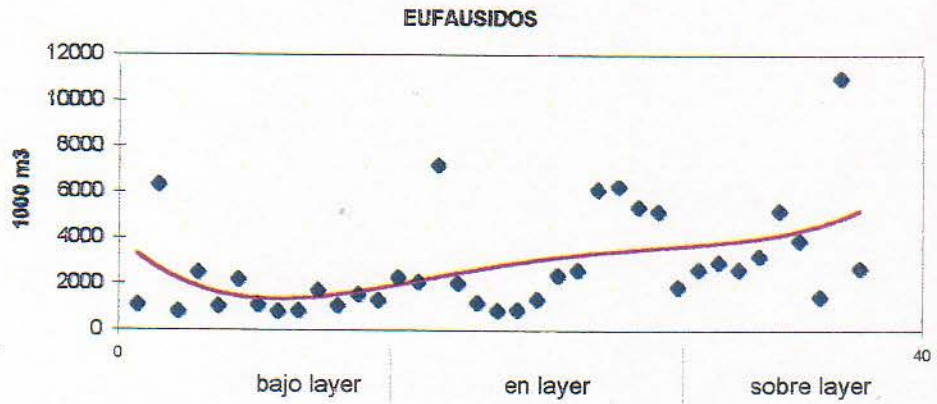
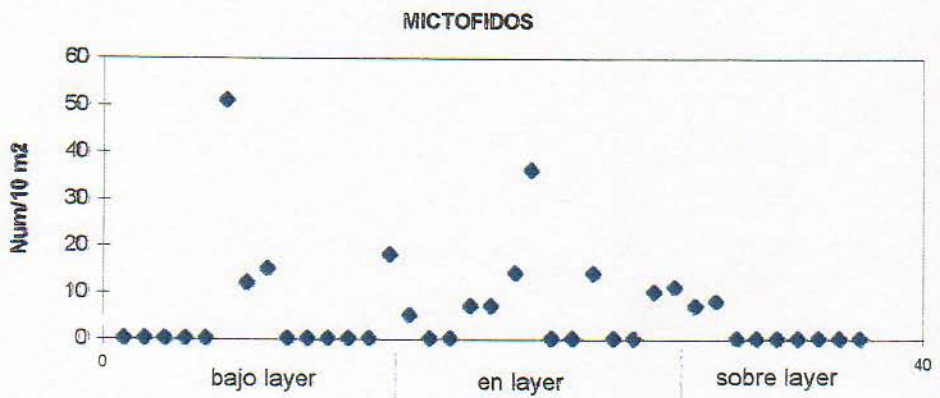


Figura 27 Distribución de eufásidos y mictófidos sobre, en y bajo la capa de dispersión profunda CDP)



a.-



b.-

Figura 28 Indices de densidad de eufáusidos (a) y mictófidos (b) bajo, en y sobre la CDP.

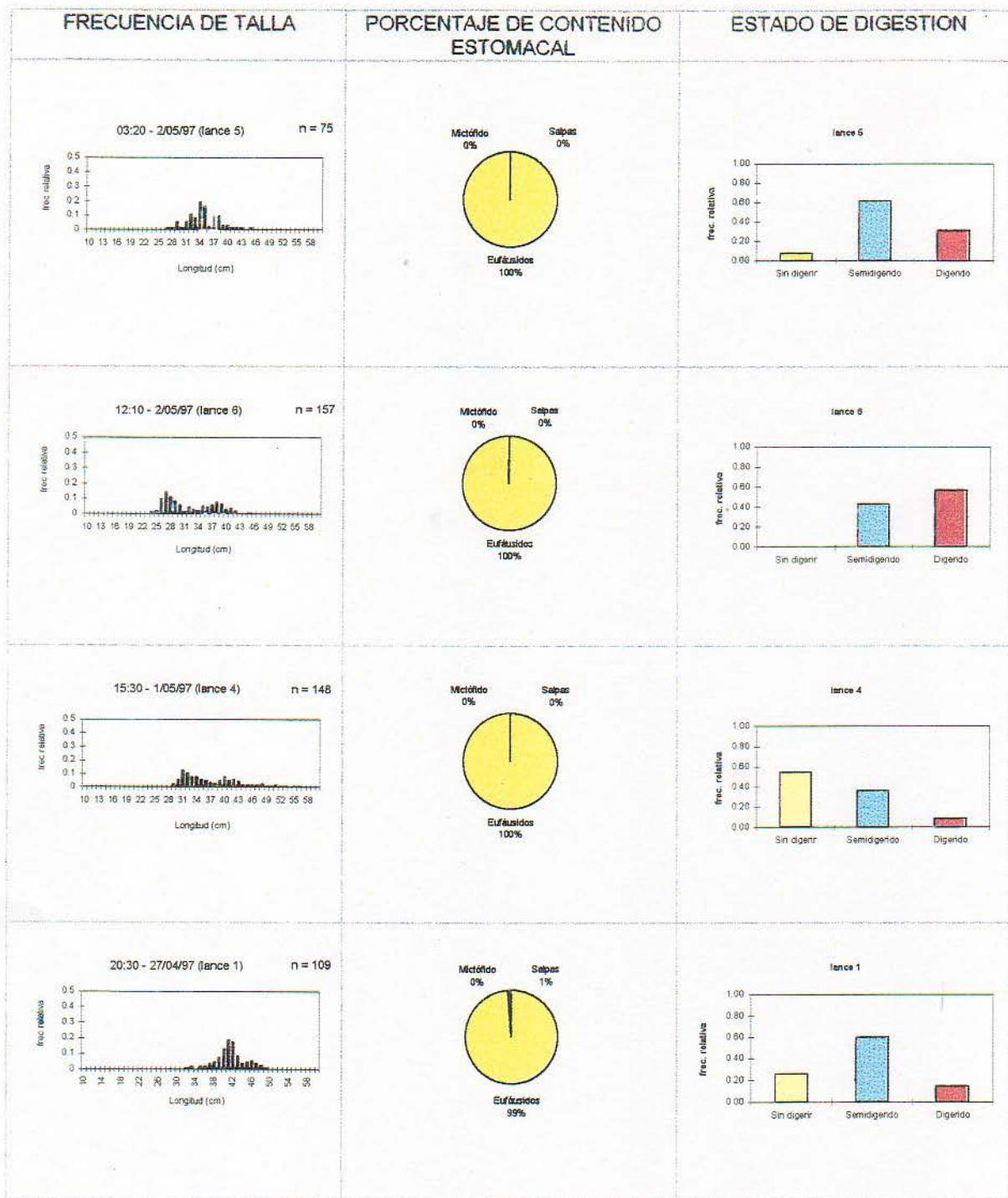


Figura 29 Distribución de frecuencia de talla (por lance), porcentaje de contenido estomacal por especie y estado de digestión.

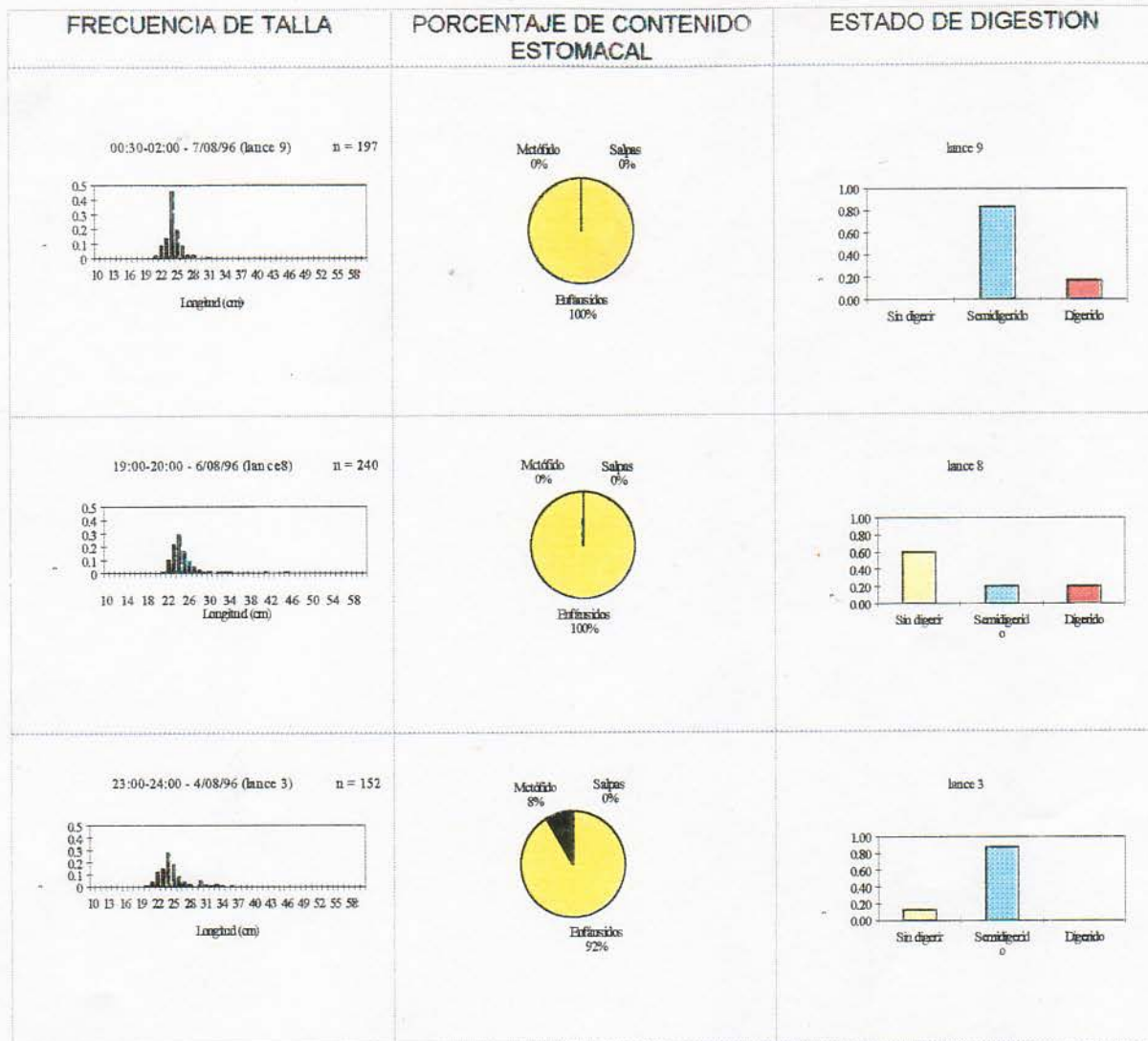


Figura 29 (continuación) Distribución de frecuencia de talla (por lance), porcentaje de contenido estomacal por especie y estado de digestión.

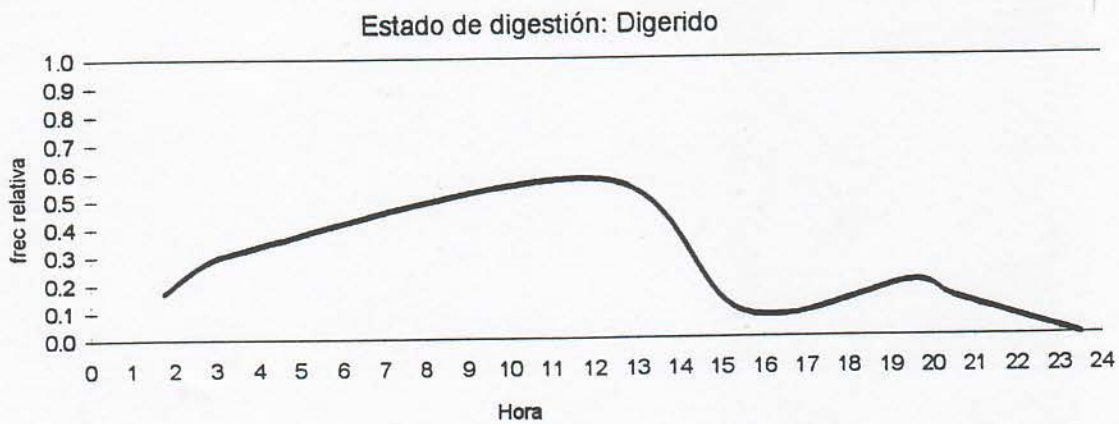
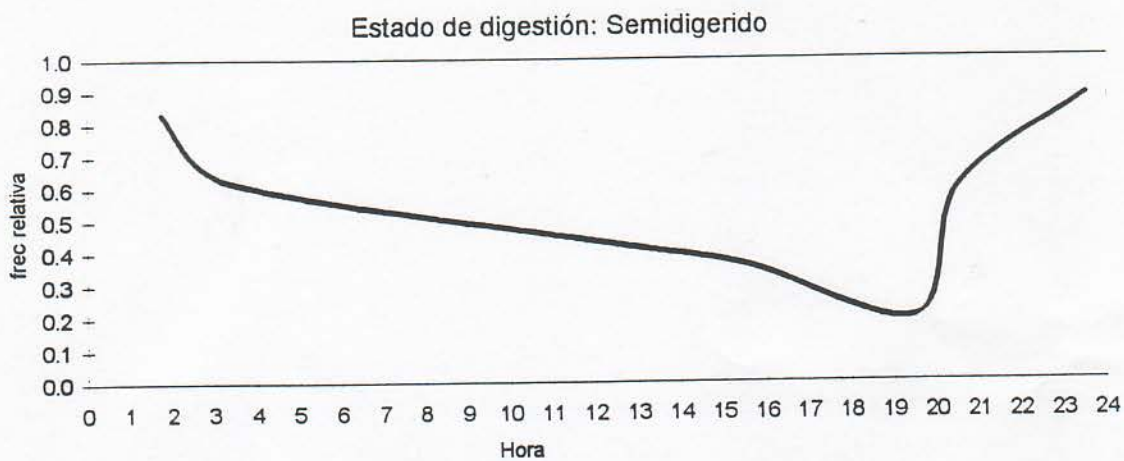
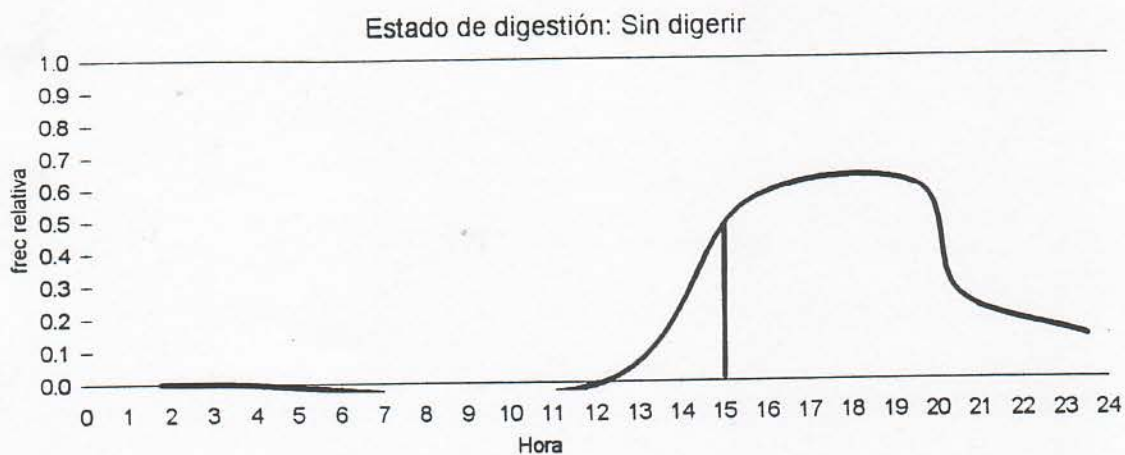


Figura 30 Ciclo horario de los estados de digestión: a) sin digerir b) semidigerido y c) digerido..

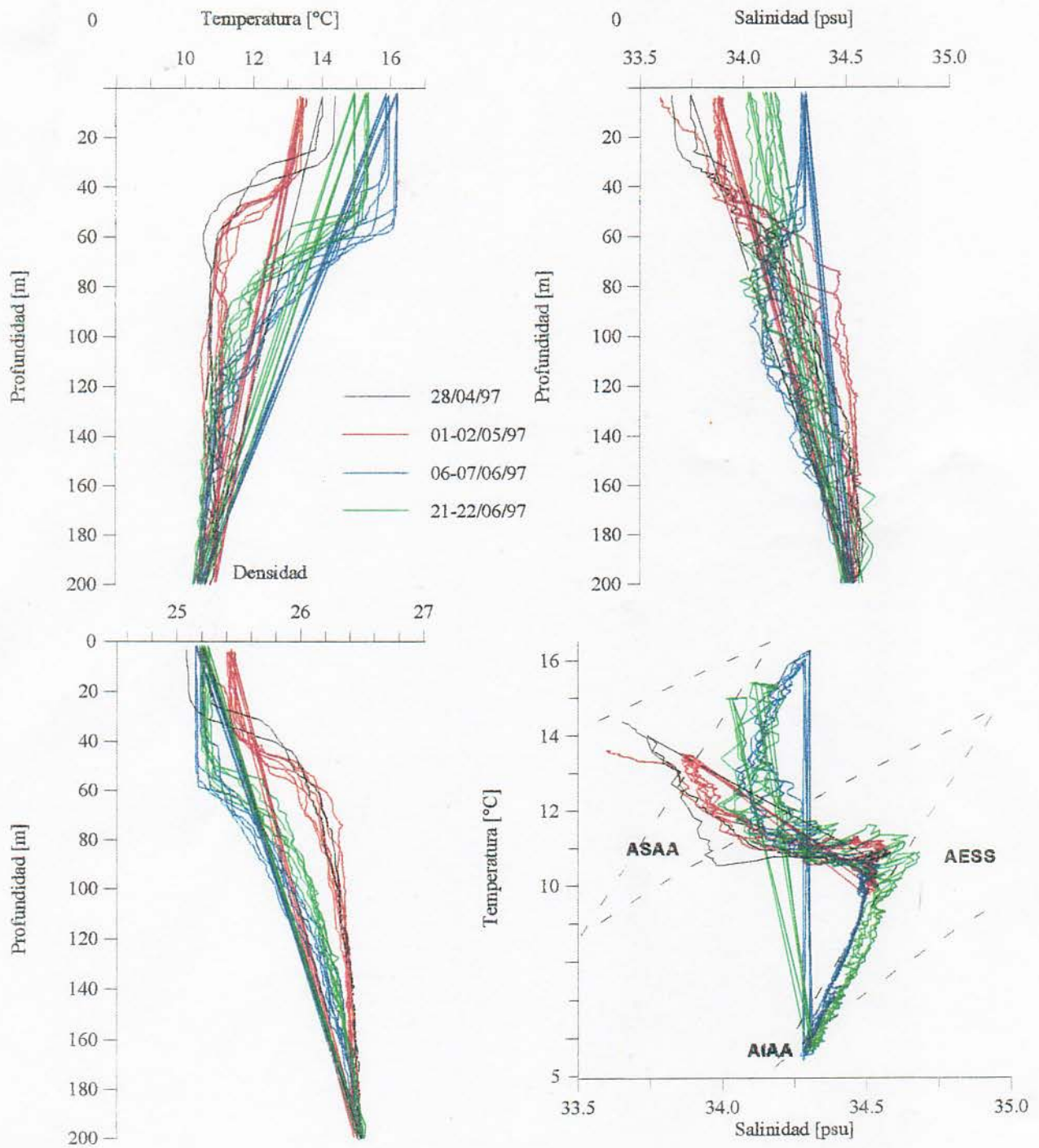


Figura 31 Diagramas de temperatura, salinidad, densidad y TS.

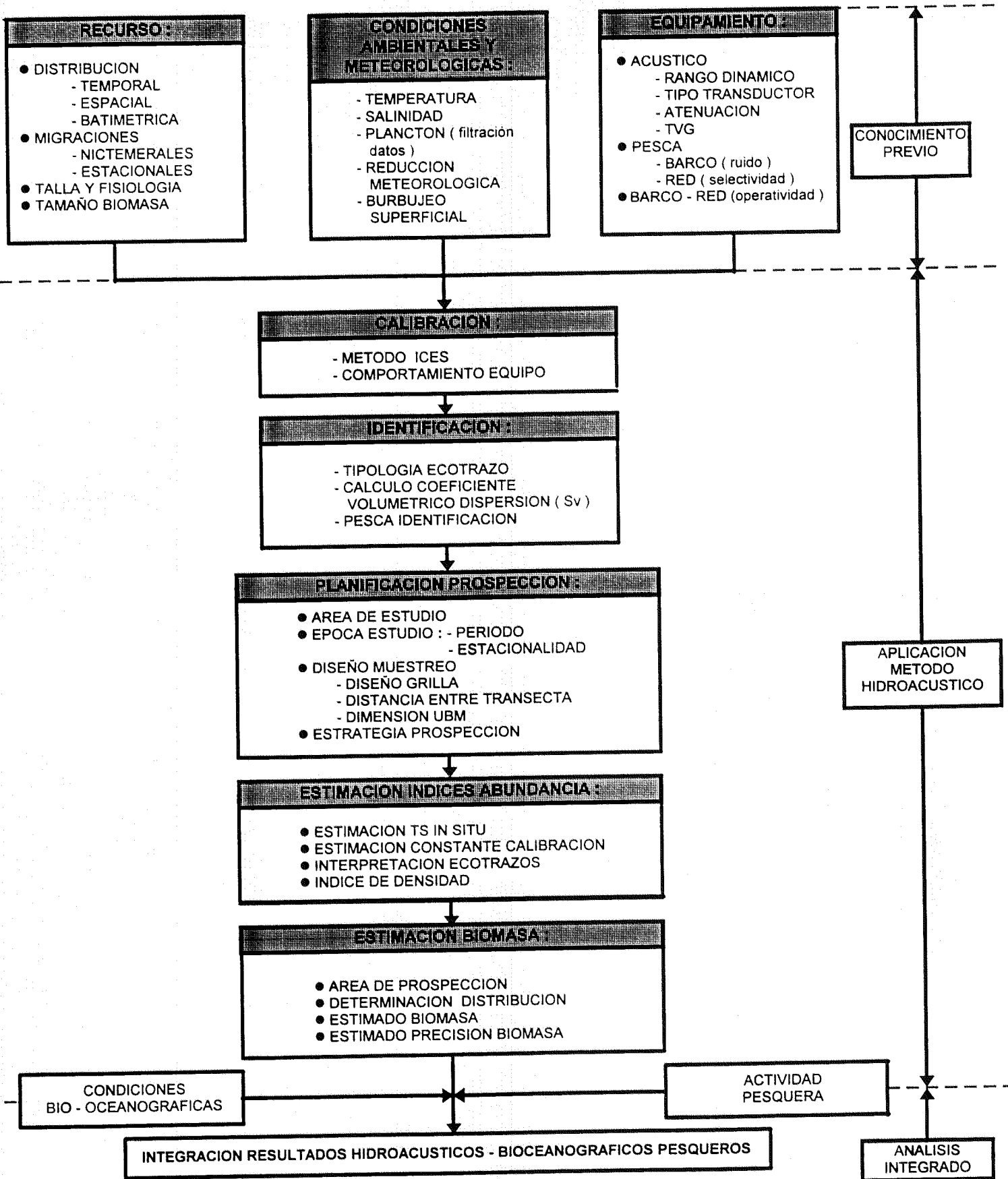


Fig. 32 Esquema del proceso de aplicación del método de evaluación hidroacústica del recurso jurel.

A N E X O S

A N E X O I

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA LA ESTIMACION DEL INDICE DE COBERTURA MODIFICADO (MDC)

Autor: Hugo Robotahm V.

Junio de 1996

**PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA LA ESTIMACION DEL
INDICE DE COBERTURA MODIFICADO (MDC)**

Preparado por

Hugo Robotham V

JUNIO 1996

INDICE DE COBERTURA DE CARDUMENES

Introducción

En los términos de referencia del proyecto "**Evaluación Hidroacústica Recurso Jurel. Zona Centro Sur (fase metodológica)**" se propone realizar un estudio sobre cobertura de cardúmenes de los diferentes cruceros realizados en la zona en los últimos años. Este índice permite correlacionarlo con los coeficientes de variación de la abundancias estimadas y proponer un tamaño de la muestra que asegure niveles de precisión previamente sugeridos por los usuarios de los datos. Con este objetivo se me solicitó llevar a afecto una asesoría consistente en crear un programa para procesar la información permitiendo obtener los índices de cobertura de cada crucero.

Metodología

El programa se construyó en lenguaje FORTRAN. Este programa permite a partir de los registros básicos de los cardúmenes por UBM de un crucero de evaluación con métodos acústicos, obtener la distribución de los cardúmenes en el área de estudio.

La distribución de los cardúmenes se realiza de acuerdo a ciertas premisas y definiciones previas del tamaño de las áreas o celdas que generan el track o transecta. En este caso cada celda tiene una dimensión de 0,215 grados de longitud por un grado de latitud. La razón de mantener estos guarismos se debe a que actualmente sólo se dispone de los parámetros definidos en el Índice de Cobertura Modificado (Robotham y Castillo, 1995¹¹). Estos parámetros fueron obtenidos con 8 cruceros en la zona norte, con un tamaño de celda igual a las dimensiones previamente indicadas. Los tamaños de celda pueden modificarse, en cuyo

¹¹ Changes in Aggregations of Pelagic Resources in North Chile and their Consequences on Acoustic Survey Design. International Symposium on Fisheries and Plancton Acoustics, Aberdeen, Escocia, 12 to 16 junio 1995.

caso deberá estimarse nuevamente los parámetros de la ecuación. La ecuación está definida por

$$CV(\hat{R}) = coefa MDC^{coefb}$$

donde *coefa* y *coefb* son dos parámetros de la ecuación no lineal que deberán ser estimados, $CV(\hat{R})$ representa el coeficiente de variación del estimador de la abundancia relativa por el método acústico y MDC representa el Índice de Cobertura Modificado (Robotham y Catillo, 1995).

El Índice MDC se obtiene usando la expresión

$$MDC_{ij} = \left(\frac{\text{distancia navegada}}{\sqrt{\text{area}}} \right)_j SC_{ij}$$

donde los índices *i, j* representan la especie y el crucero, respectivamente. SC representa el índice de cobertura de celdas con cardumen y que se expresa por

$$SC = \frac{\text{total celdas con cardumen}}{\text{total de celdas}}$$

Este índice es una medida de la homogeneidad de distribución del cardumen en el área de estudio.

Resultados

El programa entrega los siguientes resultados:

- i) Distribución de cardúmenes por transecta y celda.

ii) Los parámetros de entrada para el cálculo de los índices de coberturas.

iii) Finalmente se obtienen los indicadores de Cobertura. Se identifican, entre otros, el Índice de Cobertura Modificado (Robotham y Castillo 1995).

A continuación se presenta el programa computacional, un manual de operaciones, un archivo de prueba y una salida para los datos de prueba.

```

PROGRAM PRUEBA
INTEGER SI, S, CON, PERIODO
C   AUTOR : HUGO ROBOTHAM VARGAS - JUNIO 1996-
REAL M(1000, 5), MM2(400, 40), DLONG(400), LDI(400), LDF(400),
* LTI(400), lgi, lgf, longf, INC, longi, iv, lgmin, lgmax, latf, lati
DIMENSION MM3(400, 40), MM4(400, 40), NFIL(400), NCOL(400),
* LDA(400)
COMMON M
CHARACTER SURVEY*20, BARCO*20, ZONA*20, ESP*20
OPEN(5, FILE='PRUEBA', STATUS='OLD')
OPEN(3, FILE='LPT1')
READ(5, *) SURVEY
READ(5, *) BARCO
READ(5, *) ZONA
READ(5, *) PERIODO
READ(5, *) ESP
READ(5, *) AREA, COEFA, COEFB
READ(5, *) FIL, COL, LGMIN, LGMAX, DELTA

C
C   arreglos igual a cero
C
DO 1 I=1, FIL
  DO 2 J=1, COL
    M(I, J)=0
2  CONTINUE
1  CONTINUE
DO 11 I=1, FIL
  DLONG(I)=0
  LDI(I)=0
  LDF(I)=0
  LTI(I)=0
  NFIL(I)=0
  NCOL(I)=0
  LDA(I)=0
  DO 12 J=1, 40
    MM2(I, J)=0
    MM3(I, J)=0
    MM4(I, J)=0
12 CONTINUE
11 CONTINUE
SI=0
DO 3 I=1, FIL
  READ(5, *) (M(I, J), J=1, COL)
3  CONTINUE

C
C   inicia program
C
DO 4 L=1, FIL
  SI=SI+1
  IF (M(L, 2).EQ.0) THEN
    LONGI=M(L, 5)
    LATI=M(L, 4)
    LTI(M(L, 1))=M(L, 4)
  ENDIF

```



```

IF (M(L,2).EQ.0.AND.M(L,3).EQ.0) GOTO 4
IF (M(L,2).GT.0.AND.M(L,3).GT.0) GOTO 4
IF (M(L,2).GT.0.AND.M(L,3).EQ.0) THEN
  LONGF=M(L,5)
  LATF=M(L,4)
  NUB=M(L,2)
  NTR=M(L,1)
  S=SI-1
  SI=0
ENDIF

```

C
C
C

crear archivo por transecta

```

LGI=INT(LONGI/100)
LGF=INT(LONGF/100)
IV=(LGF-LGI)+(LONGF-100*LGF)/60-(LONGI-100*LGI)/60
INC=IV*60/NUB
DIST=DIST+ABS(IV)
IF (LONGI.LT.LONGF) THEN
  Rlongi=longi
  CALL LIMEN(INC,NTR,NUB,LONGI,MM2)
  longi=rlongi
  LDI(NTR)=MM2(1,NTR)
  LDF(NTR)=MM2(NUB,NTR)
  nnub=nub
  CALL ACUMU(L,S,NTR,NUB,MM3)
  nub=nnub
ENDIF
IF (LONGI.GT.LONGF) THEN
  CALL LIMAY(INC,NTR,NUB,LONGI,MM2)
  NNUB=NUB
  CALL ACUMU(L,S,NTR,NUB,MM3)
  NUB=NNUB

```

C
C
C

ordena longitud de la transecta

```

pas1=0
do 41 jj=1,int(nub/2)
  pas1=mm2(jj,ntr)
  mm2(jj,ntr)=mm2(nub-jj+1,ntr)
  mm2(nub-jj+1,ntr)=pas1
41 continue
  LDI(NTR)=MM2(1,NTR)
  LDF(NTR)=MM2(NUB,NTR)

```

C
C
C

ordena UBM de la transecta

C

```

pas2=0
DO 42 JJ=1,INT(NUB/2)
  PAS2=MM3(JJ,NTR)
  write(*,*) pas2,jj,ntr
  MM3(JJ,NTR)=MM3(NUB-JJ+1,NTR)
  MM3(NUB-JJ+1,NTR)=PAS2
42 CONTINUE

```

```

    ENDIF
4    CONTINUE
C
C    se corrige la longitud
C
    do 51 jj=1,nub
    do 52 ii=1,ntr
RPAS=(MM2(JJ,II)-100*INT(MM2(JJ,II)/100))/60
mm2(jj,ii)=int(mm2(jj,ii)/100)+RPAS
52    continue
51    continue
C
C    se crean los límites y se determinan los grupos
C
lgmin=int(lgmin/100)+(lgmin-100*int(lgmin/100))/60
lgmax=int(lgmax/100)+(lgmax-100*int(lgmax/100))/60
JJ=1
40    DLONG(JJ)=LGMIN+(JJ-1)*DELTA
    IF(DLONG(JJ).LE.LGMAX) THEN
        JJ=JJ+1
        GOTO 40
    ENDIF
    CON=JJ-1
    DO 29 II=1,CON
    LDA(II)=II
29    CONTINUE
C
C    reconstruye matriz final
C
    DO 45 KK=1,NTR
    LL=1
    DO 43 II=1,NUB
    DO 44 JJ=LL,CON
        IF(MM2(II, KK) .GE. DLONG(JJ) .AND. MM2(II, KK) .LT. DLONG(JJ+1))
then
            MM4(JJ, KK)=MM4(JJ, KK)+MM3(II, KK)
            LL=jj
            GOTO 43
        ENDIF
44    CONTINUE
43    CONTINUE
45    CONTINUE
C
C
    DO 900 KK=1,NTR
    LDI(KK)=INT(LDI(KK)/100)+(LDI(KK)-100*INT(LDI(KK)/100))/60
    DO 901 II=1,CON
        IF(DLONG(II+1) .LT. LDI(KK)) THEN
MM4(II, KK)=99
GOTO 901
        ENDIF
GOTO 900
901    CONTINUE
900    CONTINUE

```

C
C

```
DO 902 KK=1,NTR
LDF(KK)=INT(LDF(KK)/100)+(LDF(KK)-100*INT(LDF(KK)/100))/60
DO 903 II=1,CON
IF(DLONG(CON-II).GT.LDF(KK)) THEN
MM4(CON+1-II, KK)=99
GOTO 903
ENDIF
GOTO 902
903 CONTINUE
902 CONTINUE
```

C
C
C

cálculo del Porcentaje de área no vacia

```
do 801 kk=1,ntr
do 802 jj=1,con
IF(MM4(JJ, KK).EQ.99) THEN
N99=N99+1
ENDIF
IF(MM4(JJ, KK).EQ.0) THEN
N00=N00+1
ENDIF
IF(MM4(JJ, KK).NE.99) THEN
NFIL(KK)=NFIL(KK)+MM4(JJ, KK)
NCOL(JJ)=NCOL(JJ)+MM4(JJ, KK)
ENDIF
802 CONTINUE
801 CONTINUE
```

C
C
C

cálculo indicadores de cobertura

```
DIST=DIST+59.86
DC=DIST/SQRT(AREA)
A1=NTR*CON-N99-N00
A2=NTR*CON-N99
SP=A1/A2
DMC=DC*SP
CV=COEFA/DMC** (ABS(COEFB))
```

C
C
C

SALIDAS FINALES

```
WRITE(3,301)
WRITE(3,' (/) ')
WRITE(3,303) SURVEY
WRITE(3,305) BARCO
WRITE(3,307) ZONA
WRITE(3,309) PERIODO
WRITE(3,310) ESP
WRITE(3,311)
WRITE(3,314) (LDA(J), J=1, CON)
WRITE(3,315)
WRITE(3,316)
DO 417 I=1,NTR
```

```

417 WRITE (3,317) LTI (I), (MM4 (J, I), J=1, CON), NFIL (I)
CONTINUE
WRITE (3,318) (NCOL (J), J=1, CON)
WRITE (3, ' (83 (1H*)) ')
WRITE (3, ' (/) ')
WRITE (3,320)
WRITE (3,321) NTR
WRITE (3,323) AREA
WRITE (3,325) DIST
WRITE (3,327) DELTA
WRITE (3,329) COEFA
WRITE (3,331) COEFB
WRITE (3, ' (/) ')
WRITE (3,333)
WRITE (3,335) DC
WRITE (3,337) SP
WRITE (3,339) DMC
WRITE (3,341) CV
WRITE (3, ' (/) ')
WRITE (3,343)
I=1
WRITE (3,345) I, DLONG (I)
J=CON
WRITE (3,345) J, DLONG (J)
WRITE (*,*) ' .....PROGRAMA TERMINADO
(H.R.V-JUNIO-1996) '

```

```

C
C   FORMATOS
C

```

```

301 FORMAT (1H, 'CALCULO: INDICES COBERTURA DE CARDUMENES
* (H.R.V-JUNIO-96) ')
303 FORMAT (1X, 'CRUCERO :', A20)
305 FORMAT (1X, 'BARCO :', A20)
307 FORMAT (1X, 'ZONA :', A20)
309 FORMAT (1X, 'PERIODO :', I4)
310 FORMAT (1X, 'ESPECIE :', A20/82 (1H*))
311 FORMAT (1H, ' ----- CELDAS (longitud)
----- ')
314 FORMAT (1H, 6X, 20 (I4))
315 FORMAT (1H, 83 (1H*))
316 FORMAT (1H, 'TRAN ')
317 FORMAT (1H, F5.0, 1X, 20 (I4), 3X, I4)
318 FORMAT (1X, 'TOTAL', 1X, 20 (I4))
320 FORMAT (1H, 'PARAMETROS DE ENTRADA'/22 (1H*))
321 FORMAT (1X, 'TOTAL TRANSECTAS (n) :', I2)
323 FORMAT (1X, 'AREA CRUCERO (mn2) :', F10.2)
325 FORMAT (1X, 'DISTANCIA NAVEGADA (mn2) :', F10.2)
327 FORMAT (1X, 'TAMAÑO CELDA (°long) :', F10.3)
329 FORMAT (1X, 'COEFICIENTE a :', F7.4)
331 FORMAT (1X, 'COEFICIENTE b :', F7.4)
333 FORMAT (1X, 'INDICADORES COBERTURA'/22 (1H*))
335 FORMAT (1X, 'GRADO COBERTURA DC :', F7.2)
337 FORMAT (1X, 'CELDAS POSITIVAS (%) SP :', F7.4)
339 FORMAT (1X, 'COBERTURA MODIFICADA DMC :', F7.4)

```

```
341 FORMAT(1X, 'COEFICIENTE VARIACION CV:', F7.4)
343 FORMAT(1H, 'INFORMACION ADICIONAL'/22(1H*))
345 FORMAT(1X, 'CELDA (' , I2, '): °longitud =', F4.1)
END
```

C

```
SUBROUTINE LIMEN(IN, NT, NU, LOGI, M2)
```

C

```
REAL M2(400, 40), IN, LOGI
DO 22 K=1, NU
F=(LOGI-100*INT(LOGI/100))+IN
  IF (F.GE.60) THEN
    R=F+40
    LOGI=100*INT(LOGI/100)+R
    M2(K, NT)=LOGI
    LONGI=M2(K, NT)
  ELSE
    M2(K, NT)=LOGI+IN
    LOGI=M2(K, NT)
```

```
  ENDIF
22 CONTINUE
RETURN
END
```

C

```
SUBROUTINE LIMAY(IN, NT, NU, LOGI, M2)
```

C

```
REAL M2(400, 40), IN, LOGI
DO 33 K=1, NU
F=(LOGI-100*INT(LOGI/100))+IN
  IF (F.LT.0) THEN
    R=F-40
    LOGI=100*INT(LOGI/100)+R
    M2(K, NT)=LOGI
    LOGI=M2(K, NT)
  ELSE
    M2(K, NT)=LOGI+IN
    LOGI=M2(K, NT)
```

```
  ENDIF
33 CONTINUE
RETURN
END
```

C

```
SUBROUTINE ACUMU(L1, S1, NT, NU, M3)
INTEGER S1
```

C

```
REAL M(1000, 5)
DIMENSION M3(400, 40)
COMMON M
j=0
num=0
R=0
DO 64 K=L1-S1, L1-1
  IF (M(K, 2).EQ.0) GOTO 64
  IF (M(K, 2).LT.M(k+1, 2).AND.R.EQ.0) THEN
    nu=m(k, 2)
```

```
    nt=m(k,1)
    m3(nu,nt)=m(k,3)
ENDIF
IF (M(K,2).EQ.M(K+1,2)) THEN
R=1
J=J+1
ENDIF
IF (M(K,2).LT.M(K+1,2).AND.R.EQ.1) THEN
    DO 63 K1=K-J,K
        NUM=NUM+M(K1,3)
63  CONTINUE
        NU=M(K,2)
        NT=M(K,1)
        M3(NU,NT)=NUM
        NUM=0
        J=0
        R=0
    ENDIF
64  CONTINUE
RETURN
END
```

MANUAL DE OPERACION PROGRAMA FORTRAN : PRUEBA.EXE

CREACION DE ARCHIVOS

1. Crear un archivo ASCII de nombre PRUEBA. El archivo no debe tener extensión.
2. El archivo debe tener la siguiente estructura:

Cada instrucción a continuación representa un registro del archivo,

'Nombre del crucero'

'Nombre del barco'

'Zona de estudio'

Año

'Especie'

Area coefa coefb

Fil Col Lgmin Lgmax Delta

Transecta NUB Cardumen Latitud Longitud

Transecta NUB Cardumen Latitud Longitud

Transecta NUB Cardumen Latitud Longitud

.....

.....

.....

.....

Transecta NUB Cardumen Latitud Longitud

Cada uno de los registros anteriores se explican a continuación:

- a) El primer registro contiene el nombre del archivo. Este debe ir entre cremillas ' ' y el nombre tiene un máximo de 20 caracteres.
- b) El segundo registro contiene el nombre del barco. También va entre cremillas y tiene un máximo de 20 caracteres.
- c) El tercer registro contiene la zona de estudio. Al igual que los anteriores debe ir entre cremillas y tiene 20 caracteres como máximo.
- d) El cuarto registro contiene el año del crucero o estudio.
- e) El quinto registro contiene el nombre de la especie. Debe ir el nombre entre cremillas con un máximo de 20 caracteres.
- f) El sexto registro contiene 3 variables. Estas variables corresponden a: i) área del estudio; ii) coeficientes $a=0.4142$ y ; iii) coeficiente $b=-.6334$. Los valores a y b, fueron estimados de un estudio anterior y por lo tanto están sujetos a modificaciones por parte del usuario del programa.
- g) El séptimo registro contiene 5 variables. Estas variables corresponden a: i) número total de registros; ii) número total de columnas del registro; iii) longitud mínima observada en el crucero; iv) longitud máxima observada en el crucero y v) longitud máxima de la celda de cada transecta. Este valor se encuentra fijo e igual a 0.216 grados de longitud. También este valor está sujeto a modificaciones por el usuario, sin embargo, debe tener la precaución de volver a estimar los coeficientes a y b del modelo.
- h) Los siguientes registros contienen cada uno un total de 5 columnas. Cada uno de estos registros se repiten tantas veces como **número de registros** se indican en g) punto i).

La estructura de estos registros contienen un total de 5 variables: i) número de la transecta; ii) número de la UBM; iii) número de cardúmenes de la UBM; iv) Latitud de la UBM y v) Longitud de la UBM.

El primero y último registro de cada transecta debe contener el **número 0** en la tercera columna, correspondiente a la variable iii) número de cardúmenes.

El primer registro de cada transecta debe contener además el **número 0** en la segunda columna, correspondiente a la variable ii) número de la UBM.

EJECUCION DEL PROGRAMA

Para poder correr el programa se deberá, a parte de tener el archivo de datos **PRUEBA**, el programa ejecutable llamado **PRUEBA.EXE** y una impresora para la salida del programa que ha sido ejecutado.

Tanto el archivo de datos como el programa ejecutable deben estar en el mismo directorio. Su ejecución se obtiene tipeando la palabra **PRUEBA**.

MODIFICACIONES

Cualquier modificación del programa es posible hacerlo siempre que se tenga un compilador **FORTRAN**.

'INDUSUR 9101'

'ABATE MOLINA'

'TALCAHUANO'

1991

'JUREL'

30000 0.4142 -.6334

199	5	7208.42	7553.43	0.215
1	0	0	3500.03	7214.11
1	4	1	3500.42	7220.36
1	26	1	3500.02	7244.88
1	26	2	3500.01	7245.78
1	27	1	3500.00	7245.97
1	27	2	3500.00	7246.59
1	41	1	3500.01	7304.27
1	44	1	3500.00	7307.54
1	47	1	3500.00	7310.56
1	102	0	3459.52	7411.64
2	0	0	3521.43	7427.05
2	68	1	3520.14	7306.60
2	69	1	3520.26	7304.14
2	90	1	3520.12	7239.01
2	91	1	3520.15	7238.20
2	96	0	3519.74	7230.98
3	0	0	3539.00	7239.05
3	5	1	3539.60	7243.60
3	5	2	3539.60	7244.19
3	6	1	3539.60	7244.51
3	24	1	3539.94	7306.13
3	27	1	3540.00	7307.23
3	31	1	3540.00	7319.25
3	43	1	3540.00	7336.14
3	78	1	3540.66	7422.17
3	104	0	3557.00	7449.05
4	0	0	3600.55	7449.74
4	94	0	3559.96	7249.41
5	0	0	3619.99	7255.20
5	19	1	3620.05	7318.45
5	32	1	3619.89	7335.05
5	33	1	3619.89	7335.20
5	33	2	3619.89	7335.87
5	34	1	3619.88	7336.64
5	36	1	3620.00	7339.51
5	39	1	3620.20	7342.32
5	39	2	3620.23	7342.93
5	45	1	3620.32	7347.57
5	89	1	3620.09	7348.83
5	94	0	3620.08	7455.76
6	0	0	3640.67	7501.00
6	7	1	3640.57	7454.14
6	12	1	3640.53	7447.94
6	16	1	3640.51	7443.36
6	17	1	3640.51	7442.08
6	19	1	3640.48	7439.02
6	27	1	3640.35	7429.79

6	32	1	3640.02	7423.10
6	77	1	3640.33	7327.77
6	79	1	3640.37	7325.13
6	82	1	3640.31	7321.51
6	82	2	3640.31	7321.46
6	84	1	3640.17	7318.99
6	84	2	3640.14	7318.60
6	90	0	3640.03	7310.78
7	0	0	3700.07	7337.20
7	11	1	3700.04	7349.78
7	12	2	3700.05	7350.48
7	17	1	3700.41	7357.14
7	17	2	3700.40	7357.72
7	18	1	3700.40	7358.54
7	23	1	3700.36	7404.27
7	34	1	3700.01	7416.95
7	65	1	3700.12	7457.26
7	77	1	3700.26	7512.57
7	86	0	3700.38	7525.49
8	0	0	3720.03	7533.71
8	13	1	3720.11	7518.05
8	13	2	3720.11	7517.57
8	16	1	3720.18	7513.94
8	23	1	3719.96	7504.82
8	23	2	3719.95	7504.01
8	27	1	3719.89	7500.15
8	32	1	3719.96	7453.96
8	33	1	3720.00	7452.61
8	33	2	3720.00	7452.48
8	36	1	3720.00	7449.14
8	39	1	3720.00	7444.83
8	57	1	3719.74	7421.60
8	58	1	3719.80	7420.24
8	59	1	3719.81	7419.75
8	59	2	3719.84	7418.99
8	62	1	3719.96	7416.02
8	63	1	3720.00	7413.78
8	64	1	3720.00	7412.26
8	68	1	3720.00	7408.46
8	74	1	3720.00	7401.17
8	82	1	3720.00	7352.46
8	84	1	3720.00	7352.31
8	88	0	3720.00	7343.90
9	0	0	3740.46	7344.31
9	29	1	3739.94	7421.54
9	32	1	3739.93	7425.30
9	32	2	3739.93	7425.32
9	37	1	3740.21	7431.44
9	41	1	3740.18	7436.72
9	42	1	3740.18	7437.93
9	67	1	3740.14	7445.65
9	55	1	3739.90	7457.00
9	59	1	3740.03	7503.03
9	74	1	3740.00	7522.31

9	90	0	3741.21	7546.76
10	0	0	3802.53	7535.11
10	30	1	3800.46	7458.81
10	34	1	3800.26	7454.40
10	34	2	3800.25	7454.30
10	34	3	3800.22	7453.75
10	38	1	3760.03	7448.41
10	42	1	3800.48	7443.89
10	44	1	3800.53	7441.01
10	44	2	3800.52	7440.74
10	45	1	3800.44	7439.79
10	45	2	3800.43	7439.66
10	46	1	3800.38	7439.06
10	50	1	3800.01	7433.22
10	53	1	3759.81	7429.90
10	54	1	3759.69	7428.02
10	58	1	3759.69	7423.33
10	59	1	3759.71	7422.21
10	61	1	3759.76	7419.18
10	67	1	3800.04	7412.20
10	67	2	3800.07	7411.85
10	67	3	3800.08	7411.70
10	88	0	3800.10	7344.11
11	0	0	3820.90	7405.25
11	19	1	3820.13	7428.45
11	19	2	3820.13	7428.76
11	19	3	3820.13	7429.48
11	21	1	3820.11	7431.99
11	22	1	3820.09	7433.03
11	22	2	3820.09	7433.52
11	23	1	3820.03	7434.60
11	25	1	3819.99	7435.85
11	26	1	3820.00	7436.43
11	26	2	3820.01	7436.61
11	26	3	3820.02	7436.87
11	27	1	3820.02	7437.68
11	27	2	3820.00	7438.35
11	28	1	3819.98	7439.61
11	29	1	3819.97	7440.31
11	35	1	3820.42	7448.03
11	36	1	3820.48	7449.38
11	41	1	3820.41	7455.34
11	86	0	3820.11	7460.00
12	0	0	3840.94	7553.43
12	24	1	3840.25	7506.79
12	24	2	3840.23	7506.19
12	38	1	3841.71	7445.99
12	41	1	3841.52	7443.26
12	42	1	3841.39	7441.65
12	43	1	3841.28	7440.39
12	48	1	3840.65	7433.98
12	49	1	3840.56	7432.91
12	49	2	3840.52	7432.53
12	51	1	3840.19	7429.32

12	52	1	3840.52	7428.24
12	52	2	3840.09	7428.13
12	58	1	3839.99	7421.18
12	65	1	3840.10	7411.40
12	69	1	3840.12	7406.27
12	71	1	3840.32	7403.50
12	73	1	3840.33	7400.58
12	73	2	3840.33	7400.53
12	75	1	3840.34	7358.30
12	75	2	3840.33	7357.42
12	75	3	3840.32	7357.26
12	77	1	3840.31	7355.63
12	77	2	3840.31	7355.52
12	77	3	3840.30	7355.32
12	84	0	3840.30	7345.79
13	0	0	3900.02	7526.56
13	3	1	3900.00	7523.05
13	32	1	3900.10	7446.58
13	32	2	3900.12	7445.94
13	36	1	3900.07	7440.62
13	38	1	3900.01	7438.74
13	45	1	3859.90	7429.31
13	45	2	3859.90	7428.83
13	69	1	3900.08	7358.82
13	70	1	3899.93	7357.97
13	74	1	3859.36	7351.60
13	76	1	3859.49	7348.57
13	78	1	3859.53	7347.20
13	78	2	3859.54	7347.00
13	78	3	3859.56	7346.41
13	78	4	3859.57	7346.16
13	88	0	3900.02	7332.96
14	0	0	3919.48	7521.06
14	29	1	3919.89	7445.16
14	30	1	3919.94	7444.42
14	30	2	3920.00	7443.54
14	63	1	3920.08	7357.09
14	64	1	3920.08	7355.67
14	64	2	3920.08	7355.52
14	80	0	3920.08	7336.40
15	0	0	3940.19	7336.32
15	18	1	3939.87	7359.96
15	20	1	3939.90	7402.42
15	88	0	3940.62	7533.60

TITULO: INDICES COBERTURA DE CARDUMENES

(H.R.V-JUNIO-96)

CRUCERO :INDUSUR 9101
 BARCO :ABATE MOLINA
 LOCALIDAD :TALCAHUANO
 PERIODO :1991
 ESPECIE :JUREL

 ----- CELDAS (longitud) -----

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PAN																		
00.	1	0	6	0	3	0	0	0	0	0	0	99	99	99	99	99	99	99
021.	99	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	99	99	99	99	99	99
039.	99	99	4	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	99	99	99	99
001.	99	99	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	99	99	99
020.	99	99	99	0	0	1	4	5	1	0	0	0	0	0	99	99	99	99
041.	99	99	99	99	0	7	1	0	0	0	2	3	2	0	0	99	99	99
000.	99	99	99	99	99	99	0	1	6	1	1	0	0	1	1	0	0	99
020.	99	99	99	99	99	99	99	2	1	4	5	0	6	4	4	0	0	99
040.	99	99	99	99	99	99	99	0	0	0	4	3	0	2	0	1	0	0
003.	99	99	99	99	99	99	99	0	0	6	5	9	7	1	0	0	0	99
021.	99	99	99	99	99	99	99	99	99	6	19	1	0	0	0	99	99	99
041.	99	99	99	99	99	99	99	0	15	3	1	8	4	0	3	0	0	0
000.	99	99	99	99	99	99	0	12	2	0	3	2	3	0	0	1	0	99
019.	99	99	99	99	99	99	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	99	99
040.	99	99	99	99	99	99	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	99
TAL	1	0	12	0	7	9	6	20	31	21	40	30	22	8	8	2	0	0

PARAMETROS DE ENTRADA

 TOTAL TRANSECTAS (n):15
 AREA CRUCERO (mn2): 30000.00
 DISTANCIA NAVEGADA (mn2): 1680.26
 ANCHO CELDA (°long): .215
 EFICIENTE a : .4142
 EFICIENTE b : -.6334

INDICADORES COBERTURA

 GRADO COBERTURA DC: 9.70
 CELDAS POSITIVAS(%) SP: .3734
 COBERTURA MODIFICADA DMC: 3.6225
 EFICIENTE VARIACION CV: .1833

FORMACION ADICIONAL

 CELDA (1): °longitud =72.1
 CELDA (18): °longitud =75.8

A N E X O II

ANALISIS MULTIVARIADO DE DATOS HIDROACUSTICOS EXPERIMENTALES EN PERIODO DIURNO NOCTURNO

Autor: Hugo Robotahm V.

Agosto de 1996

**ANALISIS MULTIVARIADO DE DATOS HIDROACUSTICOS
EXPERIMENTALES EN PERIODOS DIURNOS NOCTURNO**

Preparado por

Hugo Robotham V

Agosto 1996

BIBLIOGRAFIA

Lachenbruch, P. A and M.R Goldstein. 1979. Discriminant Analysis. Biometrics 35:69-85.

Laurec A. 1979. Analyse de Données et modèles prévisionnels en écologie marine. Thèse dr. Etat èsSciences Naturelles. Uni. Aix-Marseille.

Maniy, Briyan F J. 1986. Multivariate Statiscal Methods. Chapman and Hall.

Morrison. D. F 1976. Multivariate Statiscal Methods. New York: McGraw-Hill.

Scalabrin C. and J. Massé. 1993. Acoustic detection of the spatial and temporal distribution of fish in the Bay of Biscay. Aquat Living Resour. 269-283.

A N E X O III

SECCION TROFODINAMICA

Autor: Hugo Arancibia F.

Julio de 1996

PROYECTO FIP 95-07

"EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL RECURSO JUREL EN LA ZONA CENTRO-SUR.
FASE CRUCERO METODOLÓGICO"

SECCIÓN TRÓFODINAMICA

por

Hugo Arancibia F.
Sección Pesquerías
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción
Casilla 2407-10
Fono: (41) 234985, Anexos 2382 y 4502
Fax: (41) 225400

Concepción, julio 02 de 1996.

ANALISIS MULTIVARIADO DE DATOS HIDROACUSTICOS EXPERIMENTALES EN PERIODOS DIURNOS NOCTURNO

1. INTRODUCCION

El proyecto "Evaluación Hidracústica del Recurso Jurel, Zona Centro Sur (fase metodológica)" ha considerado en su propuesta técnica realizar el análisis de datos acústicos provenientes de 5 diseños de experimentos previamente realizados entre los años 1991 y 1994. Los experimentos consistieron en la realización de una evaluación acústica replicada sobre una misma transecta, una evaluación de la transecta es realizada durante el día y luego es replicada en la noche en la misma posición de latitud. Cada diseño consideró un número no necesariamente igual de transectas y las longitudes de cada transecta por diseño fue constante pero levemente diferente entre diseños.

El presente estudio tiene como objetivo realizar un estudio de los datos experimentales en forma conjunta para los 5 diseños, a través de herramientas estadísticas de tipo multivariada que permitan identificar estructuras y patrones diurno nocturno del recurso.

2. METODOLOGIA

Datos

La información disponible consistió en un total de 5 diseños realizados en los periodos siguientes:

Diseño 1 (1991) : Diseño 2 (1991) : Diseño 3 (1992) : Diseño 4 (1994) :
Diseño 5 (1994)

En cada diseño se consideró la siguiente información básica:

1. Año
2. Período diurno - nocturno
3. Número de la transecta
4. Número de la UBM
5. Tipo de Agregación
6. Latitud
7. Longitud

- 8 .Profundidad media
- 9 .Altura media
- 10.Densidad

No todos los diseños cuentan con la misma cantidad de transectas ni de UBM por transecta, sin embargo, estas fluctuaron en ordenes de 4-5 transecta dia/noche , respectivamente y 14-18 UBM por transecta. Dentro de cada transecta se cuenta además con información del tipo y número de agregaciones por UBM. Las agregaciones se clasificaron en tres tipos: Cardumen , Estrato y Disperso.

Tomando las transectas como unidades de observación se definieron al interior de ellas un total de 26 variables, las que permitían mediante indicadores generales, acústicos, morfológicos y energéticos caracterizar la transecta propiamente tal y cada uno de los tres tipos de agregaciones previamente indicadas.

De este modo se identificaron las siguientes 26 variables:

- 2 . número de ubm positivas
- 3 . altura media
- 4 . profundidad media
- 5 . índice ubm positivas
- 6 . coef. var. densidad transecta
- 7 . porcentaje densidad resp. diseño
- 8 . porcentaje densidad resp. dia/noche
- 9 . número de cardúmenes
- 10 . altura media cardumen
- 11 . profundidad media cardumen
- 12 . índice ubm positiva cardumen
- 13 . coef. var. densidad cardumen
- 14 . porcentaje densidad cardumen resp. transecta
- 15 . número de estratos
- 16 . altura media estrato
- 17 . profundidad media estrato
- 18 . índice ubm positiva estrato
- 19 . coef. var. densidad estrato
- 20 . porcentaje densidad estrato resp. transecta
- 21 . número de disperso
- 22 . altura media disperso
- 23 . profundidad media disperso
- 24 . índice ubm positiva disperso
- 25 . coef. var. densidad disperso
- 26 . porcentaje densidad disperso resp. transecta
- 27 . presencia dia-noche

Las variables 5, 12, 18 y 24 definidas como índices, miden al éxito de encuentro del tipo de agregación, dado por la relación entre el número de UBM positivas en la transecta y el número total de UBM de la transecta.

Las variables 6, 13, 19 y 25 definidas como coeficientes de variación, miden la homogeneidad de la densidad de los diferentes tipos de cardúmenes dentro de la transecta, esta relación se obtuvo dividiendo la desviación estándar de la densidad por su valor medio.

Las variables 14, 20 y 26 definidas como porcentaje de densidad, miden la relación porcentual de la densidad del tipo de agregación respecto a la densidad total en la transecta.

Las variables 7 y 8 definidas también como porcentajes, miden la relación de peso relativo de la densidad de la transecta pero respecto al diseño y período, respectivamente.

Las variables restantes se definen de manera obvia, respecto de la transecta.

Análisis de Componentes Principales

Un primer análisis consistió en aplicar Análisis de Componentes Principales (ACP). Esta técnica además de ser una técnica de reducción es una técnica descriptiva y en este sentido se usará. El ACP se le considera como una técnica de ordenación métrica (Laurec, 1979; Maniy, 1986; Scalabrin and Massé, 1993) cuyo objetivo es encontrar un espacio de dimensión reducida que entregue un ajuste adecuado de las observaciones y las variables.

Dos modos de análisis pueden ser realizados, modo de las variables o R^p y modo de las observaciones o R^n . Para efectos de estos análisis las variables fueron estandarizadas. Se utilizaron dos tipos de transformaciones en las variables, dependiendo del tipo de variable:

$$\ln(x) \text{ y } \arcsin\sqrt{x+0.01}$$

La función arcsin fue utilizada en variables del tipo porcentaje.

El objetivo de las estandarizaciones y transformaciones es lograr el mejor ajuste posible a la distancia entre los puntos individuos y dar un peso igual a cada una de las variables.

Análisis Discriminante Lineal

Si el patrón diurno nocturno son evidentes, entonces un Análisis Discriminante Lineal Multivariado (Morrison, 1976; Lachenbruch and Goldstein, 1979; Manly, 1986) debería permitir identificar el grado de discriminación de las variables estudiadas sobre las poblaciones definidas aquí como Diurna y Nocturna, respectivamente. En este sentido, se utilizó un análisis discriminante a los mismos datos anteriores. Adicionalmente, se presenta una estimación tipo **Bootstrap del Análisis discriminante**.

3. RESULTADOS Y ANALISIS

La tabla 1 presenta las variables descriptoras particionadas en tres conjuntos:

- a) Una variable de tipo ilustrativa de tipo cualitativa con dos modalidades, identificada como día (1) y noche (2).
- b) Quince variables descriptoras de tipo continua denominadas variables activas. Estas variables son las que fueron considerada en el ACP y se refieren a descriptores asociadas con la composición de cada transecta en función al tipo de agregación.
- c) Diez variables continuas denominadas ilustrativas dirigidas principalmente a caracterizar en forma global la transecta, esto es, sin hacer consideraciones respecto a la agregación. Se incluyen algunos indicadores acusticos como UBM positivas por tipo de agregación.

En la tabla 2 se presentan: la tabla de correlaciones entre las variables activas, el histograma de los valores propios y las coordenadas a los 5 primeros ejes principales, incluidas las variables continuas ilustrativas.

Análisis modo R^n para el ACP.

Las figuras 1 y 2 muestran los planos factoriales de las variables activas formadas por los ejes factoriales 1-2 y 1-3, respectivamente.

El primer plano da cuenta del 56% de la varianza. El factor 1 (también denominado eje 1) representa el 33 % de la varianza y está caracterizado por las variables o descriptores asociados con las agregaciones de tipo cardúmen, estas variables están fuertemente correlacionadas.

El factor 2 representa el 23% de la varianza. Este factor está caracterizado por las variables descriptoras asociada con agregaciones tipo estrato.

La característica ortogonal de estos vectores propios indica que las variables descriptoras asociadas con las agregaciones tipo cardúmen y tipo estrato no se encuentran correlacionadas, constituyendo configuraciones de características diferentes.

Por otra parte, de la figura 3, donde se muestra la representación en el plano de los ejes 1-2 para las variables descriptoras ilustrativas, se evidencia que el factor 1 está asociado principalmente con los descriptores generales de la transecta. Lo que significa que indicadores asociados a los cardúmenes observado en el análisis con las variables activas se comportan de una forma similar a las variables descriptoras para indicadores de la transecta global.

El segundo plano da cuenta del 48% de la varianza. El factor 3 representa el 16% de la varianza y está caracterizado por las variables descriptoras de las agregaciones tipo dispersa. Se puede también concluir por razones de ortonormalidad de los ejes principales que las agregaciones dispersas y cardúmenes son no correlacionadas.

Análisis modo R^p para el ACP.

La figura 4 presentan el diagrama de dispersión de las 42 transectas en los planos formados por los ejes principales 1-2.

Los puntos sobre los planos se encuentran representados por una etiqueta que permite identificar a: el diseño (primer dígito), el periodo diurno (1) - nocturno (2) (segundo dígito) y el número de la transecta (tercer y cuarto dígito).

Es evidente que el primer plano dado por los ejes 1-2 separa las transectas diurnas de las nocturnas. La evidencia es posible confirmaria al representar la variable ilustrativa dia-noche en el plano (figura 5), la oposición de las modalidades es muy clara.

Tabla 1

1 CUESTIONES ILUSTRATIVAS	2 MODALIDADES ASOCIADAS
27 . dia-noche	(2 MODALIDADES)
<hr/>	
15 VARIABLES ACTIVAS	
10 . altura media cardumen	(CONTINUA)
11 . profundidad media cardumen	(CONTINUA)
12 . indice ubm positiva cardumen	(CONTINUA)
13 . coef. var. densidad cardumen	(CONTINUA)
14 . porcentaje densidad cardumen resp. transecta	(CONTINUA)
16 . altura media estrato	(CONTINUA)
17 . profundidad media estrato	(CONTINUA)
18 . indice ubm positiva estrato	(CONTINUA)
19 . coef. var. densidad estrato	(CONTINUA)
20 . porcentaje densidad estrato resp. transecta	(CONTINUA)
22 . altura media disperso	(CONTINUA)
23 . profundidad media disperso	(CONTINUA)
24 . indice ubm positiva disperso	(CONTINUA)
25 . coef. var. densidad disperso	(CONTINUA)
26 . porcentaje densidad disperso resp. transecta	(CONTINUA)
<hr/>	
10 VARIABLES ILUSTRATIVAS	
2 . numero de ubm positivas	(CONTINUA)
3 . altura media	(CONTINUA)
4 . profundidad media	(CONTINUA)
5 . indice ubm positivas	(CONTINUA)
6 . coef. var. densidad transecta	(CONTINUA)
7 . porcentaje densidad resp. periodo	(CONTINUA)
8 . porcentaje densidad resp. dia/noche	(CONTINUA)
9 . numero de cardumenes	(CONTINUA)
15 . numero de estratos	(CONTINUA)
21 . numero de disperso	(CONTINUA)

Tabla 2

MATRIZ DE CORRELACIONES

	hcar	pcar	icar	cvca	srca	hest	pest	iest	cves	sres	hdis	pdis	idis	cvdi	srdi
hcar	1.00														
pcar	.78	1.00													
icar	.73	.55	1.00												
cvca	.72	.62	.78	1.00											
srca	.64	.42	.71	.82	1.00										
hest	-.07	.09	-.20	-.02	-.06	1.00									
pest	.02	.25	-.10	.07	-.04	.78	1.00								
iest	-.26	-.10	-.24	-.12	-.19	.82	.76	1.00							
cves	-.42	-.17	-.40	-.40	-.35	.59	.59	.71	1.00						
sres	.38	.51	.26	.30	.11	.45	.49	.30	-.01	1.00					
hdis	.40	.41	.36	.39	.28	-.13	.00	-.20	-.23	.03	1.00				
pdis	.28	.37	.16	.20	.14	-.02	.16	-.12	-.03	.03	.91	1.00			
idis	.09	.20	.12	.22	.17	-.08	-.12	-.21	-.16	-.02	.66	.59	1.00		
cvdi	.21	.30	.31	.39	.31	.25	.15	.07	-.13	.32	.42	.41	.50	1.00	
srdi	-.07	.07	-.05	.02	.01	.09	.03	.00	.12	-.01	.32	.30	.59	.22	1.00

EDICION DE LOS VALORES PROPIOS

PRECISION DE LOS CALCULOS : TRAZA ANTES DIAGONALIZACION... 15.0000
 SUMA DE LOS VALORES PROPIOS... 15.0000

HISTOGRAMA DE LOS 15 PRIMEROS VALORES PROPIOS

NUMERO	VALOR PROPIO	PORCENTA.	PORCENTA. ACUMU.
1	4.9708	33.14	33.14
2	3.3782	22.52	55.66
3	2.4097	16.06	71.72
4	.9675	6.45	78.17
5	.8526	5.68	83.86
6	.7387	4.92	88.78
7	.3570	2.38	91.16
8	.3260	2.17	93.34
9	.2454	1.64	94.97
10	.2190	1.46	96.43
11	.1970	1.31	97.75
12	.1355	.90	98.65
13	.0977	.65	99.30
14	.0758	.51	99.81
15	.0291	.19	100.00

COORDENADAS DE LAS VARIABLES EN LOS EJES 1 A 5

VARIABLES	COORDENADAS					CORRELACIONES VARIABLE FACTOR					EJES UNITARIOS				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
hcar - altura media cardume	-.82	-.07	-.37	-.22	-.01	-.82	-.07	-.37	-.22	-.01	-.37	-.04	-.24	-.22	-.01
pcar - profundidad media ca	-.73	-.31	-.20	-.31	.14	-.73	-.31	-.20	-.31	.14	-.33	-.17	-.13	-.32	.15
icar - indice ubm positiva	-.79	-.04	-.36	.11	-.18	-.79	-.04	-.36	.11	-.18	-.36	-.02	-.23	.11	-.17
cvca - coef. var. densidad c	-.83	-.13	-.32	.23	-.18	-.83	-.13	-.32	.23	-.18	-.37	-.07	-.20	.23	-.19
srca - porcentaje densidad	-.73	.00	-.31	.35	-.36	-.73	.00	-.31	.35	-.36	-.33	.00	-.20	.36	-.39
hest - altura media estrato	.19	-.90	-.05	.15	.01	.19	-.90	-.05	.15	.01	.09	-.49	-.03	.15	.01
pest - profundidad media es	.09	-.91	-.07	-.15	-.10	.09	-.91	-.07	-.15	-.10	.04	-.50	-.05	-.16	-.10
iest - indice ubm positiva	.38	-.83	-.07	.11	-.18	.38	-.83	-.07	.11	-.18	.17	-.45	-.04	.11	-.20
cves - coef. var. densidad	.53	-.62	.16	-.05	-.34	.53	-.62	.16	-.05	-.34	.24	-.34	.10	-.05	-.37
sres - porcentaje densidad e	-.30	-.60	-.51	-.09	.59	-.30	-.60	-.51	-.09	.59	-.13	-.32	-.20	-.09	.64
hdis - altura media dispers	-.70	-.06	.56	-.29	-.16	-.70	-.06	.56	-.29	-.16	-.31	-.04	.36	-.30	-.17
pdis - profundidad media di	-.55	-.19	.64	-.42	-.16	-.55	-.19	.64	-.42	-.16	-.24	-.10	.41	-.42	-.17
idis - indice ubm positiva	-.49	-.02	.4	.21	.11	-.49	-.02	.4	.21	.11	-.22	-.01	.48	.22	.12
cvdi - coef. var. densidad	-.52	-.35	.3	.37	.26	-.52	-.35	.3	.37	.26	-.23	-.19	.18	.37	.28
srdi - porcentaje densidad	-.17	-.15	.65	.36	.09	-.17	-.15	.65	.36	.09	-.08	-.08	.42	.37	.09
VARIABLES ILUSTRATIVAS															
npos - numero de ubm positi	-.45	-.31	.21	.44	.08	-.45	-.31	.21	.44	.08	-.45	-.31	.21	.44	.08
hira - altura media	-.17	-.11	.53	.04	.07	-.17	-.11	.53	.04	.07	-.17	-.11	.53	.04	.07
pira - profundidad media	-.25	-.55	.39	-.15	-.06	-.25	-.55	.39	-.15	-.06	-.25	-.55	.39	-.15	-.06
itra - indice ubm positivas	-.44	-.41	.03	.40	-.04	-.44	-.41	.03	.40	-.04	-.44	-.41	.03	.40	-.04
cvtr - coef. var. densidad	.14	.43	-.44	-.36	.10	.14	.43	-.44	-.36	.10	.14	.43	-.44	-.36	.10
srtr - porcentaje densidad	-.51	-.05	-.07	.15	-.13	-.51	-.05	-.07	.15	-.13	-.51	-.05	-.07	.15	-.13
srtr2 - porcentaje densidad	-.17	-.05	-.15	.05	-.31	-.17	-.05	-.15	.05	-.31	-.17	-.05	-.15	.05	-.31
nkar - numero de cardumenes	-.51	-.07	-.24	.30	.04	-.51	-.07	-.24	.30	.04	-.51	-.07	-.24	.30	.04
nest - numero de estratos	.31	-.76	.09	.19	-.16	.31	-.76	.09	.19	-.16	.31	-.76	.09	.19	-.16
ndis - numero de disperso	-.38	-.04	.68	.35	.20	-.38	-.04	.68	.35	.20	-.38	-.04	.68	.35	.20

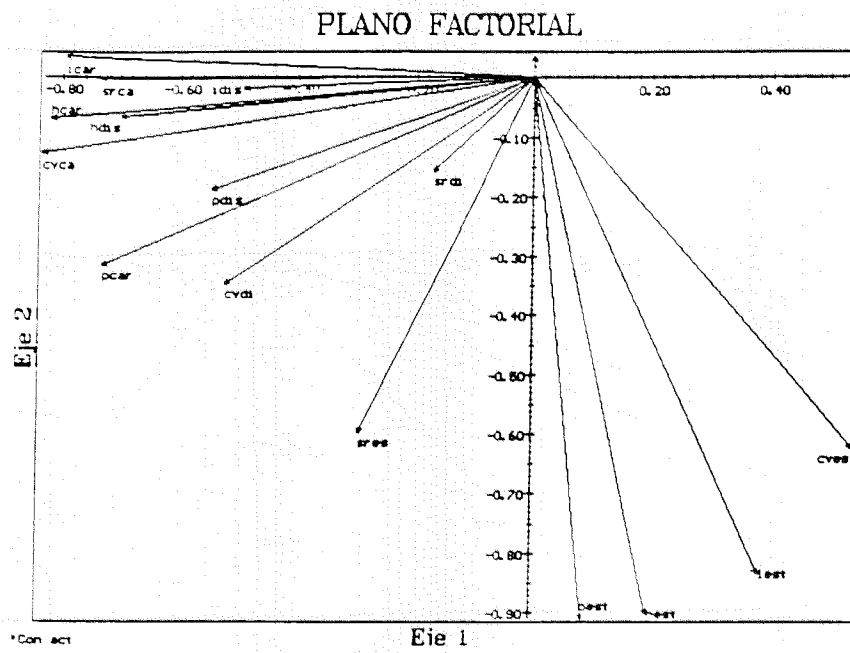


Figura 1. Plano factorial del Analisis de Componente Principal con las variables activas proyectadas sobre los ejes principales 1 y 2.

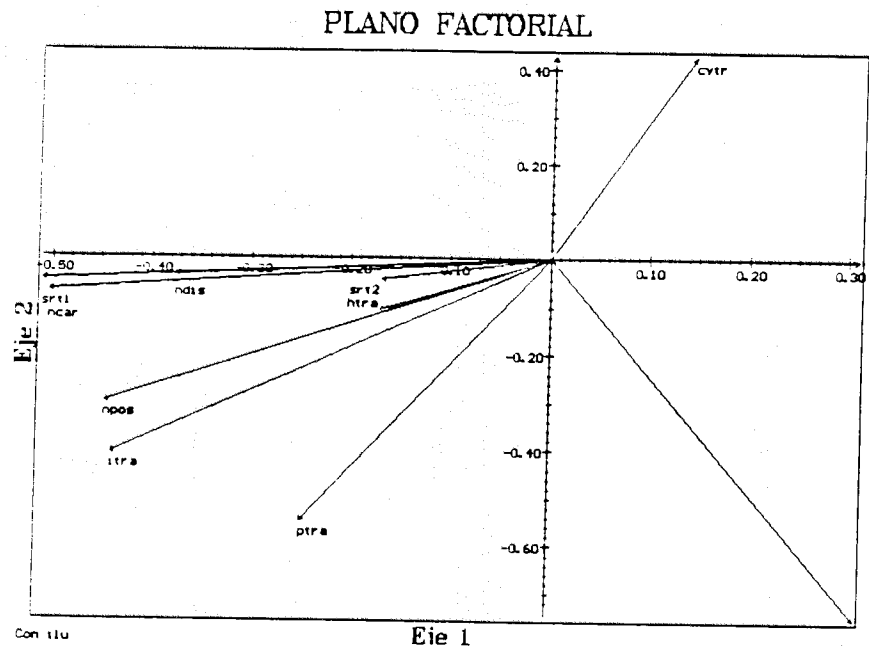


Figura 2. Plano factorial del Análisis de Componente Principal con las variables ilustrativas proyectadas sobre los ejes principales 1 y 2.

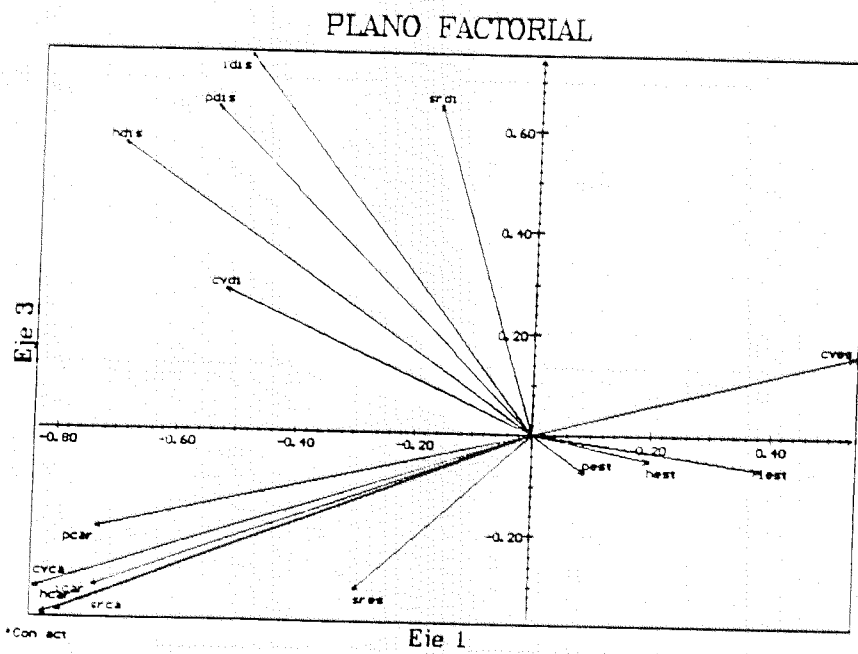


Figura 3. Plano factorial del Analisis de Componente Principal con las variables activas proyectadas sobre los ejes principales 1 y 3.

PLANO FACTORIAL

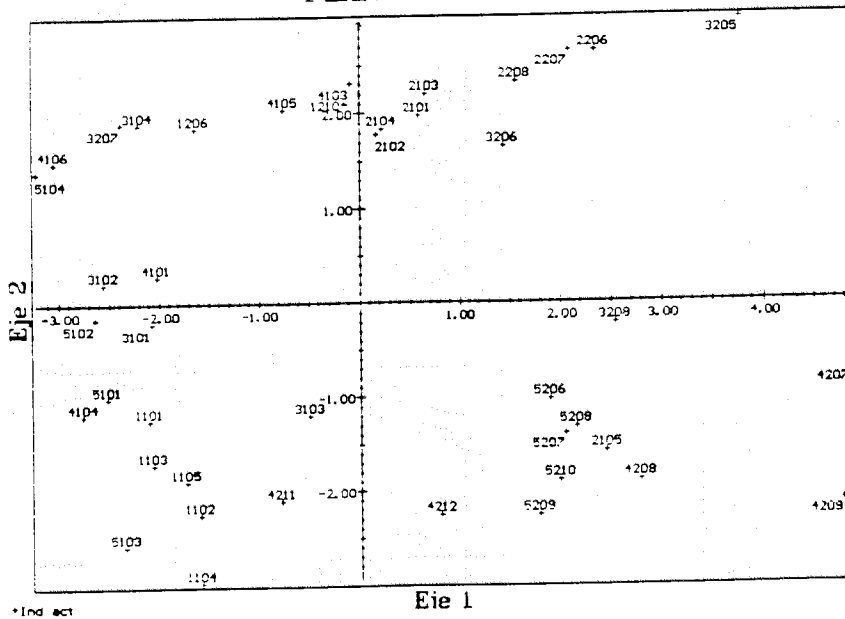


Figura 4. Plano factorial del Analisis de Componente Principal con las observaciones (transectas) activas proyectadas sobre los ejes principales 1 y 2.

PLANO FACTORIAL

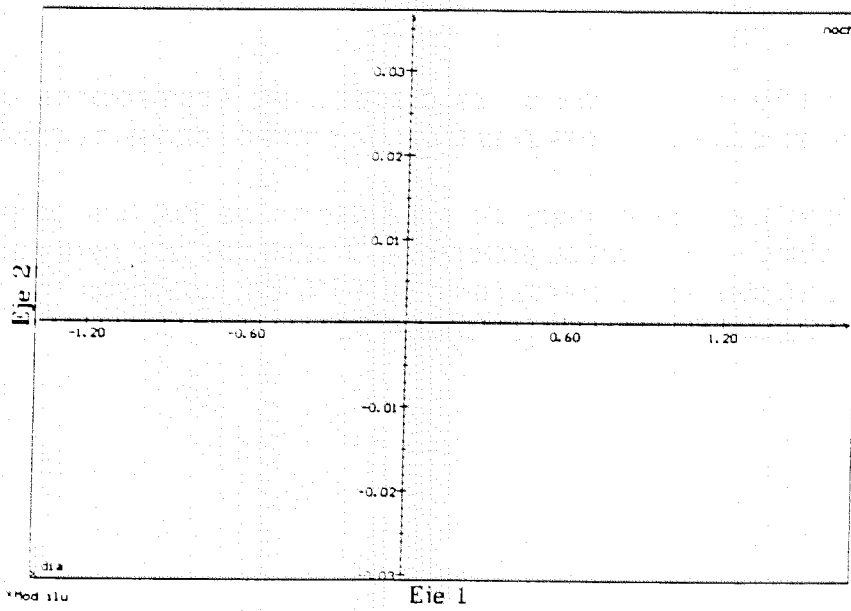


Figura 5. Plano factorial del Analisis de Componente Principal con las modalidades ilustrativas proyectadas sobre los ejes principales 1 y 2.

Análisis Discriminante Lineal

Usando los datos de las variables activas que fueron empleadas en ACP se procedió a confirmar el grado de discriminación de las variables para dos posibles poblaciones identificadas como : Transectas Días y Transectas Noches, en el conjunto de los 5 diseños.

La Tabla 3 presenta : las variables del análisis, el modelo expresado como función de las variables predictoras, donde la variable 27 representa la variable respuesta en dos modalidades y los resultados de los porcentajes de clasificación de los grupos de origen.

la Tabla 4 presenta el histograma de clasificación de acuerdo al grupo de origen , la lista de las afectaciones con sus probabilidades y la función discriminante de Fisher.

Finalmente en la Tabla 5 se presenta las estimaciones de 10 iteraciones Bootstrap con sus respectivas tabla de probabilidades de clasificación.

Se concluye que el nivel de clasificación de los dos grupos son bastante aceptables y muy particularmente las transectas que pertenecen al grupo Día, el grupo clasifica correctamente al 91% de los casos y en la clasificación global se clasifican correctamente el 85%.

Tabla 3

1 CUESTIONES ACTIVAS	2 MODALIDADES ASOCIADAS
27 . dia-noche	(2 MODALIDADES)

15 VARIABLES ACTIVAS	
10 . altura media cardumen	(CONTINUA)
11 . profundidad media cardumen	(CONTINUA)
12 . indice ubm positiva cardumen	(CONTINUA)
13 . coef. var. densidad cardumen	(CONTINUA)
14 . porcentaje densidad cardumen resp. transecta	(CONTINUA)
16 . altura media estrato	(CONTINUA)
17 . profundidad media estrato	(CONTINUA)
18 . indice ubm positiva estrato	(CONTINUA)
19 . coef. var. densidad estrato	(CONTINUA)
20 . porcentaje densidad estrato resp. transecta	(CONTINUA)
22 . altura media disperso	(CONTINUA)
23 . profundidad media disperso	(CONTINUA)
24 . indice ubm positiva disperso	(CONTINUA)
25 . coef. var. densidad disperso	(CONTINUA)
26 . porcentaje densidad disperso resp. transecta	(CONTINUA)

Discriminante en 2 grupos

MODELO 1

$$v27 = v10 - v14 + v16 - v20 + v22 - v26$$

RESULTADOS DE LA DISCRIMINACION LINEAL DE FISHER

TABLA DE CLASIFICACION

GRUPOS DE ORIGEN	PORCENTAJES DE LAS CLASIFICACIONES		
	BIEN CLASIF.	MAL CLASIF.	TOTAL
dia	21.00 (91.30)	2.00 (8.70)	23.00 (100.00)
noch	15.00 (78.95)	4.00 (21.05)	19.00 (100.00)
TOTAL	36.00 (85.71)	6.00 (14.29)	42.00 (100.00)

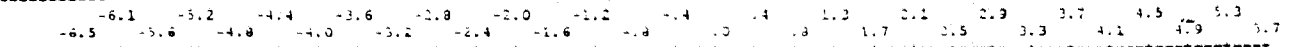
IDENTIFICADORES DE LOS INDIVIDUOS MAL CLASIF.

GRUPO dia :
2105 4105

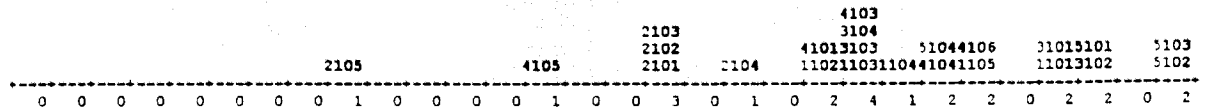
GRUPO noch :
1206 1210 3207 4211

Tabla 4

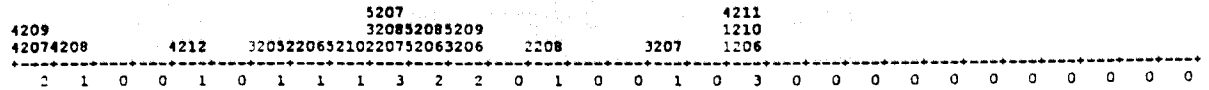
HISTOGRAMAS



dia



noch



LISTA DE LAS AFECTACIONES Y DE LAS PROBABILIDADES CORRESPONDIENTES

IND.	ORIG	AFECT	PROBA	FUNC.	FISHER
4207	noch	--	.998	-6.457	I
4209	noch	--	.998	-6.365	I
4208	noch	--	.297	-5.744	I
4212	noch	--	.990	-4.575	I
3205	noch	--	.980	-3.912	I
2206	noch	--	.966	-3.356	I
5210	noch	--	.255	-2.054	I
2105	dia	noch	.946	-2.856	I
3208	noch	--	.233	-2.640	I
5207	noch	--	.929	-2.578	I
2207	noch	--	.924	-2.503	I
5206	noch	--	.303	-2.232	I
5208	noch	--	.896	-2.149	I
5209	noch	--	.871	-1.909	I
3206	noch	--	.857	-1.791	I
4105	dia	noch	.752	-1.109	I
2208	noch	--	.725	-.971	I
2102	dia	--	.573	-.295	I
3207	noch	dia	.573	-.296	I
2101	dia	--	.578	.313	I
2103	dia	--	.578	.315	I
1210	noch	dia	.721	.949	I
1206	noch	dia	.725	1.021	I
4211	noch	dia	.748	1.090	I
2104	dia	--	.755	1.128	I
1102	dia	--	.848	1.720	I
4101	dia	--	.858	1.797	I
4103	dia	--	.887	2.064	I
1103	dia	--	.904	2.240	I
3104	dia	--	.913	2.247	I
3103	dia	--	.919	2.425	I
1104	dia	--	.946	2.860	I
4104	dia	--	.957	3.095	I
5104	dia	--	.963	3.237	I
4106	dia	--	.973	3.601	I
1105	dia	--	.974	3.611	I
3101	dia	--	.985	4.157	I
1101	dia	--	.989	4.487	I
5101	dia	--	.992	4.799	I
3102	dia	--	.992	4.874	I
5202	dia	--	.996	5.215	I
5103	dia	--	.997	5.715	I

Tabla 5

ESTIMACIONES BOOTSTRAP : 10 EXTRACCIONES

ESTIMACION BOOTSTRAP
DE LA DIFERENCIA ENTRE UNA PROBABILIDAD DE CLASIFICACION Y SU ESTIMACION
(ENTRE * * : LA D.TIPO BOOTSTRAP ASOCIADA A LA ESTIMACION DE LA DIFERENCIA)

GRUPOS DE ORIGEN	dia		noch	
	dia	-10.00	10.00	
	* 8.46*	* 8.46*		
noch	12.63	-12.63		
	* 9.67*	* 9.67*		

ESTIMACIONES BOOTSTRAP DE LOS EFECTIVOS Y PORCENTAJES
ENTRE ASTERISCOS: D.T DE LOS PORCENTAJES

GRUPOS	RESUMEN DEL CALCULO DE BASE		BOOTSTRAP		
	EFFECTIVOS Y (PORCENTAJES) BIEN CLASIF.	MAL CLASIF.	EFFECTIVOS Y (PORCENTAJES) BIEN CLASIF.	MAL CLASIF.	TOTAL
dia	21.00 (91.30)	2.00 (8.70)	18.70 (81.30) * 5.34*	4.30 (18.70) * 5.34*	23.00 (100.00)
noch	15.00 (78.95)	4.00 (21.05)	12.60 (66.32) * 5.55*	6.40 (33.68) * 5.55*	19.00 (100.00)
TOTAL	36.00 (85.71)	6.00 (14.29)	31.30 (74.52) * 4.02*	10.70 (25.48) * 4.02*	42.00 (100.00)

Resumen Gráfico de Indicadores

A continuación se presenta un resumen gráfico de la distribución de algunas variables predictoras.

a. Resumen a nivel global

Este resumen a nivel global tiene un carácter descriptivo, no considera una diferenciación del tipo de agregación y toma la transecta como referente.

Se graficaron (figuras 6 y 7) tres variables indicadoras: ITRAN, SRTRAN1 y STRAN donde:

ITRAN: representa el porcentaje de UBM con densidad en la transecta (gráfico BOXPLOT).

SRTRAN1: representa el porcentaje de densidad e las transecta respecto al diseño (densidad total del diseño) (gráfico BOXPLOT).

STRAN: muestra la dispersión de las densidades por diseño y período (gráfico de dispersión)

Los gráficos son claros en mostrar las diferencias entre los índices día-noche de las dos primeras variables, siendo menor el valor durante la noche, como también la marcada diferencia del nivel de las densidades entre el día y la noche. Este resultado indicaría que probablemente al realizar la estimación acústica de noche se estaría subestimando la biomasa.

b. Resumen por tipo de agregación

En este caso se graficó (figuras 7 y 8) la dispersión de las densidades por diseño, período y tipo de agregación. La conclusión sigue siendo la misma anterior, es decir, el patrón de dispersión no cambia al igual que ocurre a nivel de la densidad total.

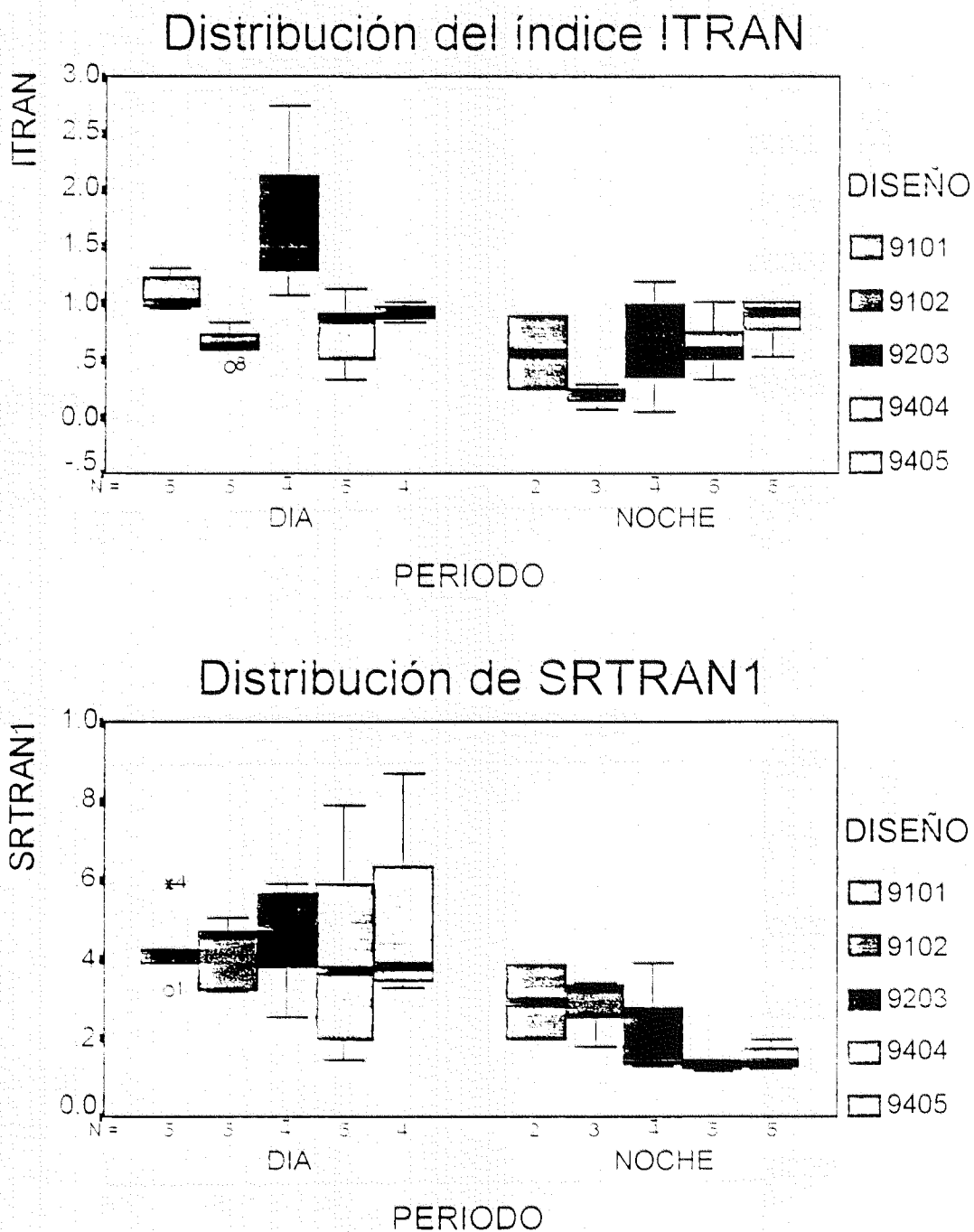


Figura 6. Distribución de los índices ITRAN (porcentaje de UBM positivas por transecta) y SRTRAN1 (porcentaje de densidad en la transecta respecto al diseño específico) por periodo (día -noche) y diseño (9101: diseño1 año 1991; 9102: diseño 2 año 1991; 9102: diseño3 año 1992; 9203: diseño3 año 1992; 9404: diseño4 año 1994; 9405: diseño5 año 1995).

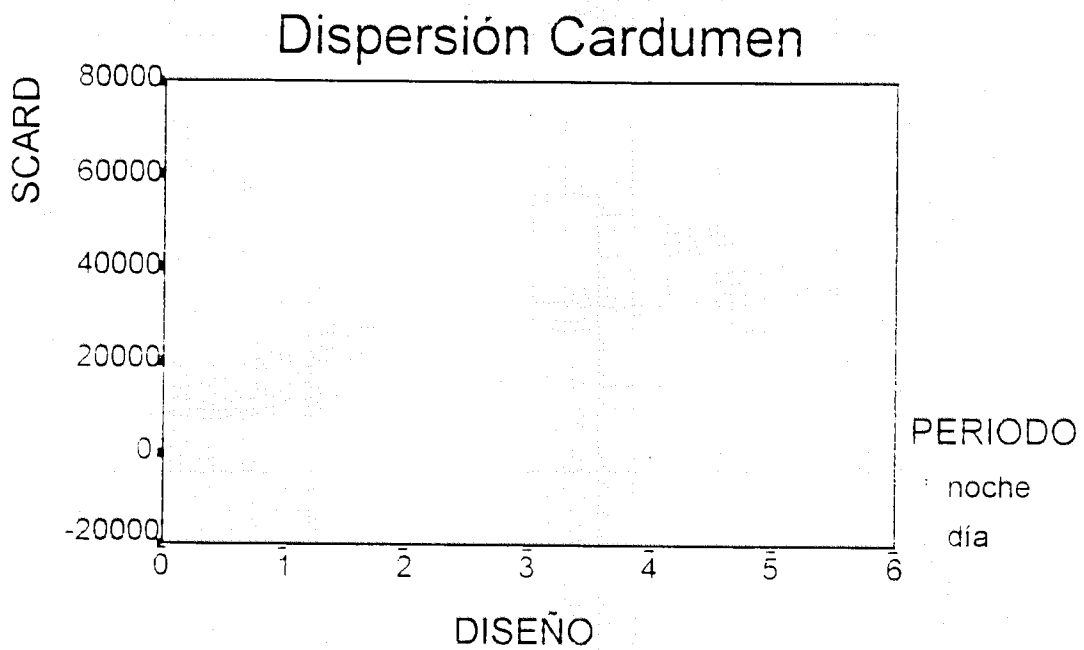
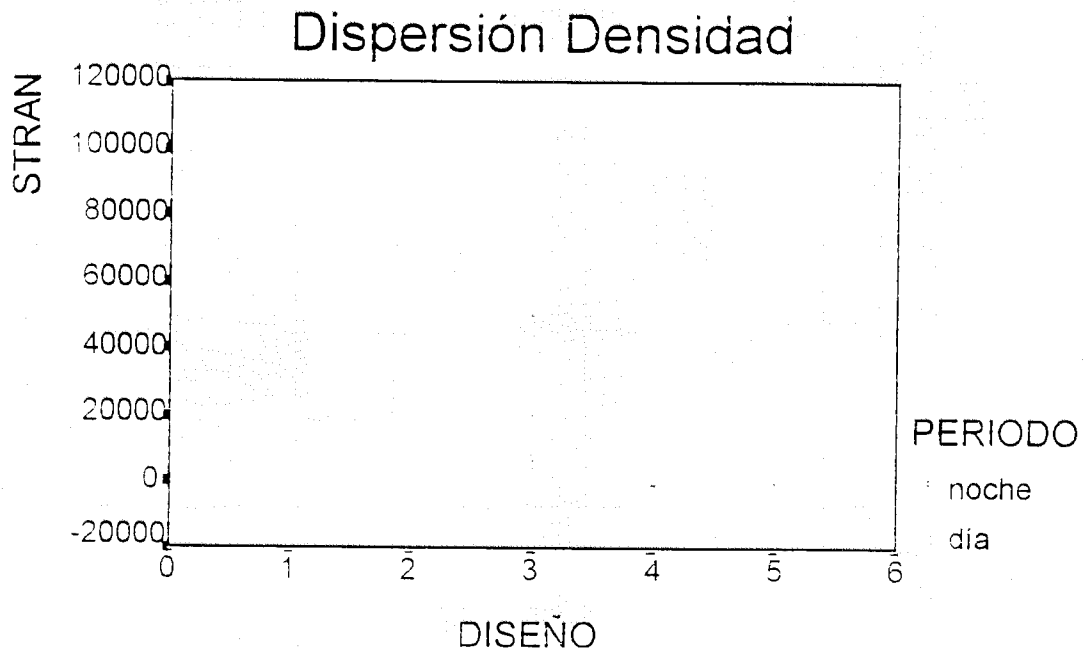


Figura 7. Dispersión de la densidad total en la transecta STRAN y densidad total de la agregación tipo cardumen SCARD, por diseño y periodo diurno-nocturno.

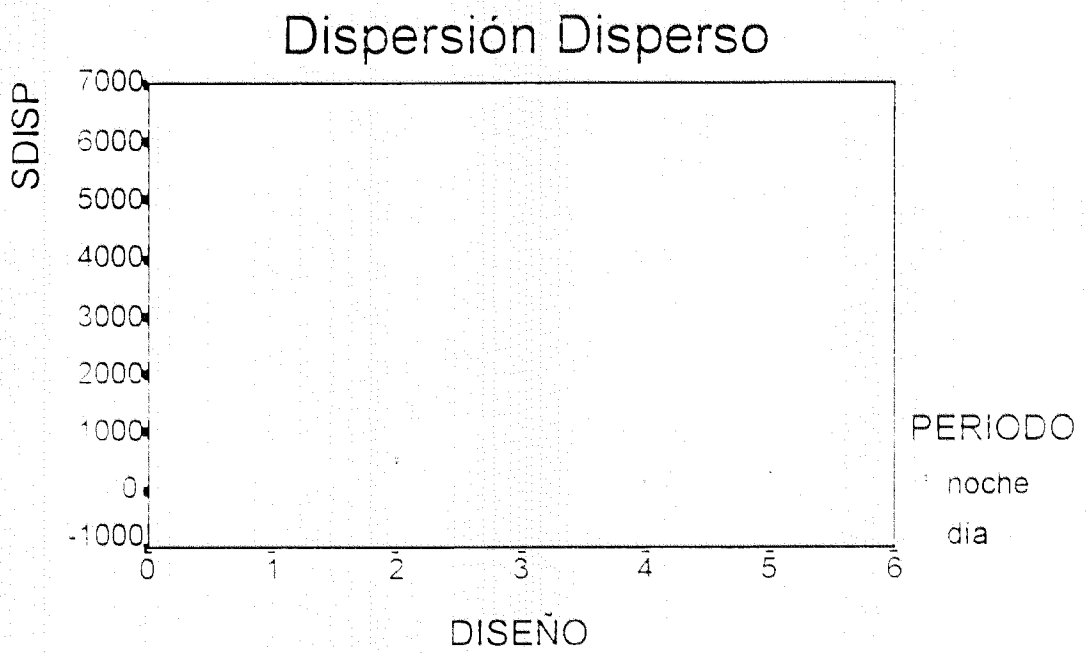
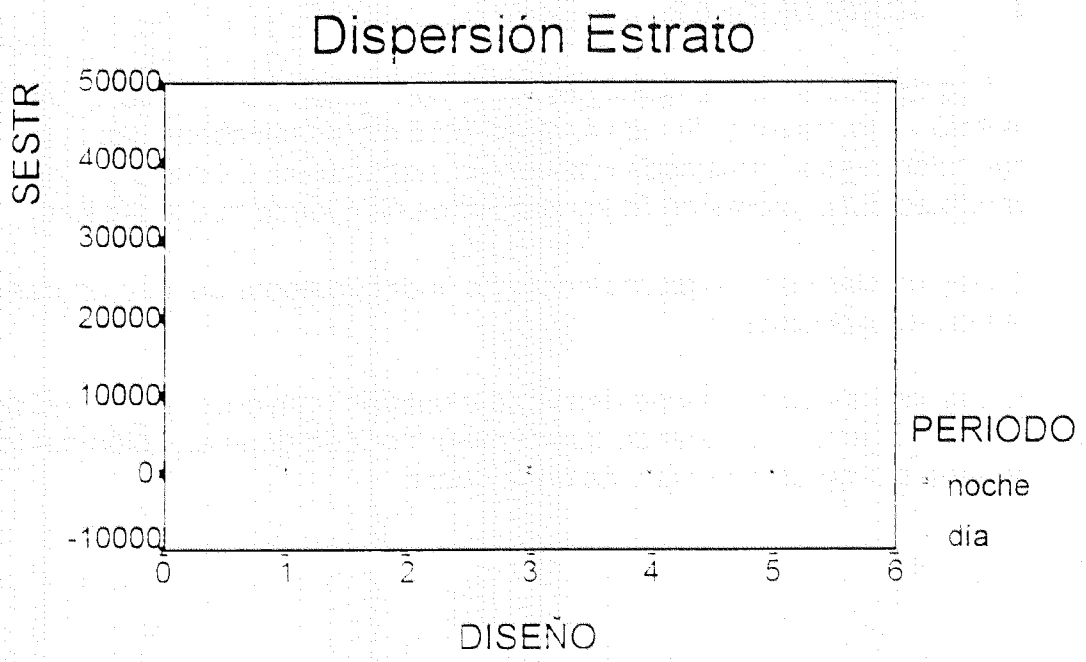


Figura 8. Dispersión de la densidad total de la agregación tipo estrato SESTR y tipo disperso SDISP. por diseño y periodo diurno-nocturno

4. CONCLUSIONES

1. Los tres tipos de agregaciones tienen un patrón claramente diferenciable en relación a la mayoría de las variables predictoras utilizadas, las que permitieron asociarlas cada una con un eje factorial. Las correlaciones de las variables descriptoras entre agregaciones de distinto tipo son bajas.
2. Hay un claro patrón diurno-nocturno, independiente del año en que se realizó el experimento.
3. Los índices de éxito y de densidad muestran mayores valores durante el día, lo que estaría indicando que el mejor período de evaluación del recurso debería ser durante el día y no en la noche.

1. PRESENTACION

Este documento se origina de una consultoria solicitada al Dr. Hugo Arancibia Fariás por el Instituto de Fomento Pesquero, con motivo de la primera parte del proyecto FIP 97-07, en ejecución. Específicamente, se incluye los siguientes temas:

- (1) la componente de alimentación del jurel (Trachurus symmetricus murphyi), a partir de información generada en cinco cruceros de evaluación hidroacústica de este recurso en Chile centro-sur, a bordo del B/I "Abate Molina", en noviembre-diciembre de 1991, mayo-junio y noviembre-diciembre de 1992, junio-julio de 1993 y julio-agosto de 1994;
- (2) se propone un diseño experimental para realizar en el crucero metodológico de este mismo proyecto de investigación, para analizar la existencia de algún efecto importante de la componente trófica en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa de T. s. murphyi; y, finalmente,
- (3) se presenta la metodología seguida en estudios anteriores para la generación de datos y el tratamiento de la información de la alimentación de T. s. murphyi.

2. INTRODUCCION

A partir del año 1991 fueron reiniciados los cruceros de investigación para determinar la biomasa de T. s. murphyi en Chile centro-sur, mediante la técnica hidroacústica. Un objetivo específico que ha sido incorporado en los Términos Básicos de Referencia, como exigencia a las Ofertas Técnicas, se ha referido a "establecer las relaciones tróficas que determinan la distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio".

Sin entrar a analizar aún la naturaleza de la información sobre este tema, se puede adelantar que a bordo del B/I "Abate Molina" se obtuvo datos del contenido estomacal de T. s. murphyi en los cruceros de noviembre-diciembre de 1991 (136 estómagos; 62 con contenido), mayo-junio de 1992 (335 estómagos; 173 con contenido), junio-julio de 1993 (741 estómagos; 327 con contenido) y julio-agosto e 1994 (676 estómagos; 347 con contenido).

En relación a la componente trófica de T. s. murphyi, en el proyecto FIP 95-07 se incluye los siguientes objetivos específicos:

- * Establecer el patrón de comportamiento (gregario y trófico) y distribución del recurso jurel y su incidencia en los niveles de abundancia en la zona centro-sur de Chile, a partir de la información hidroacústica obtenida en los cruceros realizados desde 1991.

- * Analizar críticamente la metodología y las estrategias de prospección utilizadas en los cruceros realizados en los periodos 1991-94, en un taller de discusión que contemple la participación de expertos nacionales y extranjeros.
- * Determinar experimentalmente los factores que influyen en las evaluaciones hidroacústicas y las estrategias de diseño del crucero.

3. ANTECEDENTES DE LA ALIMENTACIÓN DE T. s. murphyi EN CHILE

Los antecedentes de la alimentación de T. s. murphyi publicados en revistas científicas en el último tiempo son muy escasos, contándose solamente con el de Medina y Arancibia (1992), quienes analizaron las interacciones tróficas entre T. s. murphyi y la caballa Scomber japonicus del norte de Chile durante el año 1989. La alimentación de ambas especies se basa en eufáusidos y peces linterna (o sardinas fosforescentes), con un considerable grado de sobreposición trófica en cada estación del año, coexistiendo ambas en el eje trófico, lo que se atribuye a la posiblemente a la estabilidad en la disponibilidad y abundancia de las presas en el ecosistema pelágico del norte de Chile.

Para T. s. murphyi de Chile centro-sur, aún no existen antecedentes publicados en revistas científicas de su alimentación. En los últimos años se cuenta con los trabajos de Arancibia (1989) y Arancibia et al. (en revisión), además de los efectuados como parte de las evaluaciones hidroacústicas desde el año 1991 hasta 1994.

Arancibia (1989) informó que T. s. murphyi se alimenta principalmente de eufáusidos en el otoño de 1984, con un aporte en peso de 94 a 100%. La diversidad trófica fue de $H' = 0$ a 0,7, dependiendo de la zona (H' promedio=0,26), revelándose el carácter estenófago (sensu Berg, 1979) de esta especie.

Posteriormente, Arancibia et al. (en revisión) comunicó que las presas principales de T. s. murphyi eran eufáusidos y peces linterna. Además, la diversidad trófica fue baja ($H' = 1,0$). Anteriormente, Arancibia (1992) comunicó un valor de $H' = 1,06$ para la primavera de ese año. Arancibia et al. (en revisión) comunicaron que T. s. murphyi presentó solo un período de alimentación diurno en otoño-invierno de 1993, iniciándose alrededor de las 18 horas, con el máximo cerca de las 03 horas de la madrugada.

4. REVISION DE RESULTADOS DE LA ALIMENTACION DE T. s. murphyi OBTENIDOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DESARROLLADOS EN EL PERIODO 1991-1994

4.1. CRUCERO NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1991

Se abarcó el área comprendida entre Punta Barranco (34°00'S) y Punta Escalera (40°15'S), determinándose que la biomasa de T. s. murphyi era de 499 mil ton.

Se colectó solamente 136 estómagos, de los que 62 presentaron algún contenido. A través del Índice de Importancia Relativa, IIR (Pinkas *et al.*, 1977; *fide* Hyslop, 1980), modificado a escala logarítmica por Arancibia *et al.* (en revisión), se revela que los eufáusidos fueron la presa principal, seguidos de salpas, copépodos y anfípodos (Tabla 1).

4.2. CRUCERO MAYO-JUNIO 1992

Por primera vez en este tipo de proyectos de investigación aparece explícitamente el siguiente objetivo específico: "determinar la incidencia del alimento y aspectos reproductivos (desove) en el grado de agregación del jurel". Esto se señala expresamente acá y se discutirá más adelante.

Se abarcó entre 33°40'S (San Antonio) y Río Toltén (39°00'S). Las capturas de T. s. murphyi fueron efectuadas con red de arrastre de media agua, con 40 m de altura de boca y 40 mm de luz de malla en el copo.

Se colectó 335 estómagos de T. s. murphyi, de los que 173 presentaron algún contenido. La diversidad trófica fue $H'=0,96$; confirmándose el carácter estenófago de T. s. murphyi.

En este estudio no se calculó el índice de importancia relativa de las presas, IIR. Sin embargo, en el contenido estomacal de T. s. murphyi los eufáusidos presentaron el mayor aporte en peso (72,7%), seguidos de peces linterna (21,2%) y merluza común Merluccius gayi (4,9%).

Se calculó la selectividad de presas por tamaño, ISU (*sensu* Ursin, 1973), que corresponde al logaritmo natural de la razón peso del predador/peso de cada taxón de presa. La desviación estándar de ISU es inversamente proporcional a la selectividad.

Los eufáusidos serían menos seleccionados que los peces linterna y M. gayi (Tabla 2), interpretándose esto como que los primeros serían más abundantes en el ambiente y no serían un factor limitante para T. s. murphyi. Por el contrario, los peces linterna serían mayormente seleccionados, probablemente debido a que son menos abundantes que los eufáusidos en el mar.

En base a la metodología propuesta por Mehl y Wastgard (1983), modificada por Livingston et al. (1986), se calculó el consumo poblacional efectuado por toda la biomasa presente de T. s. murphyi en la zona y período de estudio (1,37 millones de toneladas). El consumo fue determinado en 217 t, correspondiendo 74% a eufáusidos y 26% a peces linterna. En consecuencia, la razón consumo/biomasa es de 0,16; por lo que T. s. murphyi habría removido una cantidad de alimento equivalente a 16% de la biomasa presente (Tabla 3), correspondiendo 12% a eufáusidos y 4% a peces linterna.

Sin embargo, tal estimado de consumo y, por lo tanto, de consumo/biomasa, es muy bajo para peces tipo escómbridos, como T. s. murphyi, lo que se atribuye al efecto que la fracción de peces sin contenido estomacal tiene sobre el estimado de la ración diaria de alimento, que se utiliza para calcular el consumo. Por lo tanto, en este caso, tanto el valor del consumo como el de la razón consumo/biomasa deben ser considerados con cautela (Tabla 3).

4.3. CRUCERO NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1992

Se abarcó el área comprendida entre 34°00'S y 39°10'S, de 100 a 400 mn de la costa. Se colectó 872 estómagos, de los que 413 presentaron contenido. La diversidad trófica fue $H'=1,06$; levemente superior a la de invierno ($H'=0,96$). Los eufáusidos fueron la presa más abundante en peso en el contenido estomacal de T. s. murphyi, alcanzando a 66%, seguidos de peces linterna (31%).

El índice ISU señala que los eufáusidos serían la presa menos seleccionada por T. s. murphyi, y que los copépodos habrían sido la presa más seleccionada. Los peces linterna presentan una selección intermedia.

El consumo poblacional de la biomasa presente de T. s. murphyi en la zona y período de estudio (339 mil ton) fue de 115 mil ton, correspondiendo 85% a eufáusidos y 15% a peces linterna, siendo despreciable el consumo sobre calamar Loligo. La razón consumo/biomasa alcanza a 0,34 (Tabla 3).

4.4. CRUCERO JUNIO-JULIO 1993

Se abarcó el área comprendida entre 32°40'S (Papudo) y 39°20'S (Queule), desde 5 hasta 100 mn de la costa. Se colectó 741 estómagos, de los que 327 presentaron algún tipo de contenido. La diversidad trófica fue $H'=1,0$; similar a la de mayo/junio de 1992 ($H'=0,96$) y noviembre/diciembre de 1992 ($H'=1,06$).

Los eufáusidos son la presa más importante (IIR=3,91; Tabla 1), aunque y la menos seleccionada (desv. est. ISU=1,63; Tabla 2), siguiéndoles los peces linterna (IIR=2,61; desv. est. ISU=0,89).

El consumo poblacional de la biomasa presente de T. s. murphyi en la zona y período de estudio (1,9 millones de ton) fue de 1,03 millones de ton, correspondiendo 95% a eufáusidos y 5% a peces linterna. La razón consumo/biomasa alcanza a 0,54. Esto apoya la hipótesis que T. s. murphyi ingresa al sector costero del Océano Pacífico frente a Chile centro-sur para alimentarse (Tabla 3).

La naturaleza de la información del contenido estomacal de T. s. murphyi obtenida en este crucero permitió construir un ciclo diario de alimentación. T. s. murphyi exhibe un solo período de alimentación diario en otoño/invierno, iniciándose pasadas las 18 horas, alcanzando el máximo cerca de las 03 de la madrugada. El peso promedio máximo del contenido estomacal, considerando todas las presas es cercano a 1,5 gramos/pez (Fig. 1), disminuyendo a alrededor de 1 gramo/pez cuando se considera solo a los eufáusidos (Fig. 2). La diferencia se debe exclusivamente a peces linterna.

4.5. CRUCERO JULIO-AGOSTO DE 1994

Se abarcó el área entre 32°40'S y 39°20' S, desde 5 hasta 170 mn de la costa. Se colectó 676 estómagos de T. s. murphyi, de los que 347 presentaron algún tipo de contenido. La diversidad trófica fue calculada en $H=1,5$.

Nuevamente los eufáusidos son la presa más importante (IIR=3,81; Tabla 1) y la menos seleccionada (desv. est. ISU=1,70; Tabla 2).

El consumo poblacional de la biomasa presente de T. s. murphyi en la zona y período de estudio (630 mil ton) fue de 369 mil ton, correspondiendo 65% a eufáusidos y 33% a salpas, estando prácticamente ausentes los peces linterna. La razón consumo/biomasa alcanza a 0,59 (Tabla 3). Esto fortalece la hipótesis que T. s. murphyi ingresa al sector costero del Océano Pacífico frente a Chile centro-sur para alimentarse.

5. CONCLUSIONES

- * T. s. murphyi se presenta como predador estenófago (sensu Berg, 1979) en las zonas y períodos de estudio, como lo atestiguan los bajos valores de diversidad trófica.
- * Los eufáusidos son consistentemente la presa más importante (sensu Pinkas et al., 1977; fide Hyslop, 1980), aunque también es la presa menos seleccionada (sensu Ursin, 1973), debido probablemente a que la abundancia de este pequeño crustáceo pelágico no sería un factor limitante para T. s. murphyi.
- * T. s. murphyi ingresaría al sector costero del Océano Pacífico frente a Chile centro-sur para alimentarse, lo que se refleja en los valores relativamente altos de la razón consumo/ biomasa.

* T. s. murphyi exhibe solo un máximo de alimentación diaria en otoño/invierno, ocurriendo alrededor de la 03 horas de la madrugada. El inicio del periodo de alimentación sobre eufáusidos sería de 18 a 21:30 horas.

6. ¿ES POSIBLE RESPONDER AL OBJETIVO ESPECIFICO FORMULADO EN ANTERIORES PROYECTOS, EN CUANTO A ESTABLECER LAS RELACIONES TROFICAS QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y BATIMETRICA DE T. s. murphyi?

Para tratar de responder esta pregunta es necesario revisar los diseños de muestreo de las distintas componentes que han sido comprometidas en varios estudios, y que en general se resumen en: (i) hidroacústica, (ii) oceanografía, (iii) zooplancton, y (iv) alimentación.

La determinación de la distribución espacial y batimétrica de T. s. murphyi debe ser acotada adecuadamente en las escalas de tiempo y espacio. Además, se asume que el establecimiento de las relaciones tróficas se refiere a la interacción presa-predador.

6.1. BREVE REVISION DE LOS DISEÑOS DE MUESTREO

6.1.1. MUESTREO HIDROACUSTICO

El muestreo se refiere a un de diseño sistemático de conglomerados de tamaño variable. Cada conglomerado representa un tramo de navegación continua denominado transecta, en la que se registra la información acústica. En cada crucero se efectúa un par de decenas de transectas, dependiendo de la extensión del área de estudio, lo que a su vez depende del financiamiento. Las prospecciones hidroacústicas han sido realizadas preferentemente por la noche, lo que considera el comportamiento del recurso.

6.1.2. MUESTREOS OCEANOGRAFICOS Y ZOOPLANCTONICOS

Los muestreos se han basado en estaciones realizadas a lo largo de transectas, en un diseño sistemático. El número de estaciones alcanza a varias decenas (más de 80, llegando hasta 150). En cada estación se toma datos de varias variables oceanográficas, en profundidad. Las pescas zooplanctónicas se realizan sobre la base de las estaciones oceanográficas. De preferencia, los muestreos oceanográficos y zooplanctónicos son realizados por la noche, debido, cuando se dispone de más tiempo-barco, a que los transectos hidroacústicos son realizados durante el día.

6.1.3. MUESTREOS DE ESTOMAGOS

Los lances de pesca con red de media agua, para muestreos de ejemplares de T. s. murphyi, han sido realizados sin una solución de continuidad. Se ha efectuado lances de pesca al final de la transecta, complementado con lances en otros lugares, aprovechando el desplazamiento de la embarcación a otra estación. En el mejor de los casos se obtuvo muestras desde 16 lances de pesca. Se realizó en aquel caso otros 9 lances, los que resultaron negativos.

Para la determinación del ritmo diario de alimentación de T. s. murphyi, el requerimiento de muestreo debe considerar las componentes día-noche (mañana, tarde, crepúsculo, medianoche, madrugada, amanecer), con pescas exitosas. Sin embargo, ello no dará cuenta, como ha sido hasta el momento en base a los estudios realizados, de las escalas espacial y batimétrica que pueden determinar la distribución de T. s. murphyi.

6.2. COMENTARIO GENERAL DE LOS MUESTREOS HIDROACUSTICO, OCEANOGRAFICO, ZOOPLANCTONICO Y DE ESTOMAGOS DE T. s. murphyi

Claramente, los distintos tipos de muestreo han sido básicamente no compatibles como para poder "establecer las relaciones tróficas que determinan la distribución espacial y batimétrica de T. s. murphyi", porque se ha impuesto objetivos específicos no alcanzables y, además, porque debía ser satisfecho el principal requerimiento, cual es la determinación de la biomasa de este recurso. Además, no han sido precisadas las escalas de tiempo y espacio sobre las que se abordará el tema, aunque se declara que no se ha generado información tal que permita "establecer" que, efectivamente, la distribución espacial y batimétrica de T. s. murphyi está determinada por las relaciones tróficas.

En este punto se ingresa al tema de la distribución de T. s. murphyi, materia que probablemente no tiene como causa única la componente trófica, aunque se supone ella puede ser la más importante. Si se asume que la alimentación es una causa significativa que puede determinar la distribución de T. s. murphyi, entonces se puede centrar el tema en la distribución y abundancia de los eufáusidos y peces linterna, conjuntamente con la de T. s. murphyi. Sin embargo, el tema no es trivial, pues se tiene que considerar no solo las componentes distribución de las presas, el tiempo, el espacio y la distribución (y tipo) de agregaciones de T. s. murphyi, sino también cómo se comportan las principales presas en los lugares donde el recurso no está alimentándose.

Algunas preguntas que quedan abiertas para la discusión y precisión de un diseño de muestreo para abordar el tema de la distribución de T. s. murphyi son:

- * Conocido el ritmo de alimentación diario de T. s. murphyi, ¿se acoplan las agregaciones de esta especie a las agregaciones de eufáusidos y cardúmenes de peces linterna, estos dos últimos constituyentes conspicuos de la capa de reflexión profunda?
- * De ser efectivo lo anterior, entonces, ¿cómo se acopla la distribución del predador en relación a la distribución de sus principales presas?
- * ¿Existe algún patrón, o alguna diferencia significativa en los tipos de cardúmenes de T. s. murphyi en las zonas en las que se alimenta respecto de aquellas en que no lo está haciendo? ¿O puede ser considerada como una relación azarosa?
- * ¿A qué nivel o escala opera la relación predador-presa, tanto espacial como temporalmente, incluyendo la interacción espacio-tiempo? (microescala, macroescala, día-noche)

Tabla 1

Indice de Importancia Relativa (IIR, modificado) de las presas de T. s. murphyi, por crucero.

PRESAS	Nov./Dic. 1991	Jun./Jul.	Jul./Ago. 1993	Promedio 1994
Euphausiidae	3,81	3,91	3,81	3,84
Salpidae	3,04		3,11	3,08
Copepoda	2,69	1,95	2,12	2,25
Amphipoda	1,61		1,10	1,34
Peces linternas		2,61	1,59	2,10
Engraulis ringens			1,32	

Tabla 2

Desviación estándar del índice de Selectividad de presas por tamaño de Ursin (1973). La selectividad es inversamente proporcional a la desviación estándar de este índice.

PRESAS	Nov./Dic. 1992	May./Jun. 1992	Jun./Jul.	Jul./Ago. 1993	1994
Eufáusidos	1,35	1,44	1,63	1,70	
Salpa				1,40	
Copepodos			(0,98)	1,52	
Anfipodos			(0,98)		
Peces linternas	1,22	0,88	0,89	0,85	
Merluza común		(0,31)			
Calamar Loligo	(1,40)		(0,39)		
Quetognatos			(0,69)		

() = valor obtenido con muy escasas observaciones.

TABLA 3.

Razón consumo/biomasa (C/B) en T. s. murphyi, por crucero.

PERIODO CRUCERO	RAZON C/B
may./jun. 1992	0,16 ^(*)
nov./dic. 1992	0,34
jun./jul. 1993	0,54
jul./ago. 1994	0,59

(*): este valor debe ser tomado con cautela; ver texto para explicaciones.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arancibia, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off Central Chile. Doctoral Thesis, University of Bremen, FRG, 221 p.
- Arancibia, H. 1992. Análisis ecológico-pesquero del recurso langostino colorado (Pleuroncodes monodon) y su interacción con merluza (Merluccius gayi) y lenguado de ojos grandes (Hippoglossina macrops). *Biología Pesquera* (Chile) 20:37-48.
- Arancibia, H., M. Fuentealba & R. Meléndez. (In revisión). Feeding of horse mackerel Trachurus symmetricus murphyi (Nichols, 1920) off Central Chile and its consumption/biomass ratio.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of Gobiusculus flavescens (Gobiidae). *Mar. Ecol.* 50:263-273.
- Hyslop, E. 1980. Stomach content analysis. A review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* 17:411-429.
- Jarre, A., M. L. Palomares, M. L. Soriano, V. C. Simbalay, Jr. & D. Pauly. 1990. A user's manual for MAXIMS. A computer program for estimating the food consumption of fishes from diel stoich contents data and population parameters. ICLARM Software 4, 27 p.
- Livingston, P. A., D. A. Dwyer, D. L. Wencker, M. S. Yang & G. M. Yang. 1986. Trophic interactions of the key fish species in the Eastern Bearing Sea. *Inst. North. Pacific. Fish. Comm. Bull.* 47:49-65.
- Medina, M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el jurel (Trachurus murphyi) y la cablla (Scomber japonicus) en el ecosistema pelágico del norte de Chile. *Rvta. Inv. Cient. y Tec.*, Universidad Arturo Prat, Serie Ciencias del Mar 2:67-78.
- Mehl, S. & T. Wastgard. 1983. Gastric evacuation rates in mackerel (Scomber japonicus L.). *ICES C.M./H:33, Pelagic Fish. Comm.*, 11 p.
- Ursin, E. 1973. On the prey size preferences of cod and dab. *Meddr. Danm. Fisk.-og. Havunders* 7:85-98.

FIGURAS

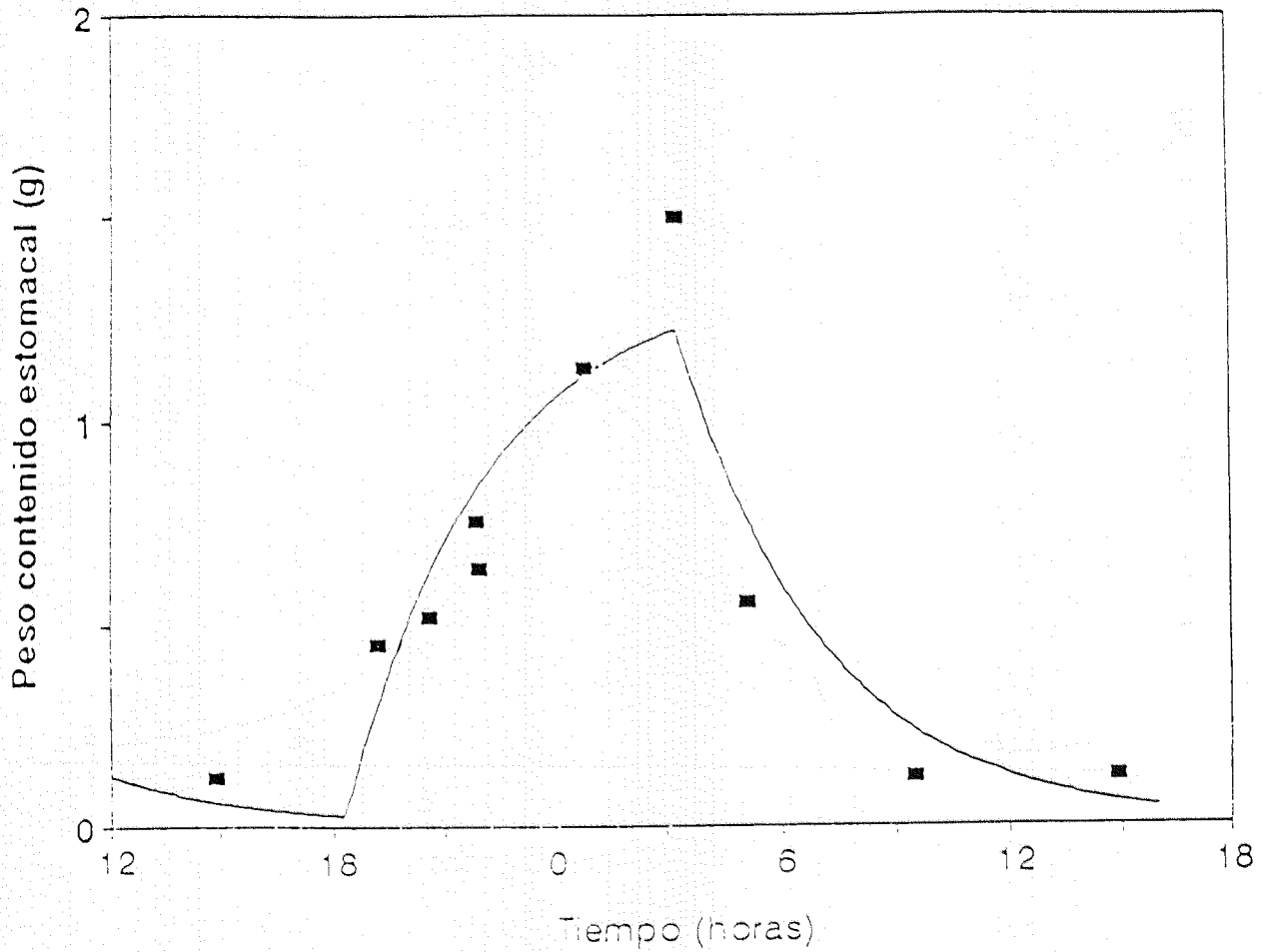


Fig. 1. Ciclo diario de alimentación del jurel, considerando todas sus presas. Los puntos señalan el promedio móvil por pares. El ajuste fue realizado con el software MAXIMS (Jarre et al., 1990).

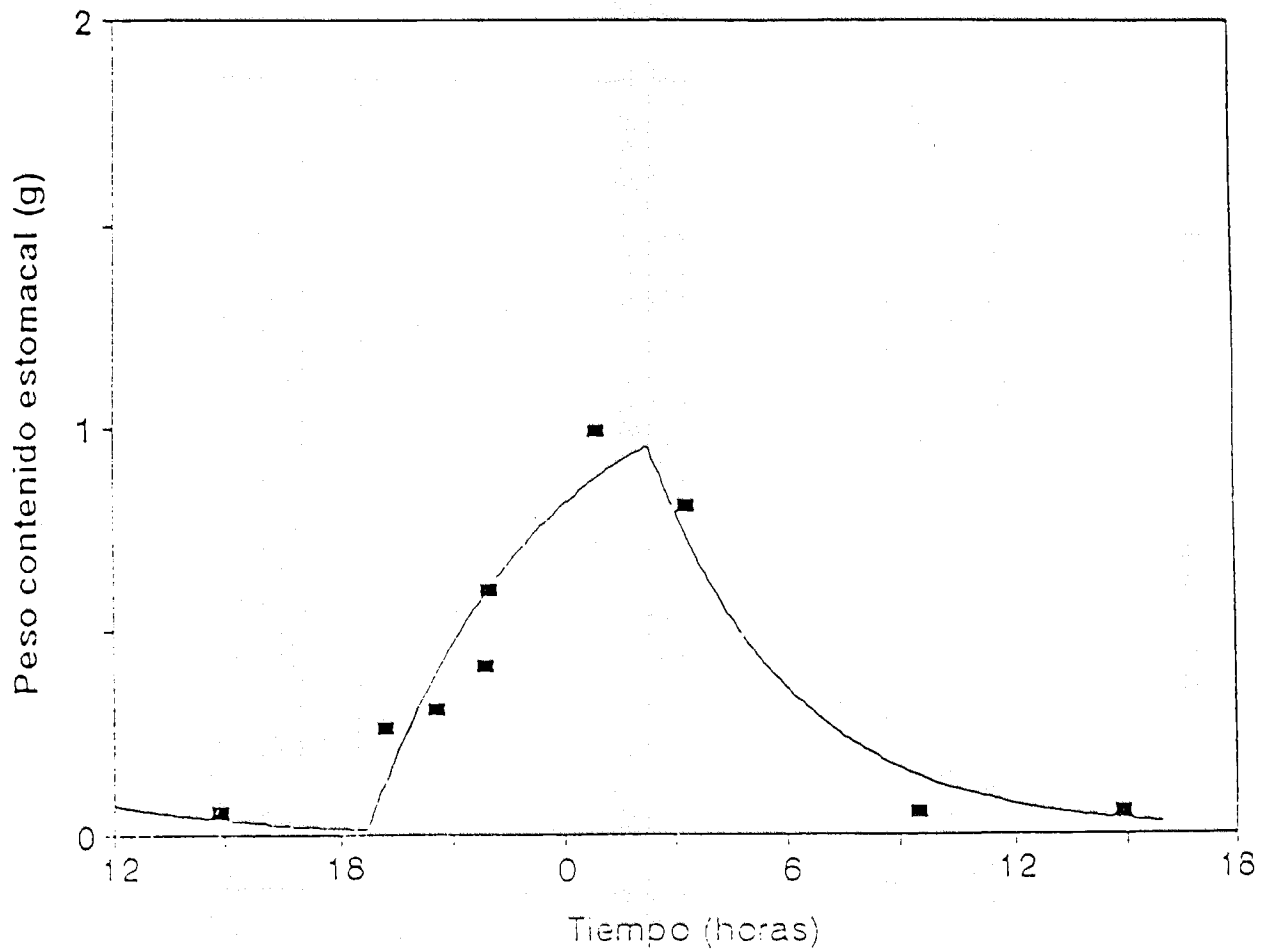


Fig.2.

Ciclo diario de alimentación del jurel, considerando sólo a los eufáusidos. Los puntos señalan el promedio móvil por pares. El ajuste fue realizado con el software MAXIMS (Jarre et al., 1990).

ANEXO IV

DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DE CPUE DE JUREL (*Trachurus murphyi*) EN LA ZONA CENTRO SUR DE CHILE EN EL PERIODO 1990

Autores:

Eleuterio Yáñez
Víctor Catasti
Antonio Gonzales
M. Gabriela Böhm
M. Angela Barbieri

Agosto de 1996

ESTUDIOS Y COMENTARIOS

N° 37/96

INFORME SOBRE EL OBJETIVO ESPECIFICO 2.2.1.

"Distribución espacio-temporal de la CPUE de jurel (*Trachurus murphyi*)
en la zona centro-sur de Chile en el período 1990-95"

PROYECTO FIP N° 07/95

EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL
EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE
(Fase Crucero Metodológico)

The logo for Universidad Católica de Valparaíso (UCV) is displayed in a bold, stylized, serif font.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

VALPARAISO — CHILE

PROYECTO FIP N° 07/95

EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL
EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE
(Fase Crucero Metodológico)

INFORME SOBRE EL OBJETIVO ESPECIFICO 2.2.1.

"Distribución espacio-temporal de la CPUE de jurel (*Trachurus murphyi*)
en la zona centro-sur de Chile en el período 1990-95"

Eleuterio Yáñez R.
Víctor Catasti B.
Antonio González C.

M. Gabriela Böhm S.
M. Angela Barbieri B.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

- Agosto 1996 -

INDICE

1.	INTRODUCCION	1
2.	MATERIALES Y METODOS	1
2.1	Area y período de estudio	1
2.2	Información analizada	1
2.3	Procesamiento de la información	3
2.3.1	Clasificación de la flota por categorías de embarcación y selección de la categoría estándar	3
2.3.2	Selección de subzonas de pesca	4
2.3.3	Determinación del índice de desarrollo tecnológico de la categoría patrón	5
2.3.4	Estimación de poderes de pesca	7
2.3.5	Estimación de la CPUE por cuadrícula	9
2.3.6	Distribución espacio-temporal de la CPUE	10
3.	RESULTADOS Y ANALISIS	12
3.1	Clasificación de la flota por categorías de embarcación, selección de la categoría estándar y estimación de su desarrollo tecnológico	12
3.2	Estimación de poderes de pesca	14
3.3	Distribución espacial mensual de la CPUE	15
3.4	Análisis estadístico de las cartografías mensuales de CPUE	25
3.5	Distribución espacial diaria de la CPUE	30
4.	CONCLUSIONES	51
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
	ANEXOS	

- Fig. 13. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 6/nov/91 y el 21/dic/91.
- Fig. 14. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 6/may/92 y el 4/jun/92.
- Fig. 15. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 5/nov/92 y el 21/dic/92.
- Fig. 16. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 19/jun/93 y 21/jul/93.
- Fig. 17. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 16/jul/94 y el 18/ago/94.

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1. Zona de estudio: a) sistema de cuadrículas empleados por IFOP, y b) subzonas de pesca identificadas para la pesquería de jurel.
- Fig. 2. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1990.
- Fig. 3. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1991.
- Fig. 4. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1992.
- Fig. 5. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1993.
- Fig. 6. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1994.
- Fig. 7. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1995.
- Fig. 8. Ubicación de los centros de gravedad de las distribuciones mensuales de la CPUE de jurel en la zona centro-sur de Chile entre 1990 y 1995.
- Fig. 9. Número mensual de cuadrículas con pesca de jurel en la zona centro-sur de Chile (1990-95): a) valores observados, b) valores desestacionalizados y tendencia, y c) componente estacional (modelo aditivo).
- Fig.10. Promedios mensuales de los datos de la CPUE de jurel en la zona centro-sur de Chile (1990-95): a) valores observados, b) valores desestacionalizados y tendencia, y c) componente estacional (modelo aditivo).
- Fig.11. Promedios mensuales de los mapas de la CPUE de jurel en la zona centro-sur de Chile (1990-95): a) valores observados, b) valores desestacionalizados y tendencia, y c) componente estacional (modelo aditivo).
- Fig.12. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 3/jun/91 y el 8/jul/91.

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1 Fechas de realización de cruceros hidroacústicos de evaluación de jurel en la zona centro-sur de Chile en el período 1990-95.
- Tabla 2 Categorías de embarcación seleccionadas para la unidad de pesquería de jurel centro-sur.
- Tabla 3 Número de redes (NR), sonares (NS) y empresas pesqueras (NE) analizadas para el cálculo del desarrollo tecnológico (IDT) de los barcos de la categoría patrón de la zona centro-sur.
- Tabla 4 Índice anual del desarrollo tecnológico (IDT) estimado para los barcos de la categoría patrón.
- Tabla 5 Poderes de pesca estimados por cuatrimestre y categorías de embarcación de la flota industrial que actúa sobre jurel en la zona centro-sur en el período 1990-95.
- Tabla 6 Estadísticos de las imágenes mensuales de CPUE de jurel en la zona centro-sur de Chile en el período 1990-95.

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1 Características de las redes y sonares de embarcaciones cerqueras de 270 y 500 m³ de capacidad de bodega de la zona centro-sur de Chile.
- Anexo 2 Evolución anual de los viajes con pesca de jurel (VPJ), de los estimados de los viajes totales de jurel (VTJ) y de los viajes totales (VT), realizados por la flota cerquera industrial de la zona centro-sur de Chile en el período 1990-95.
- Anexo 3 Diagrama del Test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones para la pesquería de jurel-centro sur.
- Anexo 4 Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó sobre jurel en la zona centro-sur entre 1990 y 1995.

1. INTRODUCCION

De acuerdo con la Oferta Técnica del Proyecto FIP N° 07/95 "Evaluación Hidroacústica del Recurso Jurel en la Zona Centro-Sur (Fase Crucero Metodológico)", en este informe se entregan resultados sobre el Objetivo Específico 2.2.1., relacionados con la distribución geográfica del jurel (punto 4.2. de la Oferta), y particularmente con aquellos deducidos del "Análisis de la Operación de la Flota Cerquera Industrial (1990-95)" (punto 4.2.2. de la Oferta). Para tal efecto se consideró información operacional de dicha flota, con el objeto de estimar y analizar la distribución espacio-temporal de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) del recurso, en base mensual y diaria. El análisis diario se realizó considerando los períodos correspondientes a la realización de cruceros de investigación hidroacústica entre 1990 y 1995.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Area y período de estudio

El área de estudio corresponde a la zona centro-sur de Chile, comprendida entre los 32° y 41°S, entre la costa y las 300 mn (Fig. 1). Esto último con el objeto de incluir una importante información de captura y esfuerzo de pesca relacionada con la extensión longitudinal del área de operación de la flota cerquera industrial en los últimos años (Böhm *et al.*, 1996). El período analizado comprende los años 1990-95, sobre el cual se analiza la distribución espacial y temporal (mensual y diaria) de la CPUE de jurel.

2.2. Información analizada

La información analizada proviene de los registros técnico-operacionales de la base de datos del IFOP, sobre las embarcaciones cerqueras industriales que operaron en la zona y período de estudio, a partir de los siguientes puertos: San Antonio (33°35'S), Talcahuano (36°40'S), San Vicente (36°41'S) y Coronel (37°S).

La información operacional analizada corresponde a los registros diarios de captura de jurel (t) y esfuerzo de pesca (viajes con pesca de jurel (VPJ) y viajes totales (VT)), realizados

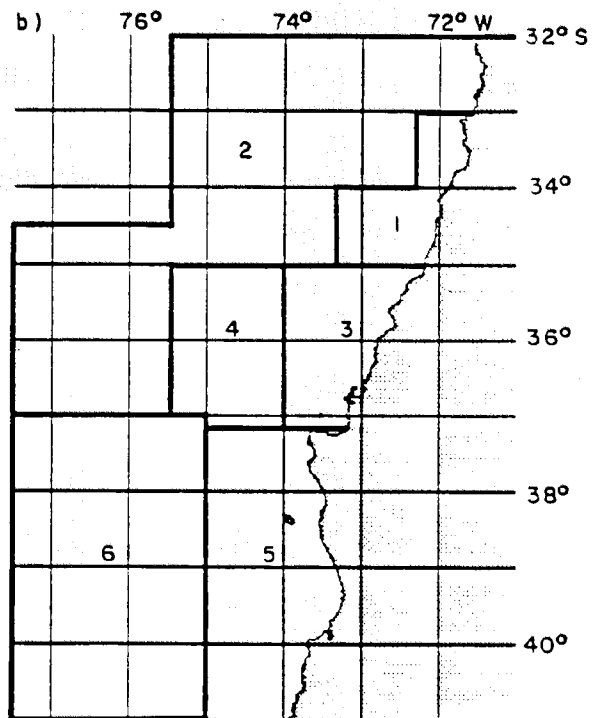
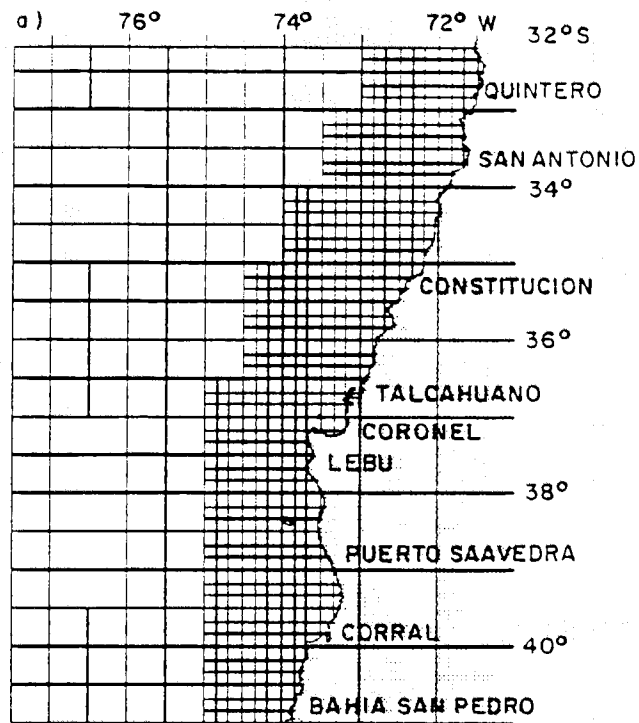


Fig. 1. Zona de estudio: a) sistema de cuadrículas empleados por IFOP, y b) subzonas de pesca identificadas para la pesquería de jurel.

por las embarcaciones en distintas cuadrículas (de 10x10, 30x30, y 30x60 mn), georeferenciadas según la latitud y longitud del punto central (Fig. 1a).

El análisis del desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría seleccionada como patrón, implicó un reestudio de la información generada a través del Proyecto FIP N° 25/94 (Böhm *et al.*, 1996). Además, para tal efecto se revisaron nuevos Informes de Prácticas Industriales y Tesis de Grado de la Carrera de Ingeniería Pesquera de la Escuela de Ciencias del Mar (UCV), Informes y Censos realizados por el IFOP y Documentos del SERNAPESCA, recuperándose información escasa y parcial. Por lo tanto, resultó esencial la aplicación de encuestas en las instalaciones de industrias pesqueras de la zona centro-sur (Anexo 1).

2.3. Procesamiento de la información

Se analizaron los archivos de la base de datos del IFOP del período 1990-95, los cuales contienen los registros diarios de la operación de cada embarcación cerquera industrial en el área de estudio. De dichos registros se utilizaron los siguientes datos: año, mes, día, código de las cuadrículas, latitud y longitud de las cuadrículas, código y capacidad de bodega (CB) de las embarcaciones, captura de jurel (t), VPJ y VT por embarcación.

2.3.1. Clasificación de la flota por categorías de embarcación y selección de la categoría estándar

Dado que las embarcaciones de una flota heterogénea ejercen en un mismo intervalo de tiempo presiones de pesca diferentes, para estimar los poderes de pesca y con éstos estandarizar los esfuerzos de pesca, es recomendable dividir la flota en categorías de embarcación de acuerdo con la característica más determinante de tales diferencias (Laurec y Le Guen, 1981). Este proceder aporta ventajas en el plano estadístico, dado que las particularidades de un barco pueden ser aleatorias y compensarse dentro de la categoría a la cual pertenece (Yáñez y Maritano, 1983).

De acuerdo con los resultados obtenidos por Böhm *et al.* (1996), se consideró la CB como la variable más asociada al poder de pesca de las embarcaciones y el VPJ como la unidad

de esfuerzo. Cabe señalar que los VPJ siguen prácticamente la misma evolución que los VT realizados por la flota y los viajes totales estimados para el jurel (VTJ) (Anexo 2). Luego, con el objeto de confirmar si las categorías de embarcación seleccionadas por dichos autores entre 1983 y 1993 no han experimentado cambios en su composición, se aplicó nuevamente el test no paramétrico SNK (Sokal y Rolhf, 1979), con el fin de comparar la CPUE promedio mensual estimada para buques de diferentes capacidades de bodega entre 1990 y 1995.

De la misma manera, para chequear la elección de la categoría patrón (Böhm *et al.*, 1996), se analizaron nuevamente las siguientes consideraciones:

- **representatividad:** que sea representativa de la flota, tanto en número como en niveles de captura;
- **permanencia:** que esté presente durante todo el período de estudio;
- **distribución espacial:** Debe ser capaz de ejercer presión de pesca en toda la zona de estudio;
- **variaciones en los rendimientos:** que presente poca variabilidad en sus rendimientos en el período de estudio; y
- **desarrollo tecnológico:** que haya sido afectada escasamente por el desarrollo tecnológico.

2.3.2. Selección de subzonas de pesca

Para tomar en cuenta las variaciones espaciales del recurso en la estimación de poderes de pesca y por ende en la cuantificación del esfuerzo de pesca estandarizado, se consideró la división de la zona de estudio en subzonas de pesca (Laurec y Le Guen, 1981). Esta división de la zona de estudio se relaciona con la aplicación del programa FPOW (Sims, 1985) en la estimación de poderes de pesca relativos, a partir de estimaciones de CPUE por categorías de embarcación y subzonas de pesca.

De acuerdo con los resultados de Böhm *et al.* (1996), se consideró la división de la zona de estudio en seis subzonas, tres costeras (1, 3 y 5), dos oceánicas (2 y 6) y una intermedia (subzona 4); además, dada la ampliación latitudinal de las zonas de pesca de la flota en cuestión, se adicionó parte de la X Región (39°30'-41°S) (Fig. 1b). Por otra parte, se mantuvo la subzona 3 como patrón, la cual está asociada al área tradicional de pesca denominada "La Feria".

2.3.3. Determinación del índice de desarrollo tecnológico de la categoría patrón

La estimación de poderes de pesca relativos implica la elección de una categoría estándar, la cual, entre otras de las consideraciones mencionadas anteriormente, no debe haber sido afectada mayormente por el desarrollo tecnológico. En efecto, si una fracción de la flota no es afectada por la evolución tecnológica, ella ofrece un buen punto de referencia. De la revisión bibliográfica se deduce que el poder de pesca de las embarcaciones puede ser afectado, entre otros factores, por la mecanización del sistema de pesca, el volumen de la red y los equipos de detección (FAO, 1982). En este sentido, las pesquerías pelágicas chilenas han sufrido un importante desarrollo tecnológico, involucrando prácticamente a todas las embarcaciones de las flotas correspondientes (Caballero *et al.*, 1992).

En el presente trabajo se estima un índice del desarrollo tecnológico (IDT) de las embarcaciones de la categoría patrón, con el fin de eliminar el efecto de las mejoras tecnológicas en dicha categoría, configurando así un adecuado punto de referencia en el cálculo de poderes de pesca relativos. Al respecto, de acuerdo con los datos disponibles, se estimó que el poder de pesca de las embarcaciones de la categoría patrón estaría principalmente relacionado con el volumen de encierro de las redes y el alcance de los sonares. Así, al ser la búsqueda uno de los principales aspectos operativos de este tipo de pesquería, un aumento del alcance de los sonares implicaría una más alta probabilidad de encuentro con los cardúmenes (FAO, 1982). Por otra parte, redes más grandes incrementarían el éxito en la captura de cardúmenes de mayor tamaño (Salas *et al.*, 1985). No obstante, redes muy grandes mostrarían una cierta ineficiencia cuando el recurso se localiza muy cerca de la costa (Melo, com. pers.).

Considerando entonces la información disponible sobre las embarcaciones de la categoría patrón, el volumen de las redes (VR) se calculó de la siguiente manera:

$$VR = LRS^2 * \left(\frac{HT}{4 * \Pi} \right)$$

LRS = Longitud de la relinga superior (m).

HT = Altura de la red armada (m).

Como las empresas pesqueras utilizan en la construcción de sus artes de pesca diseños y estilos diferentes, y distintas marcas y modelos de sonares (Böhm *et al.*, 1992), se estimó por empresa el volumen promedio anual de las redes y del alcance de los sonares. A partir de estos valores se estimó un promedio general de ambos factores.

El volumen anual promedio de las redes de cada empresa es estimado y referido al promedio de la empresa en 1990 (IVR_{ei}):

$$IVR_{ei} = \left(\frac{1}{NB_{ei}} \right) * \left(\sum_{b=1}^{NB_{ei}} VR_{bi} \right) / \left(\frac{1}{NB_{e90}} \right) * \left(\sum_{b=1}^{NB_{e90}} VR_{b90} \right)$$

NB_{ei} = Número de barcos considerados de la empresa e en el año i .

VR_{bi} = Volumen filtrado de la red del barco b en el año i .

NB_{e90} = Número de barcos considerados de la empresa e en 1990.

VR_{b90} = Volumen filtrado de la red del barco b en 1990.

Luego se estimó un promedio general anual (IVR_i):

$$IVR_i = \left(\frac{1}{E} \right) * \sum_{e=1}^E IVR_{ei}$$

E = Número de empresas.

Con respecto a los sonares, para cada empresa se calculó el alcance anual promedio referido al alcance promedio de 1990 (IAS_{ei}):

$$IAS_{ei} = \left(\frac{1}{NB_{ei}} \right) * \left(\sum_{b=1}^{NB_{ei}} ALC_{bi} \right) / \left(\frac{1}{NB_{e90}} \right) * \left(\sum_{b=1}^{NB_{e90}} ALC_{b90} \right)$$

ALC_{bi} = Alcance del sonar del barco b en el año i .

ALC_{b90} = Alcance del sonar del barco b en 1990.

Luego, se estimó un índice promedio anual (IAS_i):

$$IAS_i = \left(\frac{1}{E}\right) * \sum_{e=1}^E IAS_{ei}$$

Finalmente, el índice anual sobre el desarrollo tecnológico de los barcos de la categoría patrón (IDT_i), es estimado de la siguiente manera:

$$IDT_i = IVR_i * IAS_i$$

De esta manera, considerando que el IDT_i afecta el poder de pesca de las embarcaciones de la categoría patrón, se corrige el esfuerzo de pesca anual de los barcos de dicha categoría del siguiente modo:

$$fpc_i = fp_i * IDT_i$$

fpc_i = Esfuerzo de pesca corregido de los barcos de la categoría patrón en el año i .

fp_i = Esfuerzo de pesca de los barcos de la categoría patrón en el año i .

2.3.4. Estimación de poderes de pesca

Tomando en cuenta las categorías de embarcación y las subzonas de pesca seleccionadas, se aplicó el método de estimación de poderes de pesca FPOW (Sims, 1985), empleado en pesquerías pelágicas chilenas por Canales (1993), Yañez *et al.* (1993), Catasti (1994) y Böhm *et al.* (1996). Este método plantea que el rendimiento de una embarcación en una subzona determinada es representado por la siguiente ecuación:

$$CPUE_{cjt} = CR * PP_{ct} * Q_{jt} * E_{cjt}$$

$CPUE_{cjt}$ = Rendimiento promedio de las embarcaciones de la categoría c , en la subzona j , en el periodo de tiempo t (anual o estacional).

CR = Constante de regresión.

- PP_{ct} = Poder de pesca de los barcos de la categoría c en el período de tiempo t .
 Q_{jt} = Factor que caracteriza la abundancia y la capturabilidad del recurso en la subzona j , en el período de tiempo t .
 E_{cjt} = Residuo inexplicado.

El modelo es ajustado de la siguiente forma:

$$\ln (CPUE_{cjt}) = \ln (CR) + \ln (PP_{ct}) + \ln (Q_{jt}) + \ln (E_{cjt})$$

Para aplicar este modelo es necesario definir el período de tiempo t . En evaluación de recursos se ha considerado normalmente el año; no obstante, es recomendable considerar la variación estacional de la abundancia del recurso para definir en forma más clara dicho período. De acuerdo con los resultados de Böhm *et al.* (1996), la estacionalidad de la CPUE de jurel en la zona centro-sur (1980-93) presenta tres períodos: el primero entre enero y abril, época de rendimientos medios; el segundo de mayo a agosto, de valores máximos; y el tercero entre septiembre y diciembre, de bajos rendimientos.

Luego, el modelo se ajusta para cada uno de estos tres períodos de tiempo (t), tomando en cuenta como dato de entrada la CPUE promedio por categoría de embarcación (c) y subzona de pesca (j). Además de la categoría patrón como punto de comparación en el cálculo de poderes de pesca, se selecciona una subzona patrón, la cual debe ser representativa en el tiempo. En este caso se consideró la subzona de pesca N° 3 (Fig. 1b), elegida previamente por Böhm *et al.* (1996).

La CPUE promedio del período de tiempo (t), por categoría de embarcación (c) y subzona de pesca (j), se estima de la siguiente manera:

a) Para la categoría patrón (p):

$$CPUE_{pjt} = \left(\frac{1}{NS}\right) * \sum_{n=1}^{NS} \left(\frac{Cp_{jt}}{fpc_{jt}}\right)$$

NS = Número de cuadrículas visitadas de la subzona **j**

C_{pjt} = Captura de la categoría patrón, en la subzona **j**, en el período **t**.

f_{pcjt} = Esfuerzo de pesca de la categoría patrón corregido por el IDT_i, en la subzona **j**, en el período **t**.

b) Para las restantes categorías (c):

$$CPUE_{cjt} = \left(\frac{1}{NS} \right) * \sum_{n=1}^{NS} \left(\frac{C_{cjt}}{f_{cjt}} \right)$$

f_{cjt} = Esfuerzo de pesca de la categoría **c** en la subzona **j**, en el período **t**.

2.3.5 Estimación de la CPUE por cuadrícula

Con los esfuerzos de pesca estandarizados, la CPUE promedio mensual por cuadrícula ($CPUE_{mn}$) se calcula promediando las CPUE de las embarcaciones que visitaron la cuadrícula durante el mes:

$$CPUE_{mn} = \left(\sum_{b=1}^{NB} CPUE_{bmn} \right) / NB$$

$CPUE_{bmn}$ = Captura por unidad de esfuerzo del barco **b**, en el mes **m** y en cuadrícula **n**.

NB = Número de embarcaciones que visitaron la cuadrícula en el mes

Por otra parte, la CPUE promedio diaria por cuadrícula ($CPUE_{dn}$) se calcula promediando las CPUE de las embarcaciones que visitaron la cuadrícula en el día en cuestión:

$$CPUE_{dn} = \left(\sum_{b=1}^{NB} CPUE_{bdn} \right) / NB$$

2.3.6. Distribución espacio-temporal de la CPUE

Para analizar la distribución espacio-temporal de la CPUE, se configuraron con el SIG IDRISI (Eastman, 1992) imágenes mensuales del período 1990-95. Además se generaron imágenes diarias de CPUE, asociadas a los períodos en que se realizaron cruceros de investigación hidroacústica (Tabla 1). Al respecto cabe recordar que el sistema de recolección de información utilizado por IFOP considera cuadrículas de distintos tamaños, lo cual se debe considerar al analizar visualmente las imágenes en pseudo-color, dado que se magnifican las cuadrículas de mayor tamaño asociadas a la parte más oceánica de la zona de estudio.

Tabla 1

Fechas de realización de cruceros hidroacústicos de evaluación de jurel en la zona centro-sur en el período 1990-95.

Año	Inicio	Término	Duración (días)
1991	4 junio	7 julio	33
	8 noviembre	21 diciembre	43
1992	6 mayo	4 junio	28
	5 noviembre	21 diciembre	47
1993	20 junio	20 julio	30
1994	16 julio	18 agosto	32

Haciendo uso del SIG, de las imágenes mensuales de CPUE se estimaron la media del dato y del mapa, la máxima y mínima, el número de cuadrículas con pesca y los centros de gravedad (CG), analizando la tendencia y la estacionalidad. El CG representa la posición promedio de los puntos, considerando el valor de cada cuadrícula de la imagen.

La media del dato (MD) se calcula simplemente de la siguiente manera:

$$MD = \frac{1}{NCP} * \sum_{n=1}^{NCP} CPUE_{nm}$$

$CPUE_{nm}$ = Captura por unidad de esfuerzo en el mes m y en la cuadrícula n .

NCP = Número de cuadrículas con pesca (variable).

La media del mapa (MP) entrega un promedio ponderado por el área de estudio y se calcula de la siguiente manera:

$$MP = \frac{1}{NZ} * \sum_{n=1}^{NZ} CPUE_{nm}$$

NZ = Número total de cuadrículas de la zona de estudio (646).

3. RESULTADOS Y ANALISIS

3.1. Clasificación de la flota por categorías de embarcación, selección de la categoría estándar y estimación de su desarrollo tecnológico

En la Tabla 2 se presenta la clasificación de la flota por categoría de embarcación, deducida de la aplicación del test SNK (Anexo 3). Cabe señalar que esta clasificación difiere de la realizada por Böhm *et al.* (1996), dado el desarrollo de la pesquería en los últimos años, particularmente en lo que dice relación con las embarcaciones de mayor tamaño y su mejor desempeño operacional asociado a la mayor cobertura espacial.

Tabla 2

Categorías de embarcación seleccionadas para la unidad de pesquería de jurel centro-sur.

Categoría	Rango de bodega (m ³)
Categoría 1	< 249
Categoría 2	250 - 349
Categoría 3	350 - 500
Categoría 4	501 - 599
Categoría 5	600 - 749
Categoría 6	750 - 849
Categoría 7	850 - 909
Categoría 8	910 - 1099
Categoría 9	1100 - 1500
Categoría 10	> 1500

Con respecto a la selección de la categoría estándar, en el Anexo 4 se presenta el resumen operacional de la flota cerquera analizada. Se aprecia que las embarcaciones de la categoría 3 (350-500 m³) cumplen con las consideraciones tomadas en cuenta para elegir la categoría patrón. En efecto, dicha categoría está presente en la pesquería durante todo el período de estudio, contribuyendo con una adecuada cobertura geográfica ya que visita como promedio anual aproximadamente el 40% del total de cuadrículas que componen la zona de estudio.

Además, es representativa en términos del número de embarcaciones que agrupa, representando aproximadamente un tercio de la flota industrial que operó entre la V y X Región. En relación a las capturas, hasta 1993 esta categoría sólo fue superada por la categoría 5, mientras que en 1994-95 si bién es sobrepasada por otras categorías, sigue representando niveles considerables. En términos del esfuerzo de pesca, la categoría 3 es superada solamente por la categoría 5 hasta 1993 y posteriormente registra niveles inferiores a las categorías 5 y 8.

Respecto al desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría patrón, se analizó suficiente información sobre el tamaño de las redes y el alcance de los sonares (Tabla 3; Anexo 1). Cabe destacar que para el período de estudio los datos recopilados en terreno robustecen notablemente la información obtenida por Böhm *et al.* (1996), lo que se traduce en un cálculo más confiable del IDT (Tabla 4).

Tabla 3

Número de redes (NR), sonares (NS) y empresas pesqueras (NE) analizadas para el cálculo del desarrollo tecnológico (IDT) de los barcos de la categoría patrón de la zona centro-sur.

Años	NR/NE	NS/NE
1990	40/13	35/13
1991	40/13	35/13
1992	34/13	35/13
1993	43/13	35/13
1994	36/13	35/13
1995	40/13	35/13

Tabla 4

Indice anual del desarrollo tecnológico (IDT) estimado para los barcos de la categoría patrón.

Años	IDT
1990	1,00
1991	1,04
1992	1,08
1993	1,11
1994	1,14
1995	1,16

3.2. Estimación de poderes de pesca

En el Tabla 5 se presentan los poderes de pesca estimados para las diferentes categorías de embarcación y para los tres cuatrimestre en que fue dividido el año. En términos generales se aprecia que el poder de pesca se incrementa en la medida que aumenta la CB, lo que confirma lo encontrado por Böhm *et al.* (1996). Al mismo tiempo se observa que a partir de 1994 se integran a la pesquería embarcaciones de tamaño superior a las 1.500 m³ de CB (categoría 10), los cuales representan los mayores poderes de pesca.

Tabla 5

Poderes de pesca estimados por cuatrimestre y categorías de embarcación de la flota industrial que actúa sobre jurel en la zona centro-sur en el período 1990-95.

Año	Cuatrimestre	Categorías de embarcación									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1990	I	0,23	0,35	1,00	1,27	1,25	1,84	2,24	2,04	1,83	n/o
	II	0,21	0,70	1,00	1,48	1,46	1,32	2,48	3,16	2,90	n/o
	III	0,53	1,12	1,00	2,16	2,15	1,99	2,98	2,79	2,74	n/o
1991	I	0,30	0,69	1,00	1,23	1,46	1,87	2,89	1,81	2,09	n/o
	II	0,19	0,51	1,00	1,29	1,75	1,96	2,35	2,39	3,26	n/o
	III	0,22	0,53	1,00	1,21	1,06	1,21	n/o	1,92	2,15	n/o
1992	I	0,29	0,59	1,00	1,16	1,27	1,86	1,73	1,92	2,60	n/o
	II	0,22	0,53	1,00	1,47	1,65	2,01	2,30	2,43	3,11	n/o
	III	0,36	0,70	1,00	1,57	1,78	1,58	2,29	1,85	2,26	n/o
1993	I	0,22	0,68	1,00	1,40	1,51	1,90	2,60	2,63	3,01	n/o
	II	0,24	0,42	1,00	1,79	1,93	2,63	2,66	3,10	3,77	n/o
	III	0,37	0,64	1,00	1,58	1,91	3,19	2,22	2,80	2,87	n/o
1994	I	0,44	0,48	1,00	1,72	1,82	2,44	2,61	2,68	3,15	4,23
	II	0,42	0,83	1,00	1,80	2,11	2,57	2,68	2,96	3,61	4,99
	III	0,14	0,51	1,00	1,31	2,30	2,52	2,78	2,79	2,43	2,38
1995	I	0,29	0,48	1,00	1,83	2,15	2,83	2,78	3,07	4,03	2,91
	II	0,22	0,44	1,00	2,06	2,08	2,70	2,71	3,07	3,49	4,18
	III	0,20	0,58	1,00	2,01	2,24	2,41	3,32	3,14	3,31	3,80

n/o : No registra operación

3.3. Distribución espacial mensual de la CPUE

En las figuras 2 a 7 se muestran las cartografías mensuales de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) y en la figura 8 los centros de gravedad correspondientes del período 1990-95. Se aprecia que entre enero y abril de 1990 la distribución espacial de la CPUE presentó una cobertura preferentemente costera, no sobrepasando las primeras 60 mn de la costa, con un foco principal frente a Talcahuano y uno menor frente a San Antonio, los cuales tienden a unirse en marzo y abril (Fig. 2). Durante mayo el foco principal de Talcahuano muestra una cierta

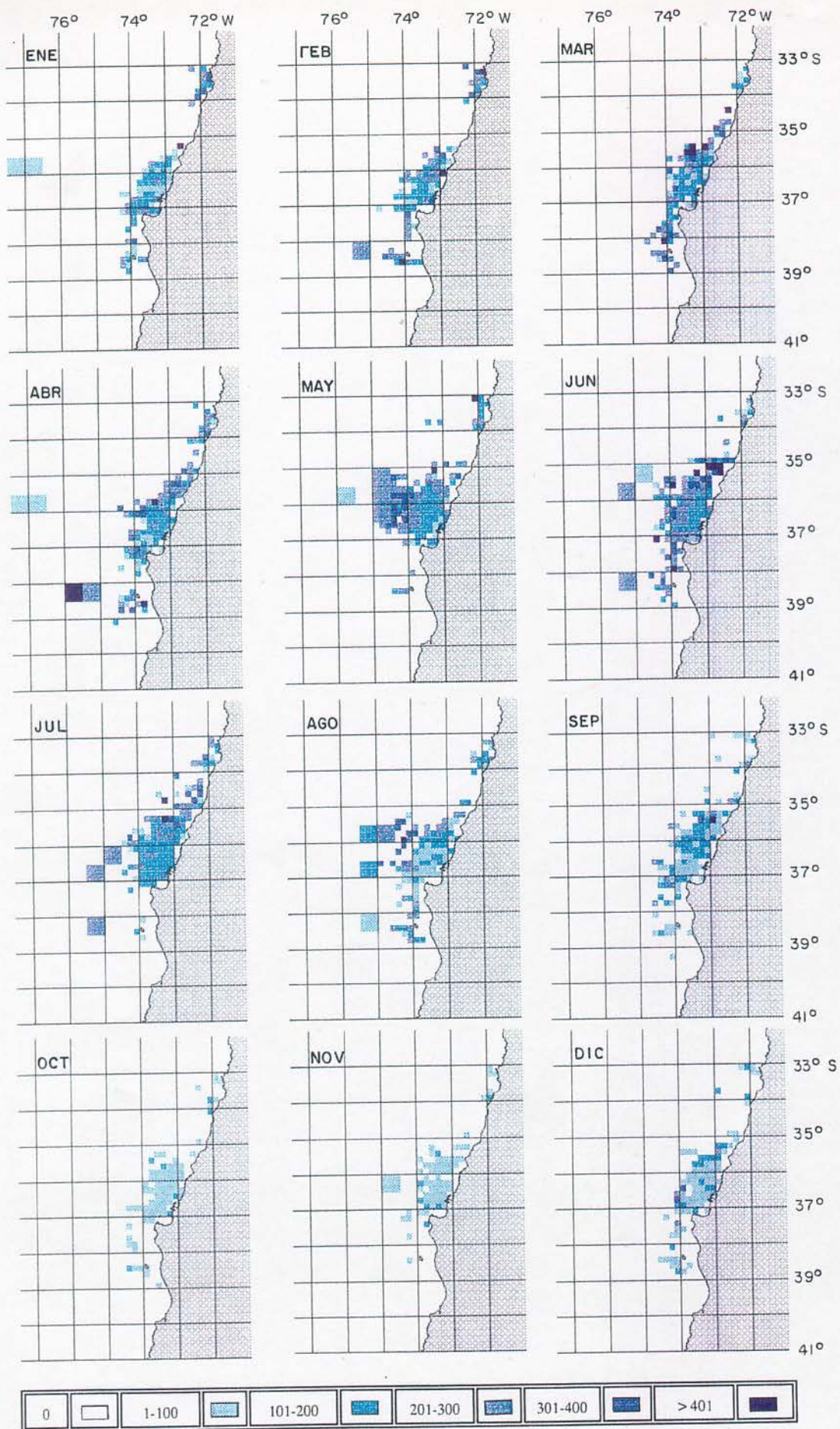


Fig. 2. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1990.

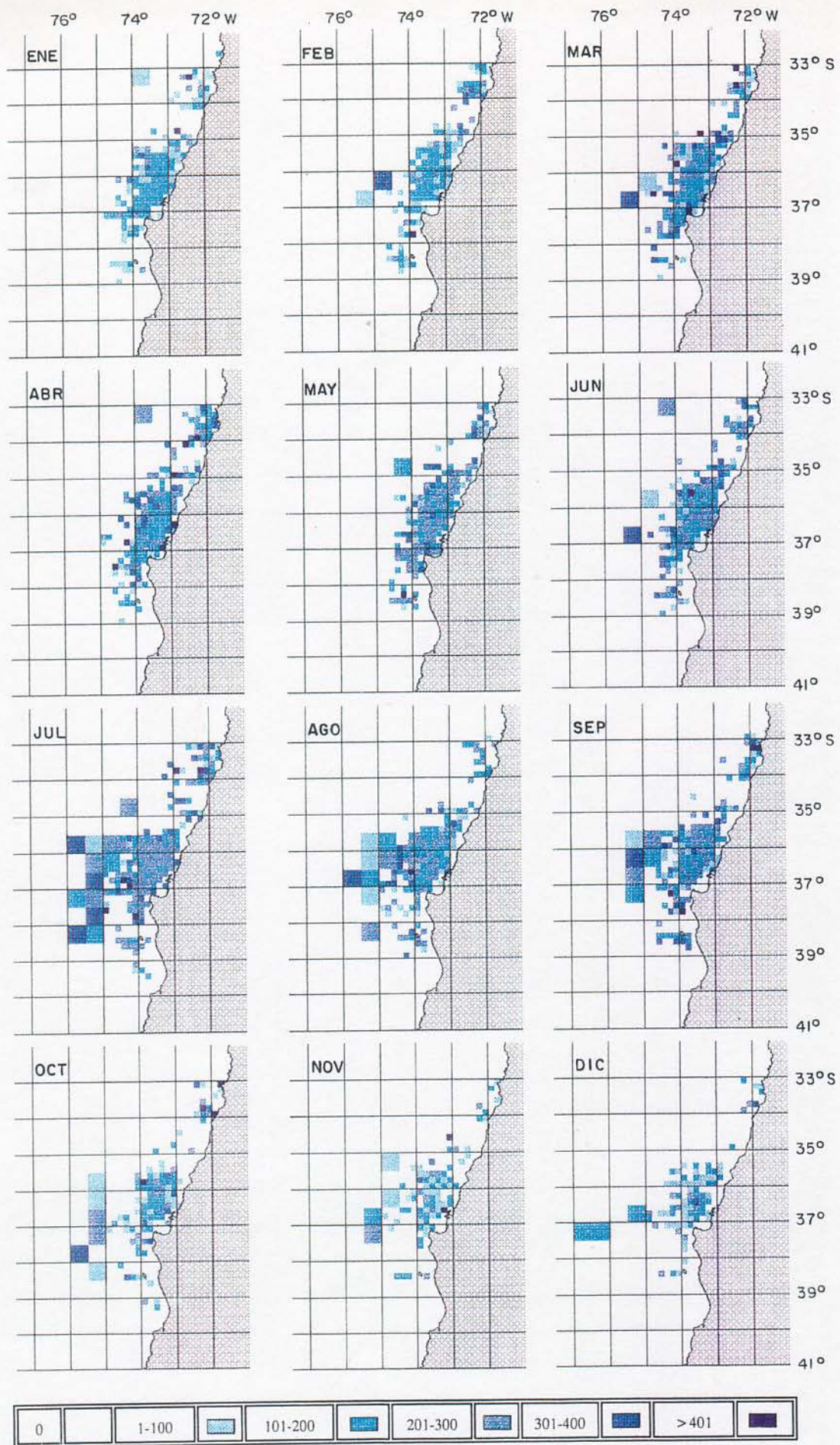


Fig. 3. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1991.

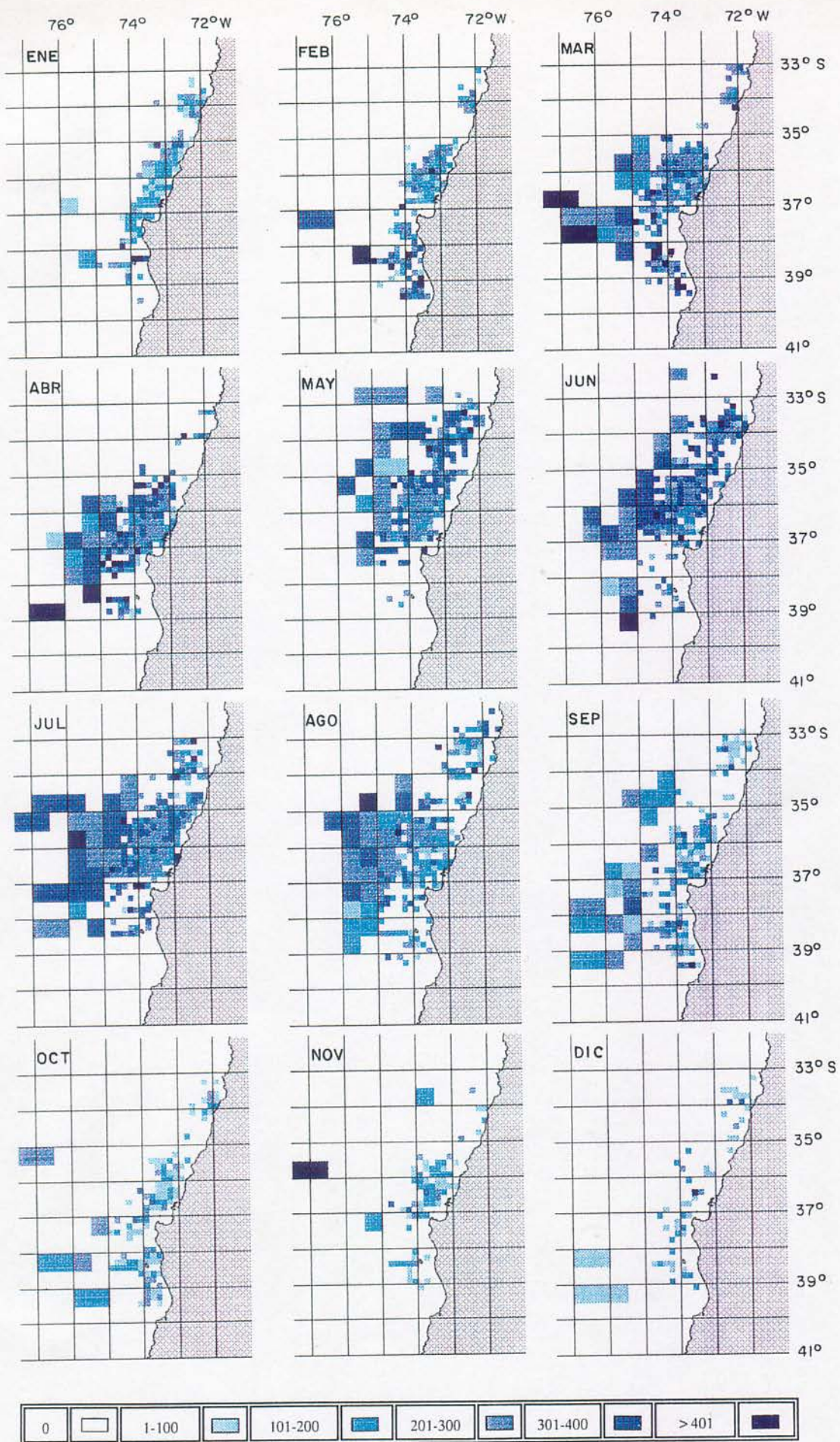


Fig. 4. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1992.

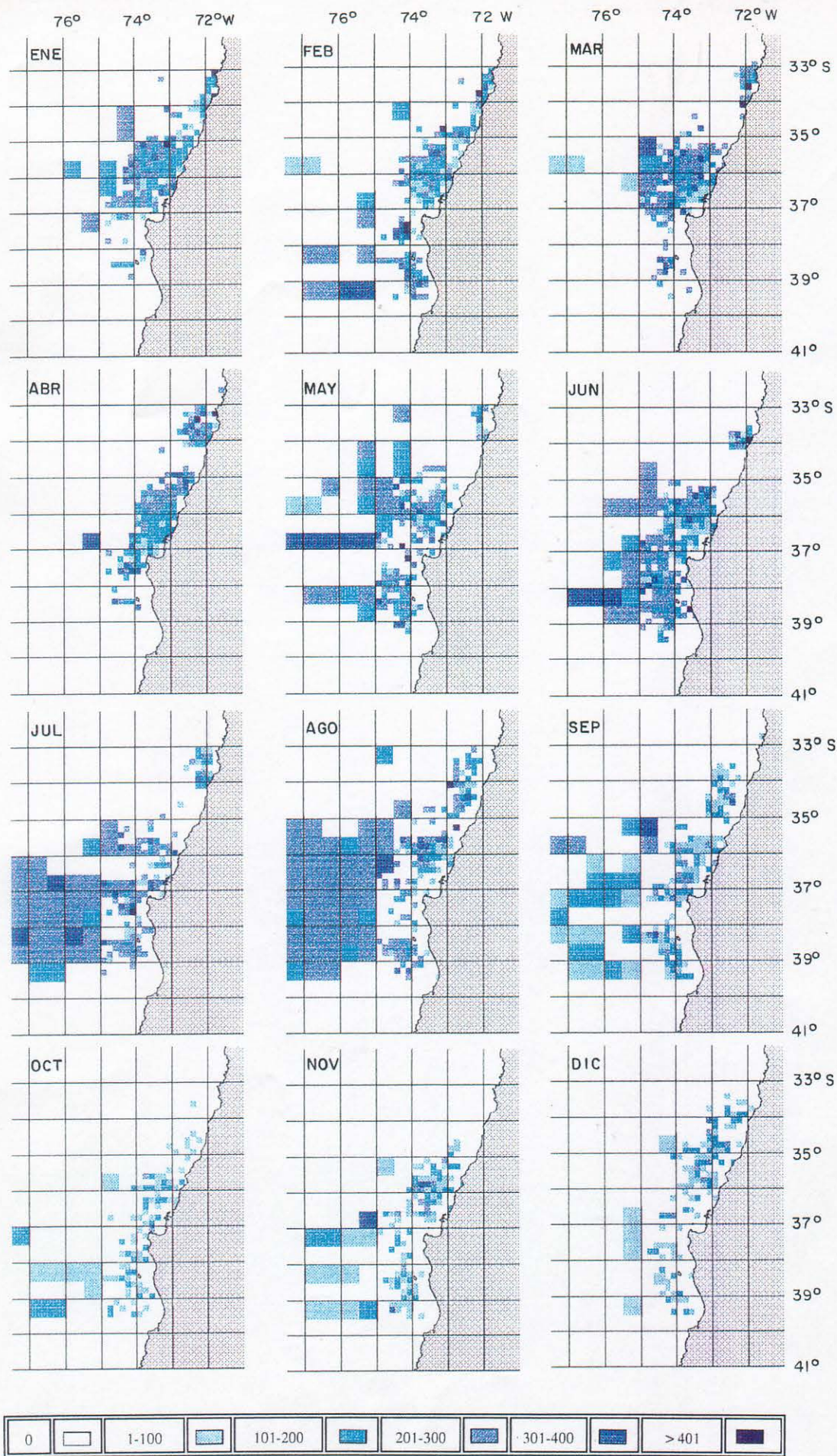


Fig. 5. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1993.

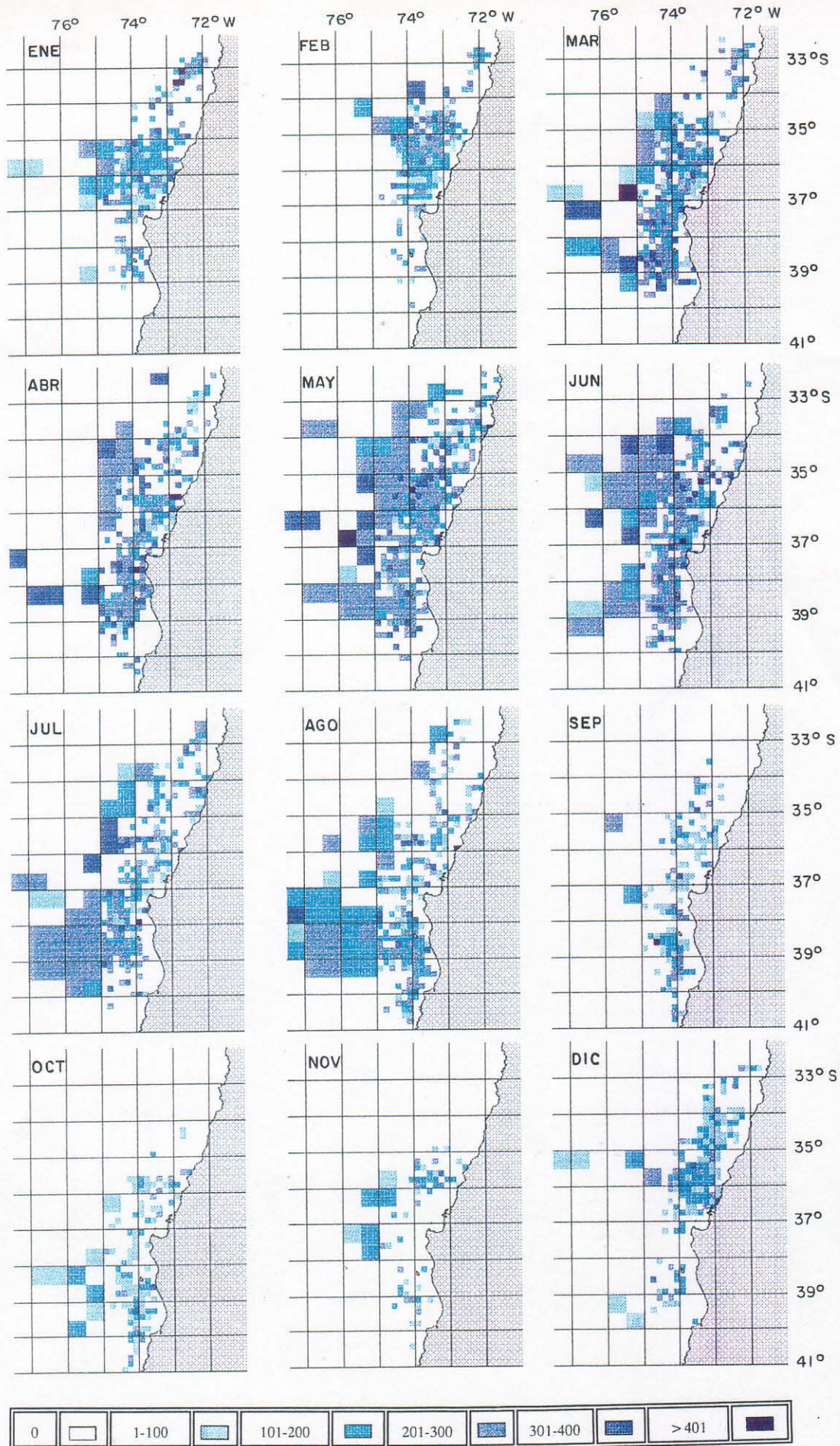


Fig. 6. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1994.

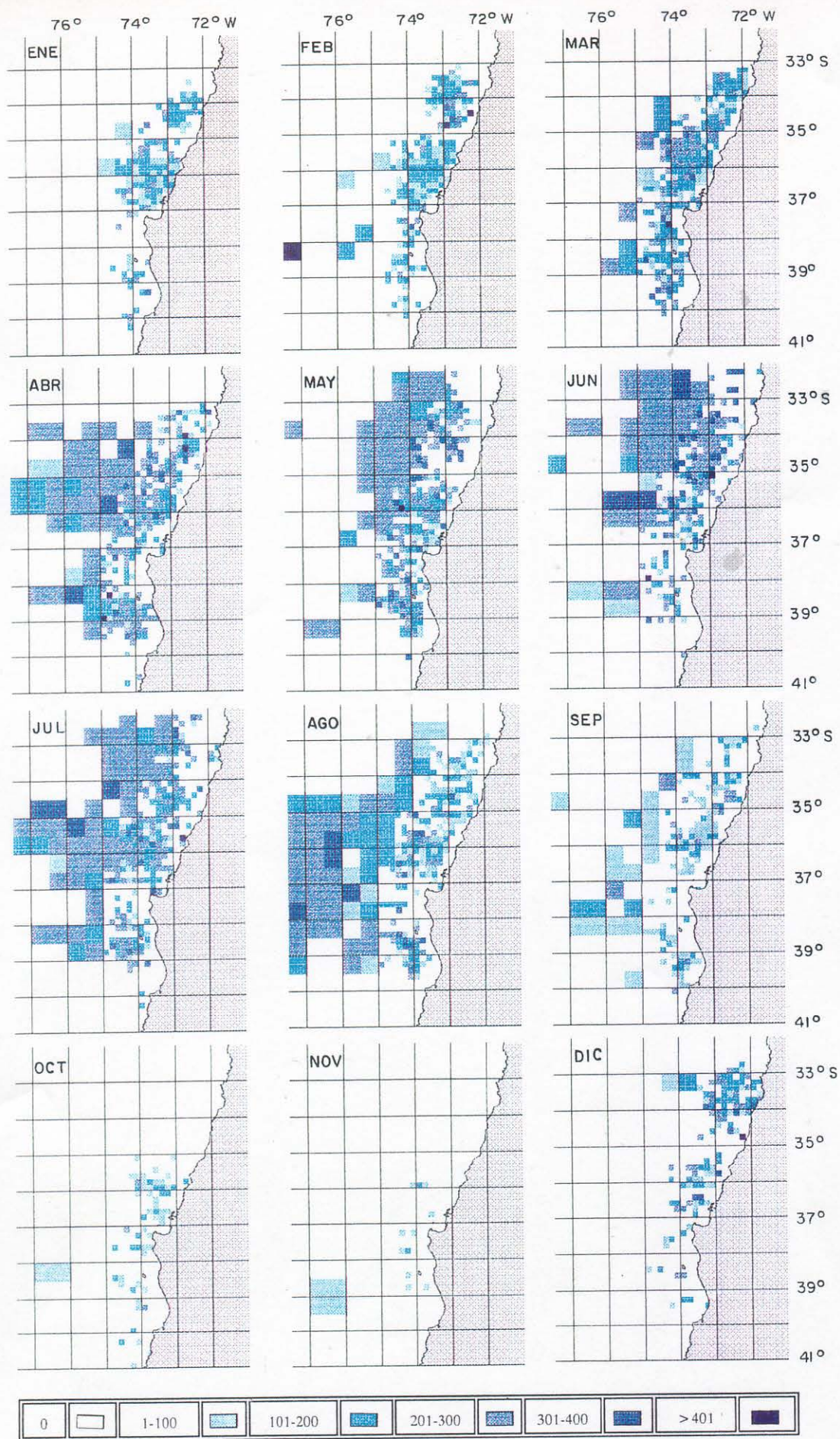


Fig. 7. Distribución espacial mensual de la CPUE de jurel (t/VPJ estándar) en la zona centro-sur de Chile en 1995.

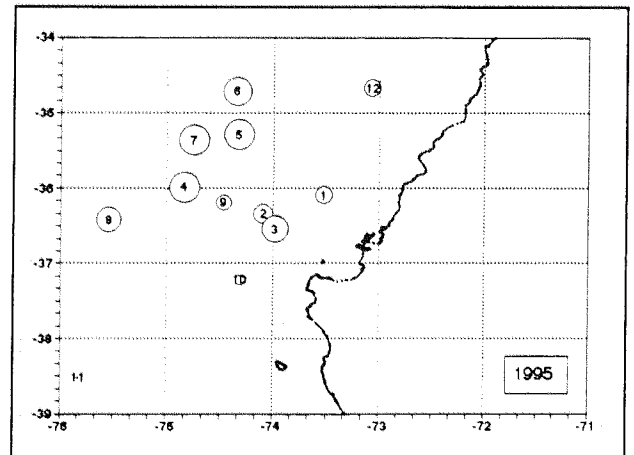
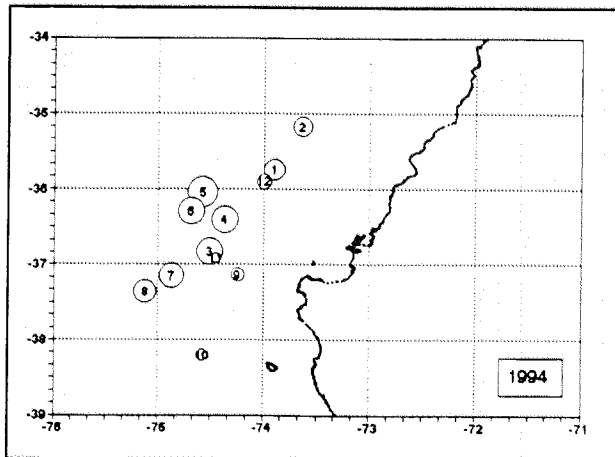
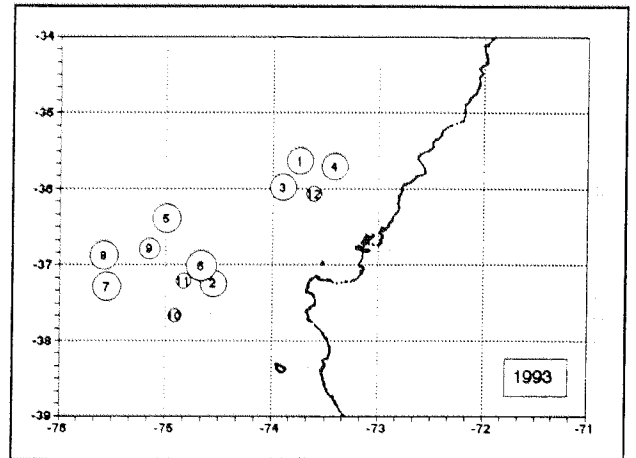
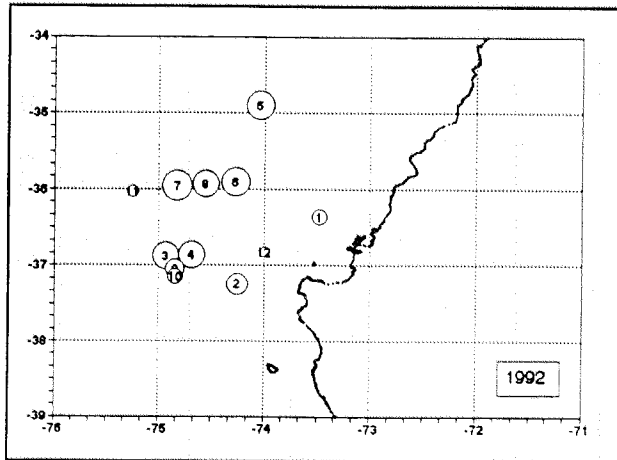
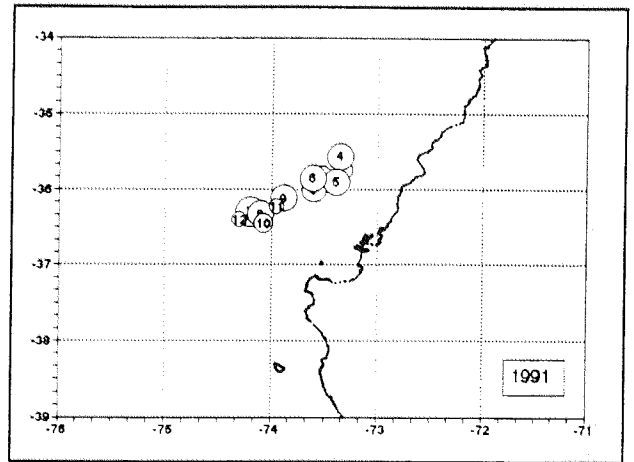
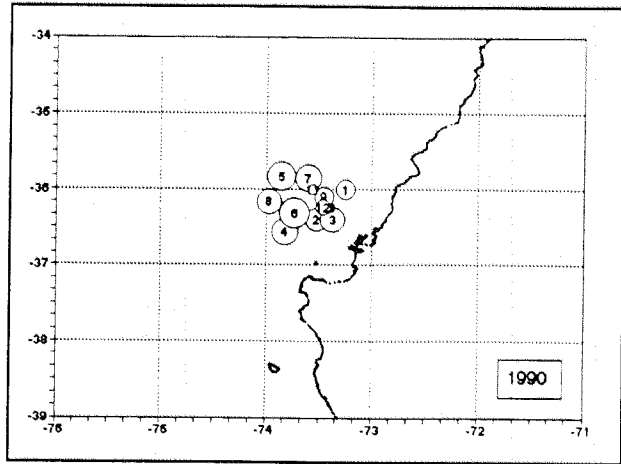


Figura 8. Ubicación de los centros de gravedad de las distribuciones mensuales de la CPUE de jurel en la zona centro-sur de Chile entre 1990-95.

expansión hacia el weste, alcanzando las 150 mn de la costa. Entre junio y agosto la distribución es bastante similar, salvo en julio donde las incursiones frente a Lebu son menores. Durante marzo y junio se insinúa un foco de mayores CPUE frente a Constitución y cerca de la costa. Los 3 últimos meses del año revelan una notable disminución de la CPUE y una cierta homogeneidad entre las cuadrículas. Cabe destacar que durante todos los meses del año el límite inferior de las cuadrículas con pesca no supera los 39°S . En cuanto a los centros de gravedad mensuales, éstos se presentan muy agrupados alrededor de los 36°S y $73^{\circ}30'\text{W}$; en todo caso, existe una cierta diferenciación entre ellos, puesto que durante los meses de verano y primavera éstos se encuentran más cerca de la costa (Fig. 8).

En 1991, durante el primer semestre la distribución de la CPUE se limita entre los 33° y 39°S , dentro de las primeras 100 mn (Fig. 3). Esto concuerda con la ubicación de los CG, los cuales no sobrepasan los 36°S y los $73^{\circ}40'\text{S}$ (Fig. 8). En el tercer trimestre se observa la misma repartición latitudinal de la CPUE; no obstante, se aprecia una expansión longitudinal, sobrepasando las 150 mn frente a la zona entre Constitución e Isla Mocha. En el cuarto trimestre nuevamente se observa una baja en la CPUE. Los CG se localizan más al sur y al weste durante el segundo semestre. Cabe mencionar que el foco de la zona de San Antonio aparece de mayor importancia que durante 1990, especialmente durante abril y julio.

Las imágenes mensuales de 1992 muestran que en el período marzo-septiembre el recurso habría presentado una distribución más oceánica (sobre las 200 mn), con altos valores de CPUE (Fig. 4). En el cuarto trimestre se vuelve a repetir un patrón similar al de 1990 y 1991; es decir, CPUE bajas y costeras. Destaca la disposición de las cuadrículas con pesca de los meses de mayo y junio, en los cuales no se observa un límite entre las zonas de San Antonio y Talcahuano, conformando una gran zona de pesca, con un CG ubicado notoriamente más al norte que en los otros meses (Fig. 8).

De enero a abril de 1993, el recurso se localiza preferentemente entre los 35° y 37°S , dentro de las primeras 120 mn de la costa (Fig. 5). No obstante que en febrero también se aprecia un foco importante al sur de los 37°S ; cabe consignar la presencia de capturas en forma casi continua a lo largo de la costa entre San Antonio e Isla Mocha. En los meses siguientes vuelven a observarse focos de concentración diferenciados. A partir de mayo se detecta una gran

expansión oceánica, sobrepasando las 200 mn de la costa, con altos registros de CPUE. En el cuarto trimestre vuelven a bajar los indicadores de abundancia; sin embargo, se presenta una distribución más oceánica respecto de años anteriores. Los CG muestran 2 grupos bien diferenciados en su posición: el primero más costero y al norte, conformado por los meses de enero, marzo, abril y diciembre; y el segundo representado por los meses restantes, más alejado de la costa y centrados en los 37°S y 75°W (Fig. 8).

En 1994, nuevamente durante los meses cálidos de enero, febrero y diciembre, predominan las cuadrículas con pesca hacia el norte de Talcahuano y frente a Constitución (Fig. 6). En el período marzo-agosto, al igual que en 1992, el recurso presentó una repartición bastante oceánica (sobre las 200 mn), con altos registros de CPUE. No obstante, en julio y agosto el foco principal de mayores CPUE se desplaza al surweste, ubicándose a unas 150 mn a la cuadra de Puerto Saavedra. Entre septiembre y diciembre de 1994, el jurel pierde notablemente cobertura espacial y disminuyen sus rendimientos, aunque se destaca su presencia frente a Valdivia.

Entre enero y marzo de 1995, el recurso se localiza preferentemente en una franja costera de 100 mn, con 2 focos en enero y febrero, que se unen desde marzo en adelante (Fig. 7). Entre abril y agosto (otoño-invierno), se produce una significativa expansión en la distribución espacial, registrándose frecuentemente incursiones de la flota sobre las 200 mn de la costa, asociadas a altos valores de CPUE. Asimismo, nuevamente se detecta una actividad de tipo oceánica frente a la zona de San Antonio, siendo más constante y cubriendo una mayor área en este último año; lo anterior se refleja en la ubicación de los CG desde abril a julio (Fig. 8). Al igual que en años anteriores, entre septiembre y diciembre el jurel disminuye de manera notable su cobertura espacial acompañado de una baja en sus rendimientos; éste reaparece en diciembre con un foco importante frente a San Antonio.

3.4. Análisis estadístico de las cartografías mensuales de CPUE

El número de cuadrículas con pesca (NCP), y la media, mínima y máxima de las imágenes mensuales de CPUE, se presentan en la Tabla 6. El NCP muestra anualmente una clara estacionalidad, fluctuando entre 3% (nov-95) y 46% (may-94) de cobertura espacial mensual de la zona de estudio (Fig. 9a). La tendencia de esta serie es al aumento en forma sostenida, exceptuando la disminución de principios de 1993 y finales de 1995 (Fig. 9b). En cuanto a la señal anual, ésta presenta un aumento desde enero hasta mayo, una relativa estabilización hasta agosto y una notable disminución hacia fines de año (Fig. 9c). Esto estaría asociado al comportamiento estacional del recurso producto de migraciones de tipo alimenticias y reproductivas.

Con respecto a la CPUE promedio de los datos, se observa también anualmente una clara estacionalidad (Fig. 10a). Los valores de la serie fluctúan entre las 50 y 270 t/VPJ estándar; los mayores valores se observan entre marzo y julio de 1992, y los menores a fines de 1990. La tendencia obtenida por un promedio móvil de 12 meses, muestra una curva ascendente hasta inicios de 1992, para luego decrecer continuamente (Fig. 10b). La estacionalidad muestra que existe un sostenido incremento de la CPUE entre enero y abril, permaneciendo en valores altos hasta julio y disminuyendo drásticamente hasta fines de año (Figs. 10c).

La CPUE promedio del mapa, también presenta una clara estacionalidad, con un mínimo de 5 (nov-90) y un máximo de 107 t/VPJ estándar (may-94) (Tabla 6 y Fig. 11a). La tendencia de esta variable aumenta sostenidamente hasta el primer trimestre de 1992, estabilizándose hasta septiembre del mismo año. Posteriormente se aprecia una importante disminución de la CPUE principalmente en el período otoño-invierno de 1993. Luego la tendencia de la CPUE mantiene una cierta estabilización en niveles similares a los de 1992 (Fig. 11b). La señal anual indica un notable aumento de la CPUE de enero a mayo, manteniendo valores altos hasta julio para posteriormente disminuir fuertemente en los meses siguientes (Fig. 11c).

Tabla 6

Estadísticos de las imágenes mensuales de CPUE de jurel en la zona centro-sur de Chile en el período 1990-95.

1990	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
NCP	82	83	96	112	124	127	123	116	115	76	65	88
Media dato (t/VPJe)	153	200	194	195	215	229	188	156	104	51	51	83
Media mapa (t/VPJe)	19	26	29	34	41	45	36	28	19	6	5	11
Mínimo	3	12	11	4	10	8	14	6	2	4	2	7
Máximo	439	493	521	459	496	512	514	403	502	170	198	347
1991												
NCP	136	127	147	154	145	143	178	153	145	106	81	82
Media dato	130	139	187	207	223	202	232	194	203	166	130	121
Media mapa	27	27	43	49	50	45	64	46	45	27	16	15
Mínimo	5	14	10	6	1	10	23	7	5	8	6	4
Máximo	481	470	451	496	539	579	431	438	570	580	415	340
1992												
NCP	117	123	166	158	188	196	210	218	152	112	73	55
Media dato	155	214	247	271	269	268	274	210	144	124	130	98
Media mapa	28	41	64	66	78	81	89	71	34	22	15	8
Mínimo	10	5	6	5	27	8	4	4	6	3	8	1
Máximo	466	489	528	512	544	539	628	472	441	326	493	449
1993												
NCP	154	162	156	141	162	199	158	175	161	95	110	115
Media dato	184	188	204	196	205	198	223	206	112	88	109	93
Media mapa	44	47	49	43	51	61	54	56	28	13	19	17
Mínimo	5	7	7	12	5	15	2	17	1	4	7	3
Máximo	568	456	838	496	624	532	408	434	330	285	350	302
1994												
NCP	182	161	246	225	299	245	223	226	126	113	54	161
Media dato	173	180	197	218	231	216	194	166	116	103	140	120
Media mapa	49	45	75	76	107	82	67	58	23	18	12	30
Mínimo	1	3	4	6	11	7	6	6	7	6	4	9
Máximo	446	363	455	445	716	580	450	454	675	329	340	394
1995												
NCP	142	185	243	264	262	225	256	239	146	59	13	113
Media dato	133	130	164	212	216	230	211	152	95	87	79	168
Media mapa	29	37	62	87	87	80	84	56	21	8	2	29
Mínimo	20	2	2	3	8	6	8	3	5	7	10	4
Máximo	343	424	428	441	456	455	431	379	299	267	157	533

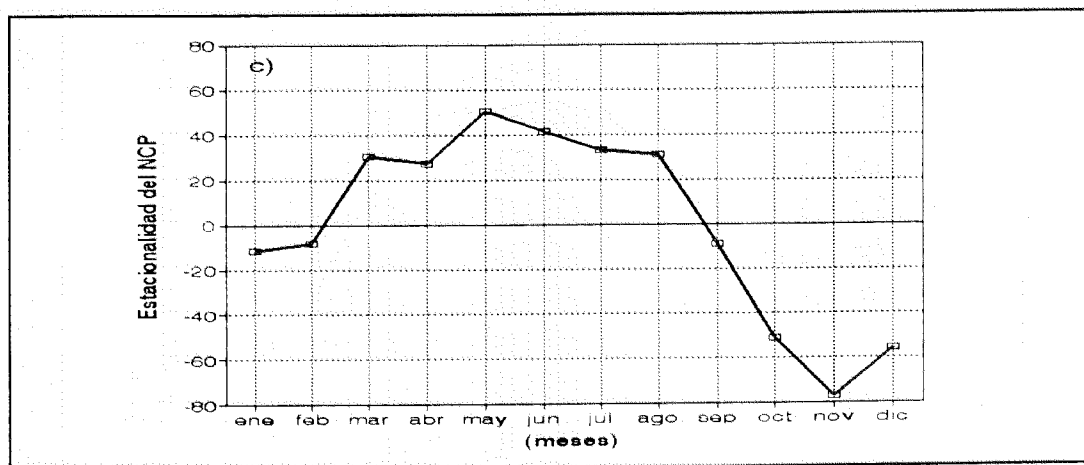
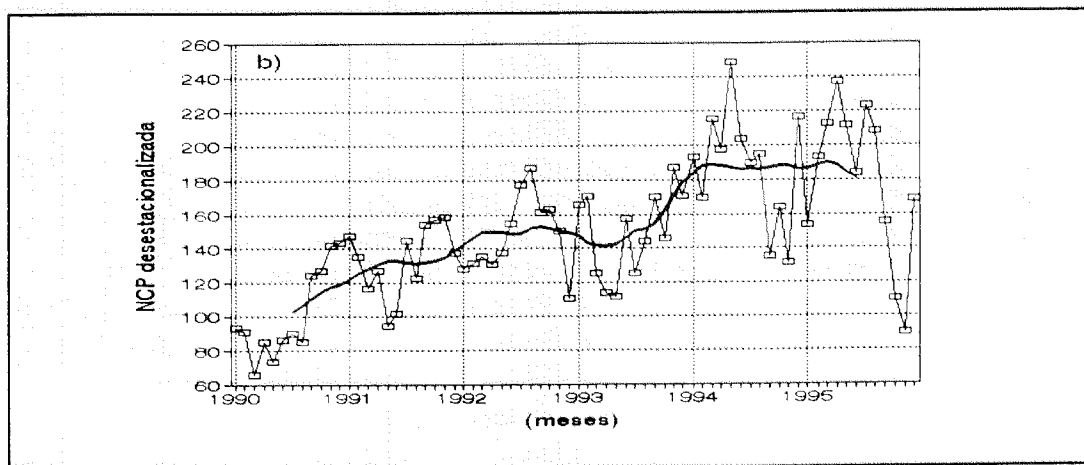
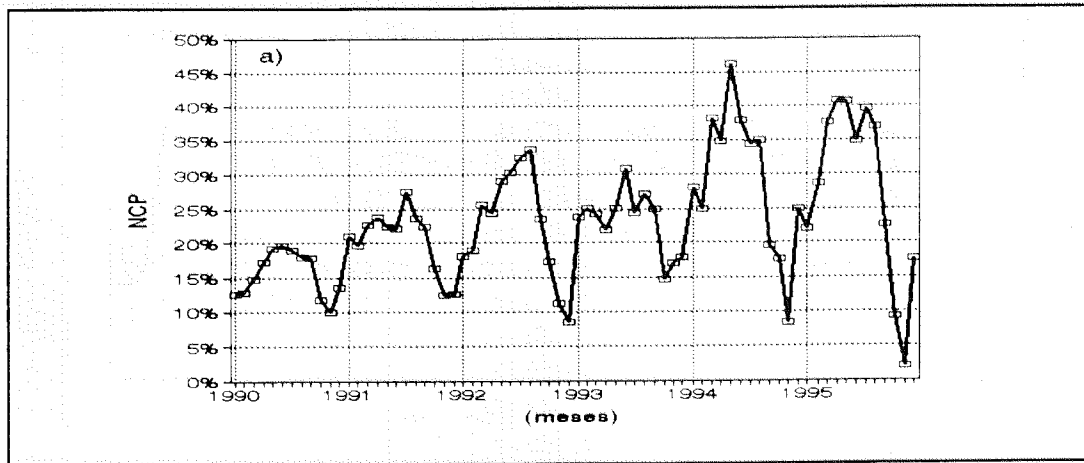


Figura 9. Número mensual de cuadrículas con pesca de jurel en la zona centro sur de Chile (1990-95): a) valores observados, b) valores desestacionalizados y tendencias, y c) componente estacional (modelo aditivo).

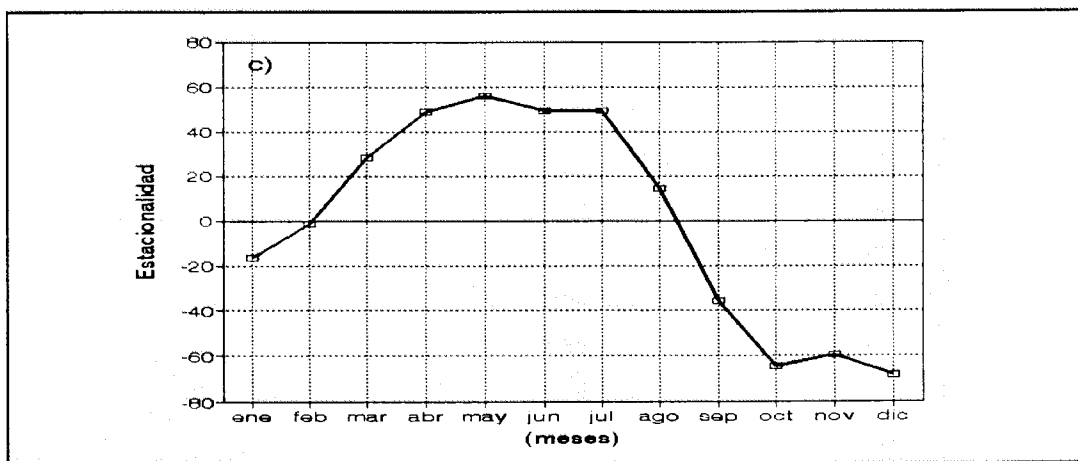
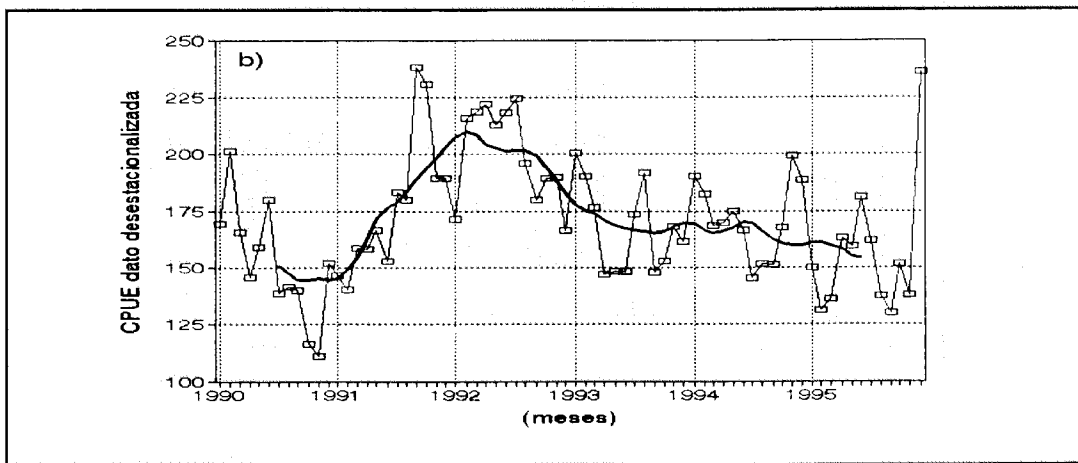
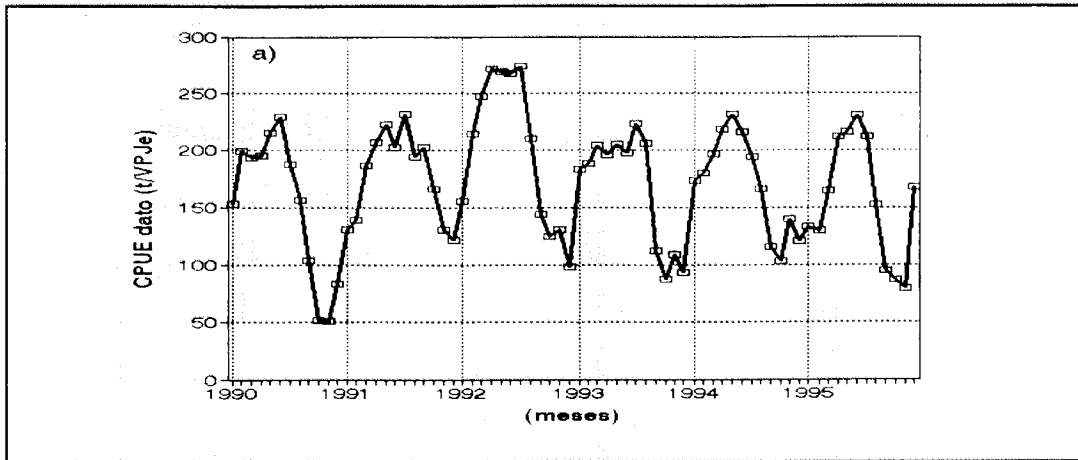


Figura 10. Promedios mensuales de los datos de la CPUE de jurel en la zona centro sur de Chile (1990-95): a) valores observados, b) valores desestacionalizados y tendencia, y c) componente estacional (modelo aditivo).

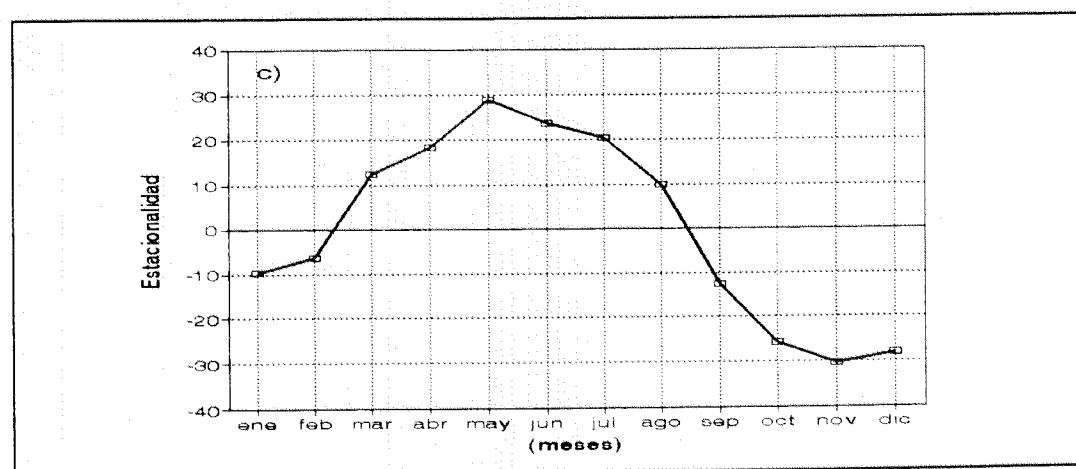
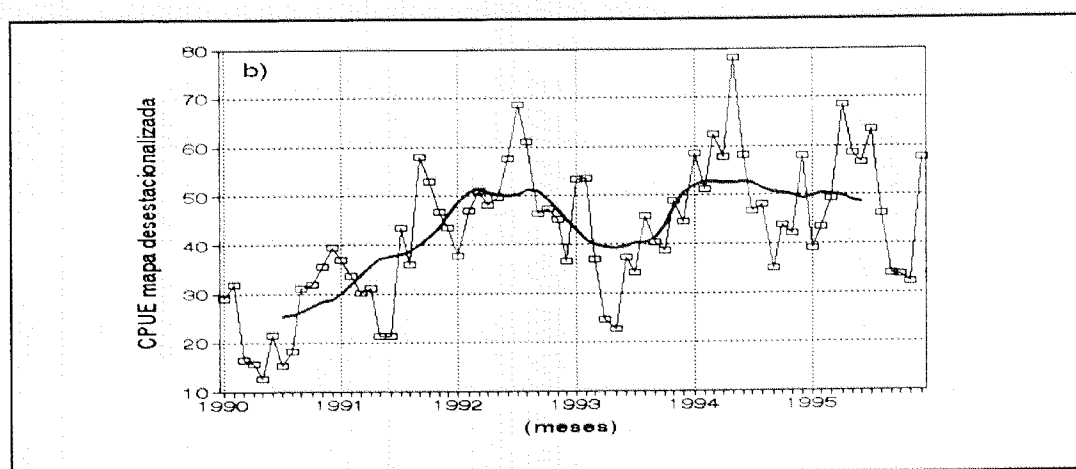
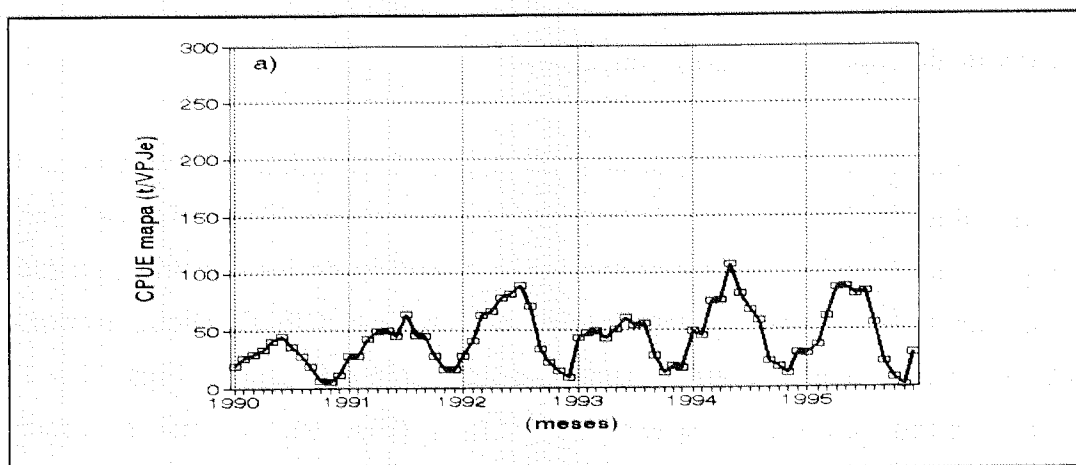


Figura 11. Promedios mensuales de los mapas de CPUE de jurel en la zona centro sur de Chile (1990-95): a) valores observados, b) valores desestacionalizados y tendencia, y c) componente estacional (modelo aditivo).

3.5. Distribución espacial diaria de la CPUE

En las figuras 12 a 17 se presentan los mapas de distribución diaria de la CPUE del recurso jurel durante los períodos de realización de cruceros hidroacústicos (Tabla 1). En términos generales la información muestra que la ejecución de los cruceros realizados a fines de año, se asocian a períodos de notable disminución de la CPUE. Dicha disminución sería explicada por la estacionalidad que presenta la distribución del recurso (Figs. 10 y 11), lo que incide en la menor cobertura espacial de la flota (Fig. 9), lo cual se asociaría a su comportamiento alimentario y reproductivo. Estos resultados serán analizados con más detalle al contrastarlos con la información sobre la distribución del recurso estimada por el método hidroacústico.

TALLER

"EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL EN LA ZONA CENTRO-SUR".

INFORME DE MISION EN CHILE.

François Gerlotto

1.- INTRODUCCION

El Instituto de Fomento Pesquero de Valparaíso (Chile) organizó un taller interno de análisis de los datos colectados durante las campañas de prospección acústica sobre el stock de jurel (Trachurus symmetricus murphyi) de la zona centro-sur del país. Este taller se motiva por varias razones, de cuales las principales son las siguientes:

- Se hizo necesario realizar una síntesis y obtener una visión sinóptica de los resultados obtenidos sobre ésta especie a través de las diferentes disciplinas que se desarrollaron durante las campañas: hidrología, ambiente, plancton, fisiología (alimentación, reproducción), biología pesquera y acústica. Dichos datos se procesaron separadamente y una reunión de los especialistas permitió conocer mejor la biología del jurel y las características pesqueras del recurso.
- Los datos de evaluación del stock por acústica dieron resultados muy variables, y difícilmente compatibles con los datos de pesca. En particular, las estimación de biomasa de algunos años (e.g. 1994) fueron muy bajas comparadas con la pesca. Era pues indispensable analizar en detalle la metodología para, en primer lugar evaluar la precisión de las evaluaciones y la calidad de la metodología, en segundo lugar definir una metodología apropiada si fuera necesario y proponer un proyecto de actividades acústicas que dieran información importante para el manejo del recurso jurel.

Mi participación en este taller fue motivada por este segundo objetivo, cuya característica científica corresponde con mi especialidad (metodología acústica y estadística para la evaluación de los recursos pelágicos).

2.- DETALLE ADMINISTRATIVO DE LA MISION

2.1.- Cronograma

Fecha	Actividades
06/07/96	Llegada a Valparaíso
08-12/07/96	Trabajo con grupo interno sobre los datos y resultados de las campañas acústicas y estudio bibliográfico sobre el jurel (especie y stock que no conocía anteriormente).
15-17/07/96	Taller general
17/07/96	Elaboración de conclusiones generales del taller y recomendaciones
18/07/96	Regreso a Francia.

2.2.- Contactos

Me entreviste con los siguientes investigadores durante la primera fase de mi misión :

Acústica : M. A. Barbieri, jefe de departamento de IFOP; Srs, Jorge Castillo, José Córdoba y Sergio Lillo (grupo de acústica del IFOP).

Biología pesquera : Sr. Rodolfo Serra y Sra Gabriela Böhm (grupo de biología pesquera de IFOP); Eleuterio Yañez (Universidad Católica de Valparaíso)

Estadística pesquera: Sr. Hugo Robotham

Durante la segunda fase, tuve la oportunidad de entrevistarme con los investigadores y expertos siguientes :

Acústica y pesca : Sr. Oscar Guzmán

Oceanografía : Sr. José Luis Blanco

Plancton : Sr. Sergio Nuñez

Biología : Sr. Hugo Arancibia

Por otra parte fue recibido por responsables de IFOP, de la Subsecretaría de Pesca y de la Universidad Católica de Valparaíso.

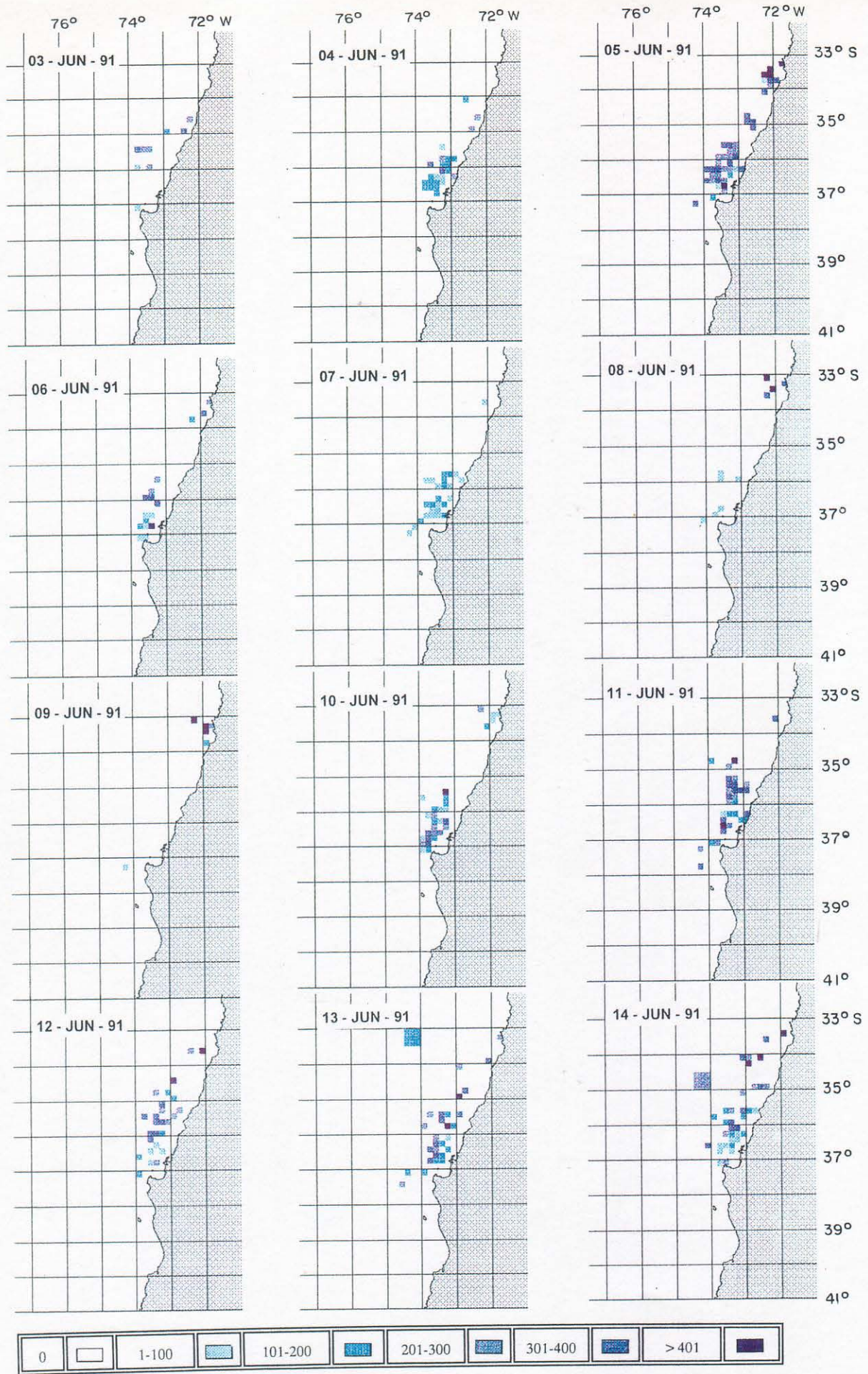


Fig.12. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 3/jun/91 y el 8/jul/91.

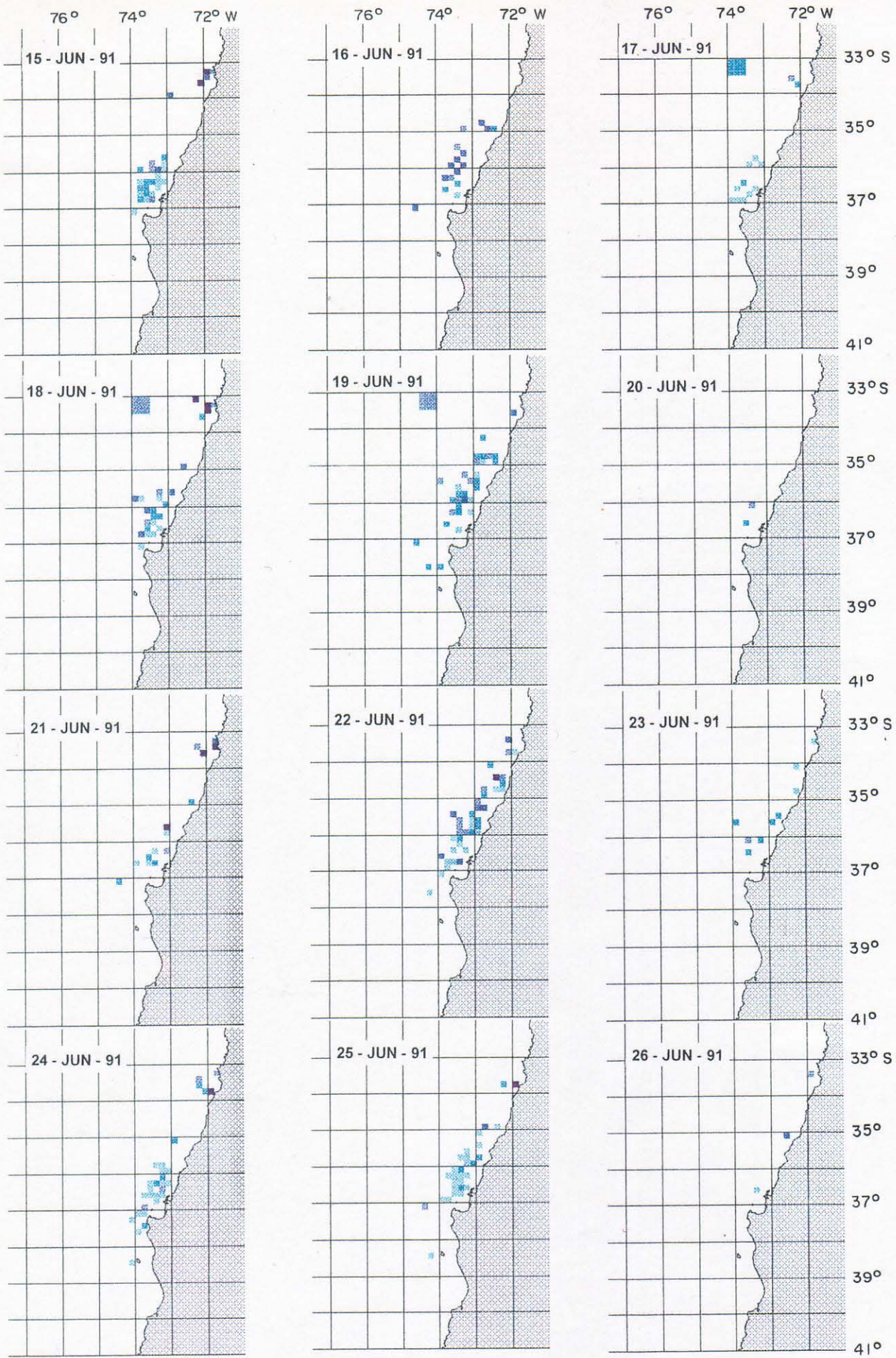


Fig. 12. Continuación.

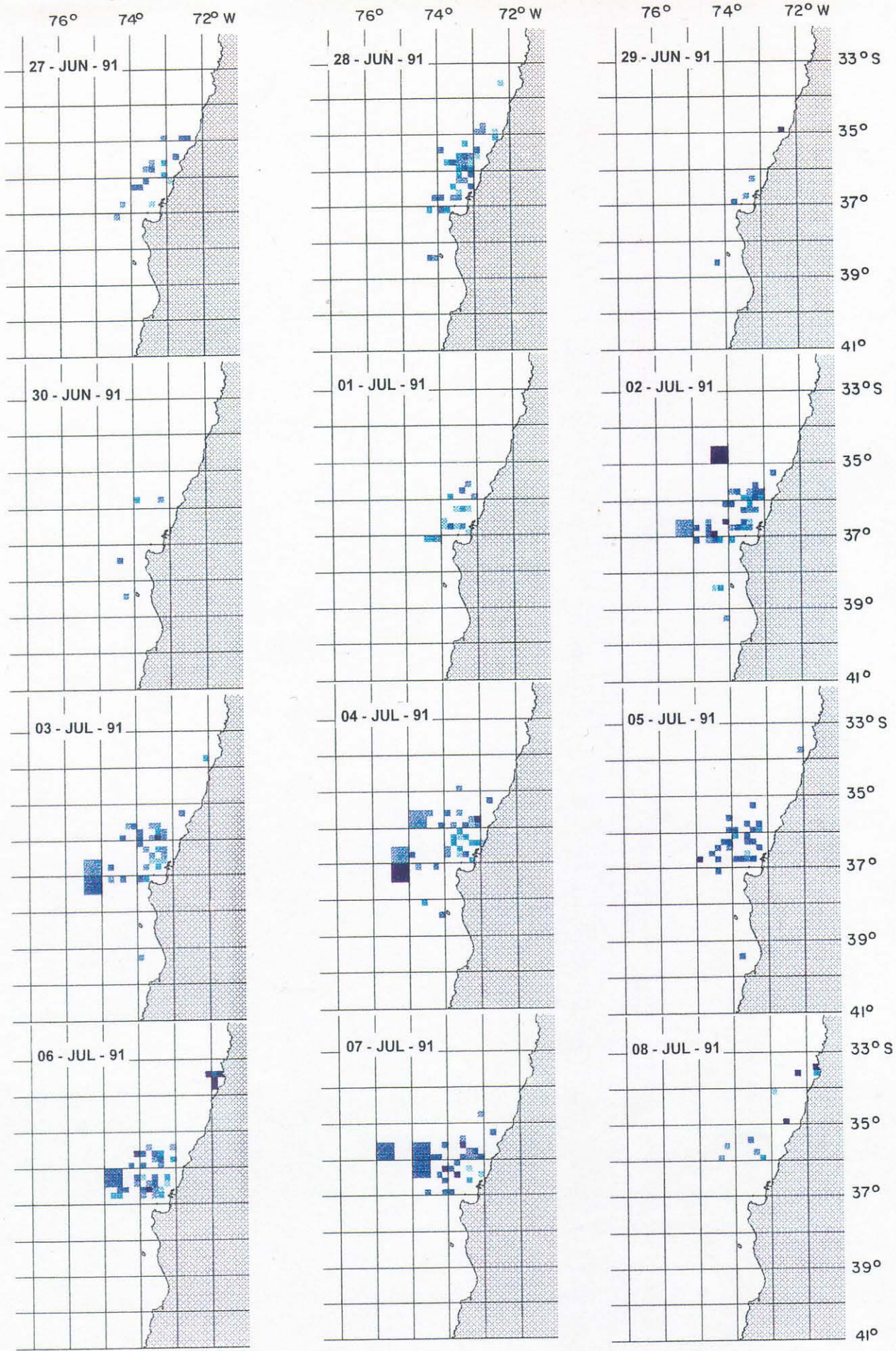


Fig. 12. Continuación.

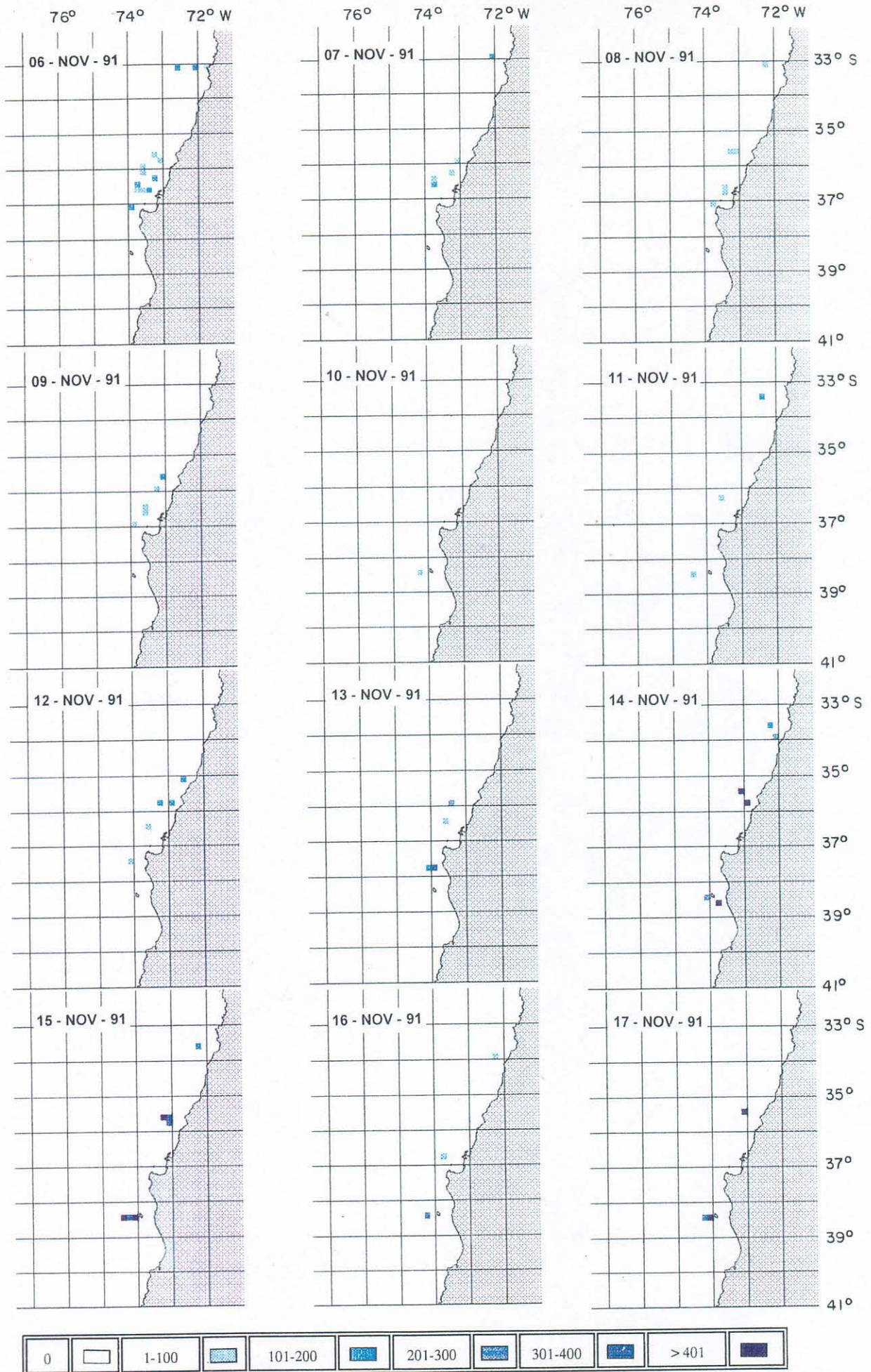


Fig.13. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero

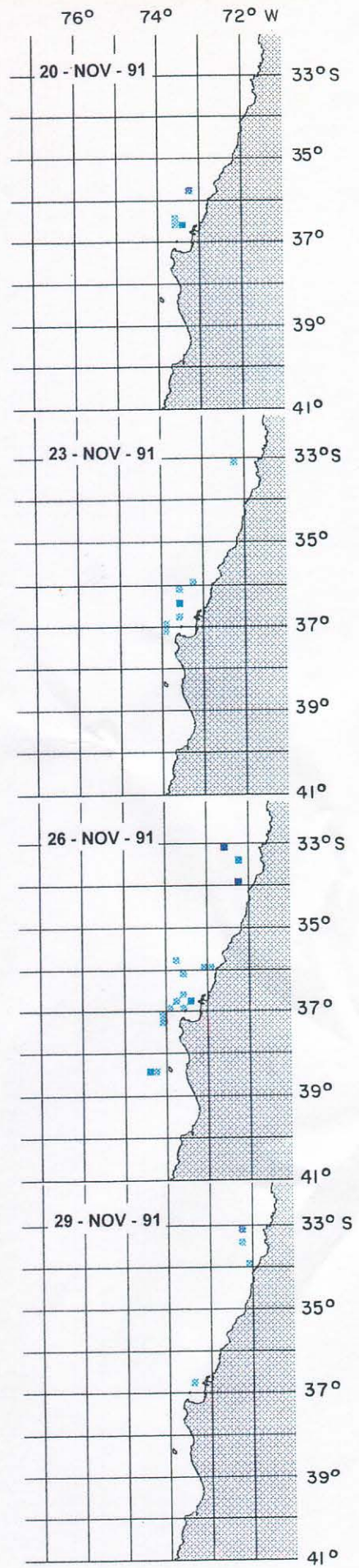
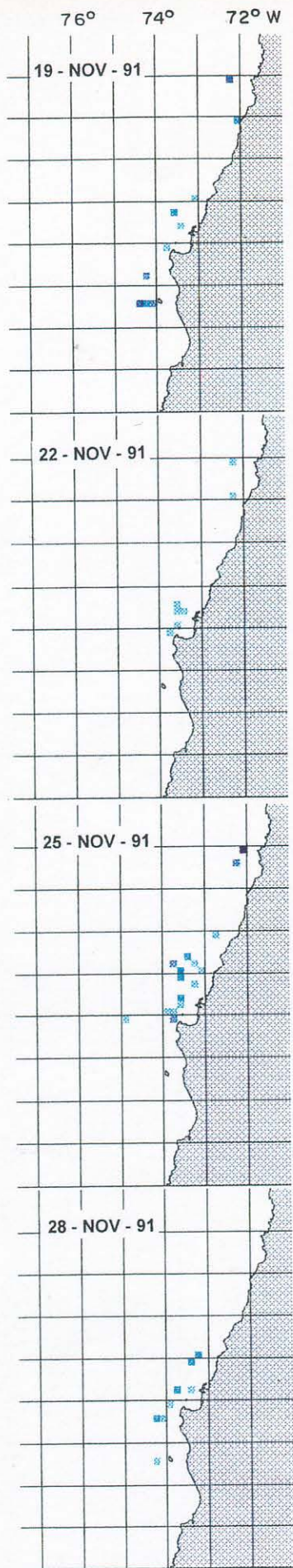
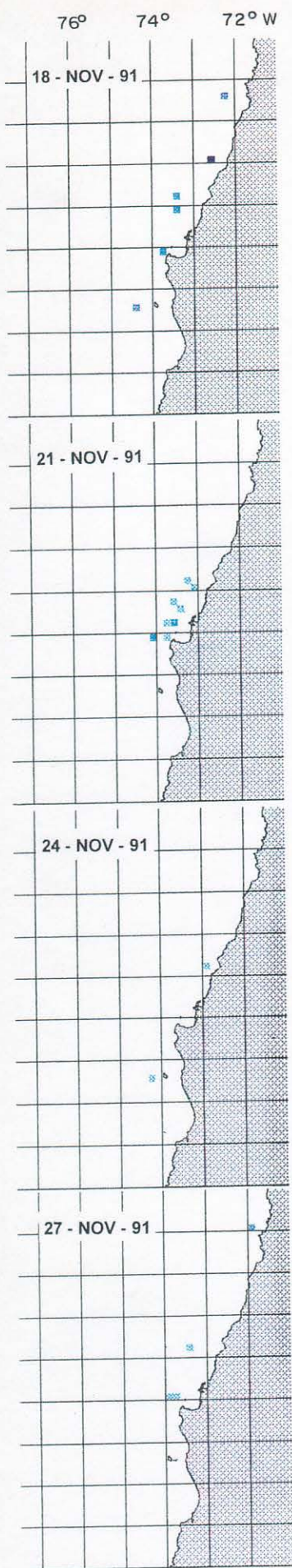


Fig. 13. Continuación.

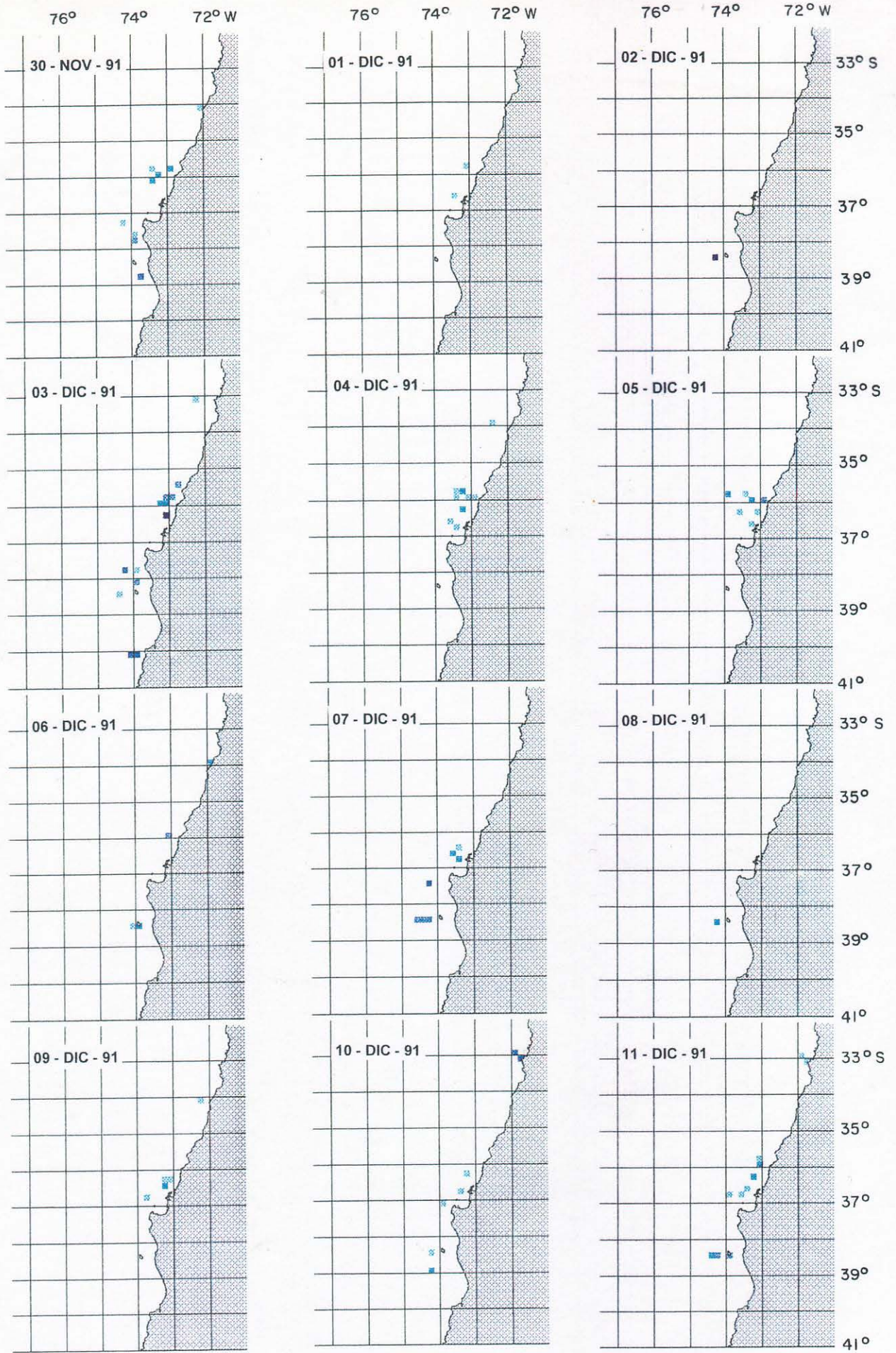


Fig. 13. Continuación.

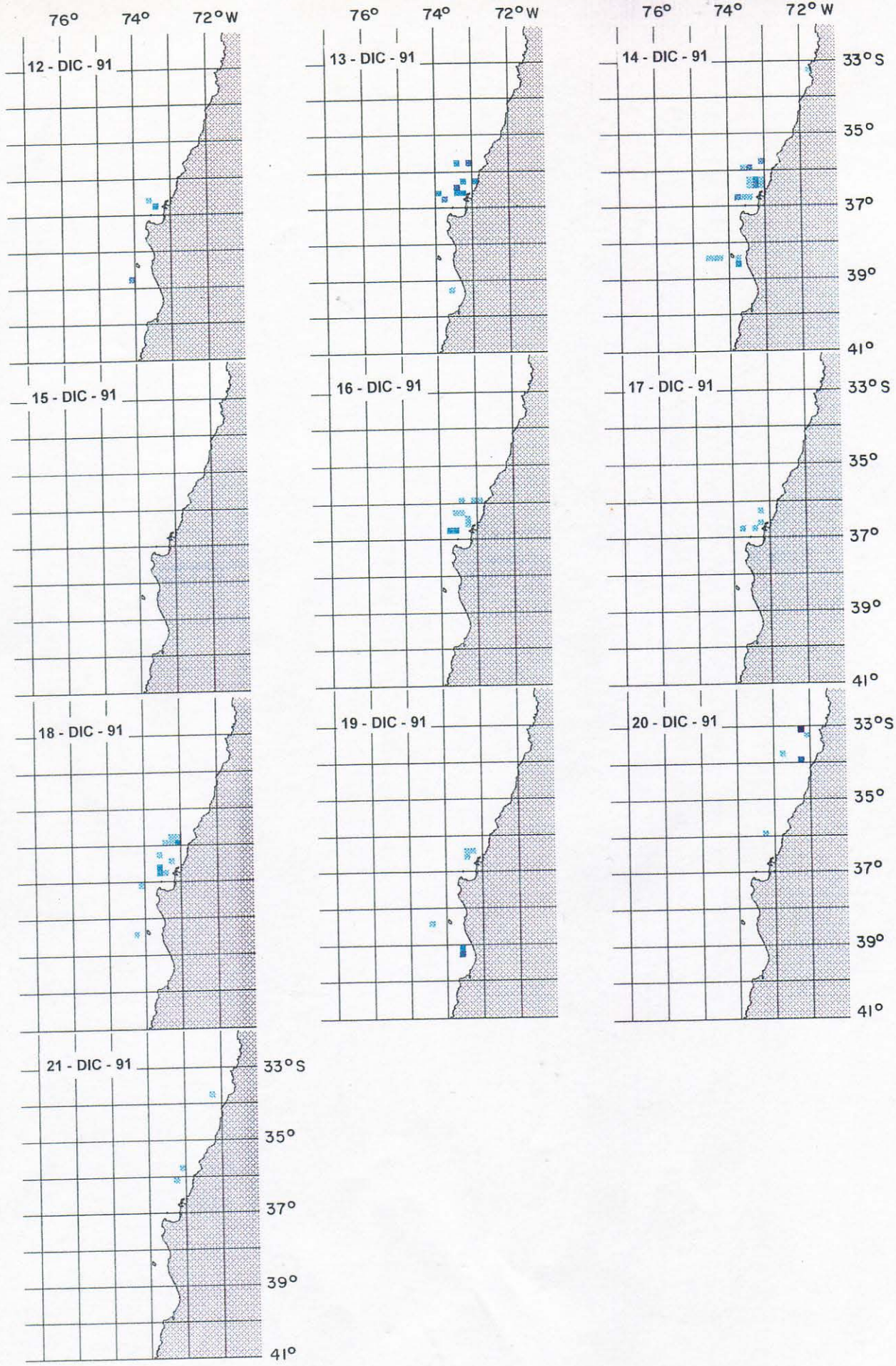


Fig. 13. Continuación.

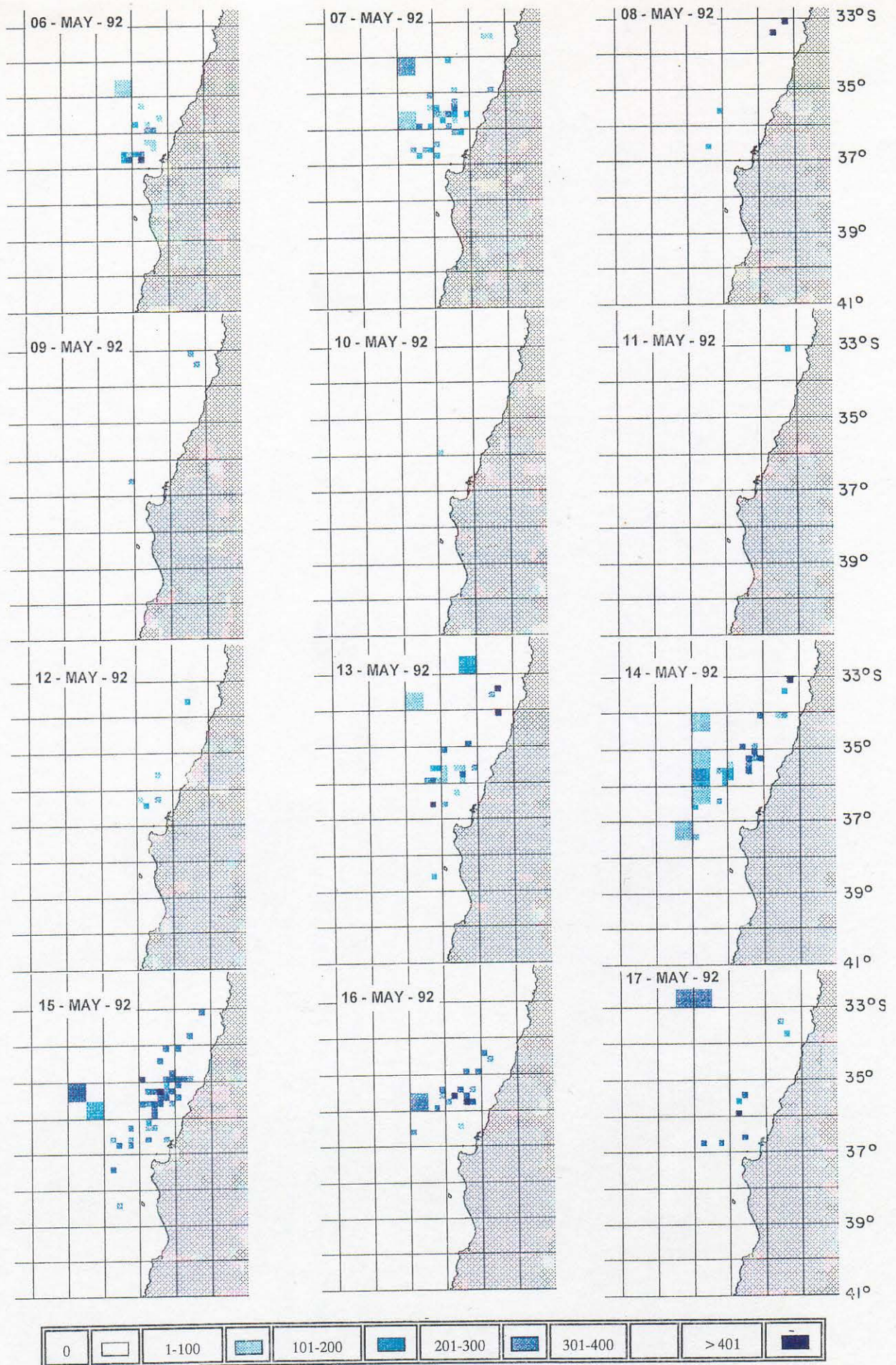


Fig. 14. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 6/may/92 y el 4/jun/92.

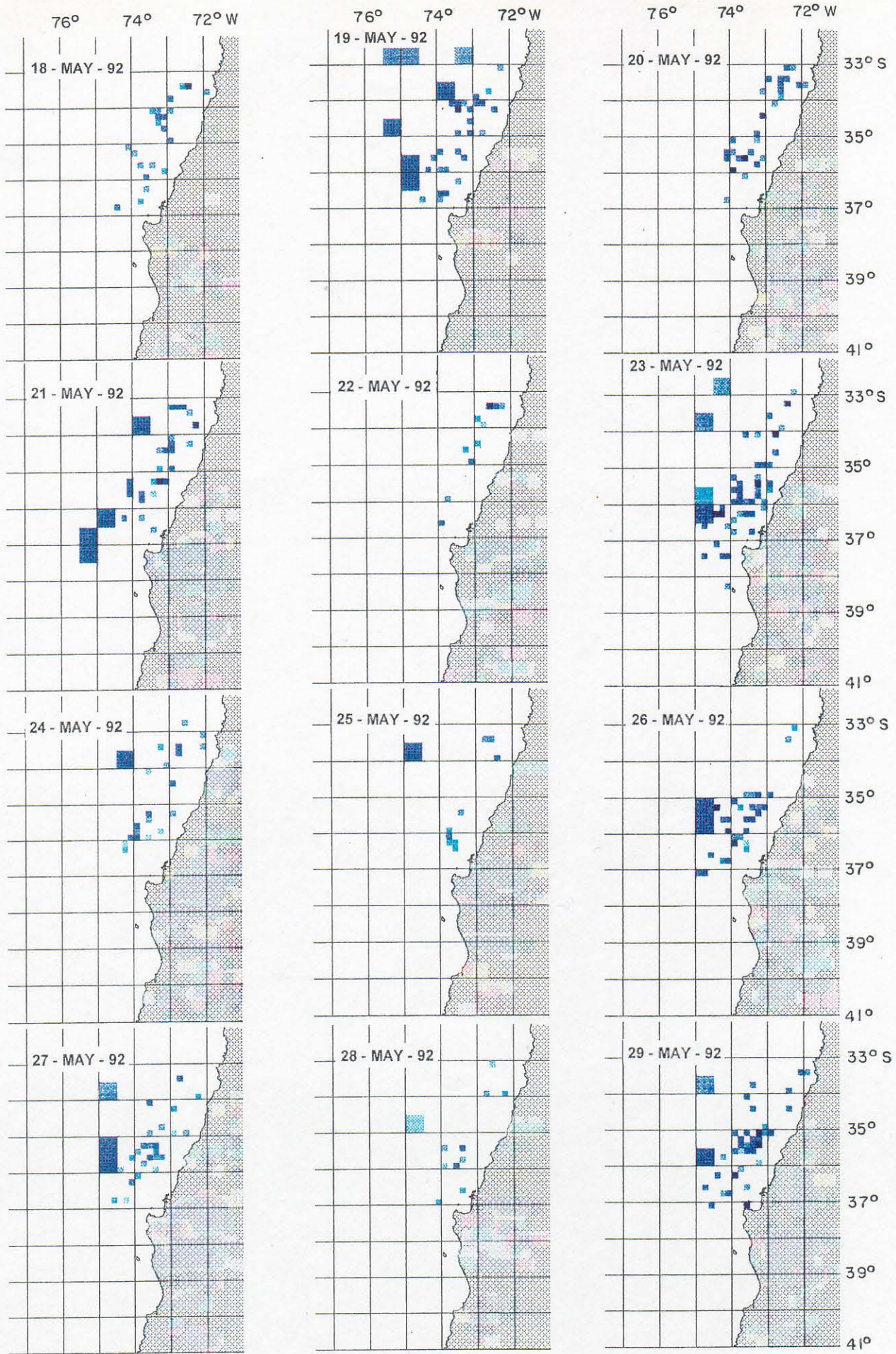


Fig. 14. Continuación.

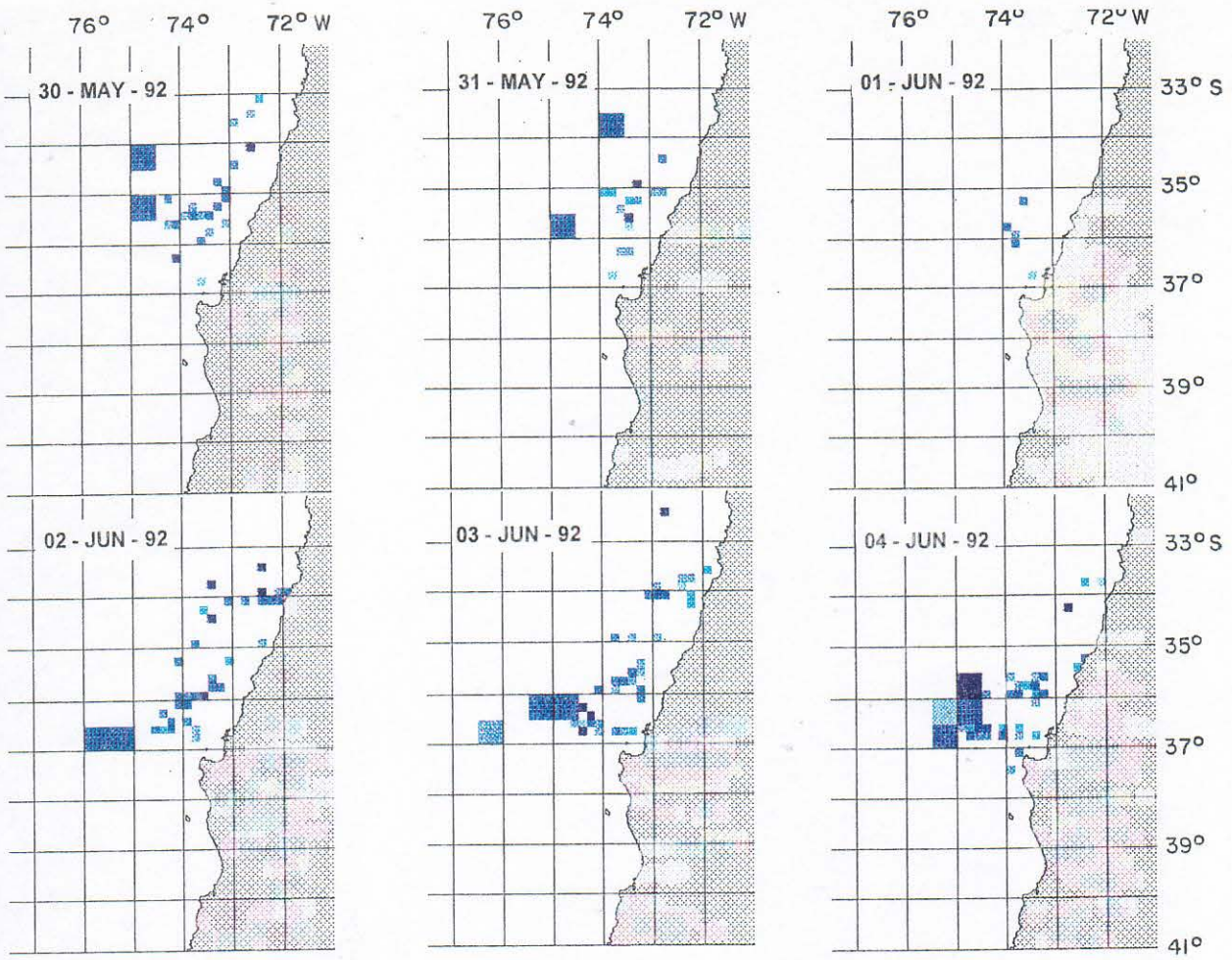


Fig. 14. Continuación.

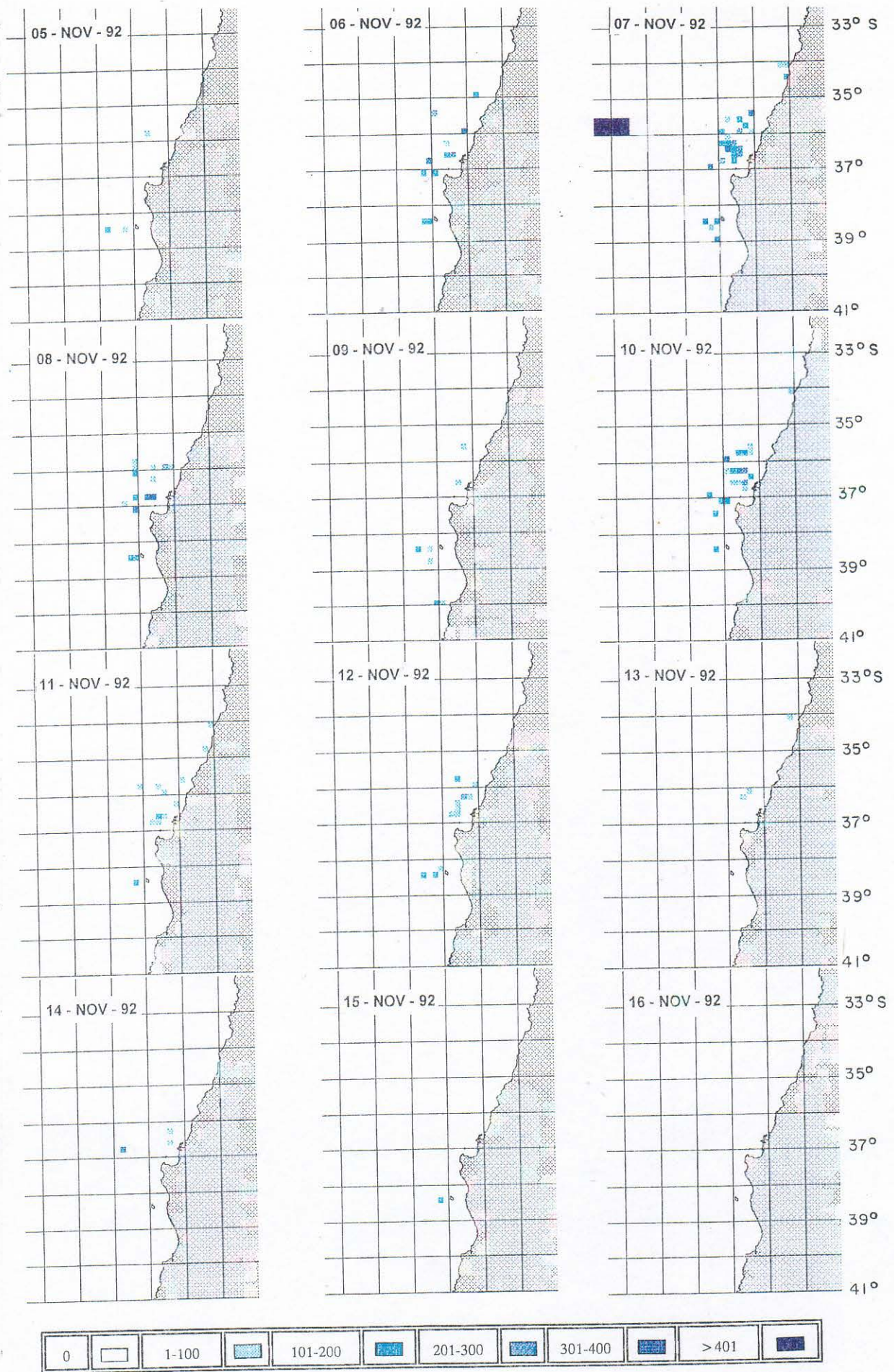


Fig. 15. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 5/nov/92 y el 21/dic/92.

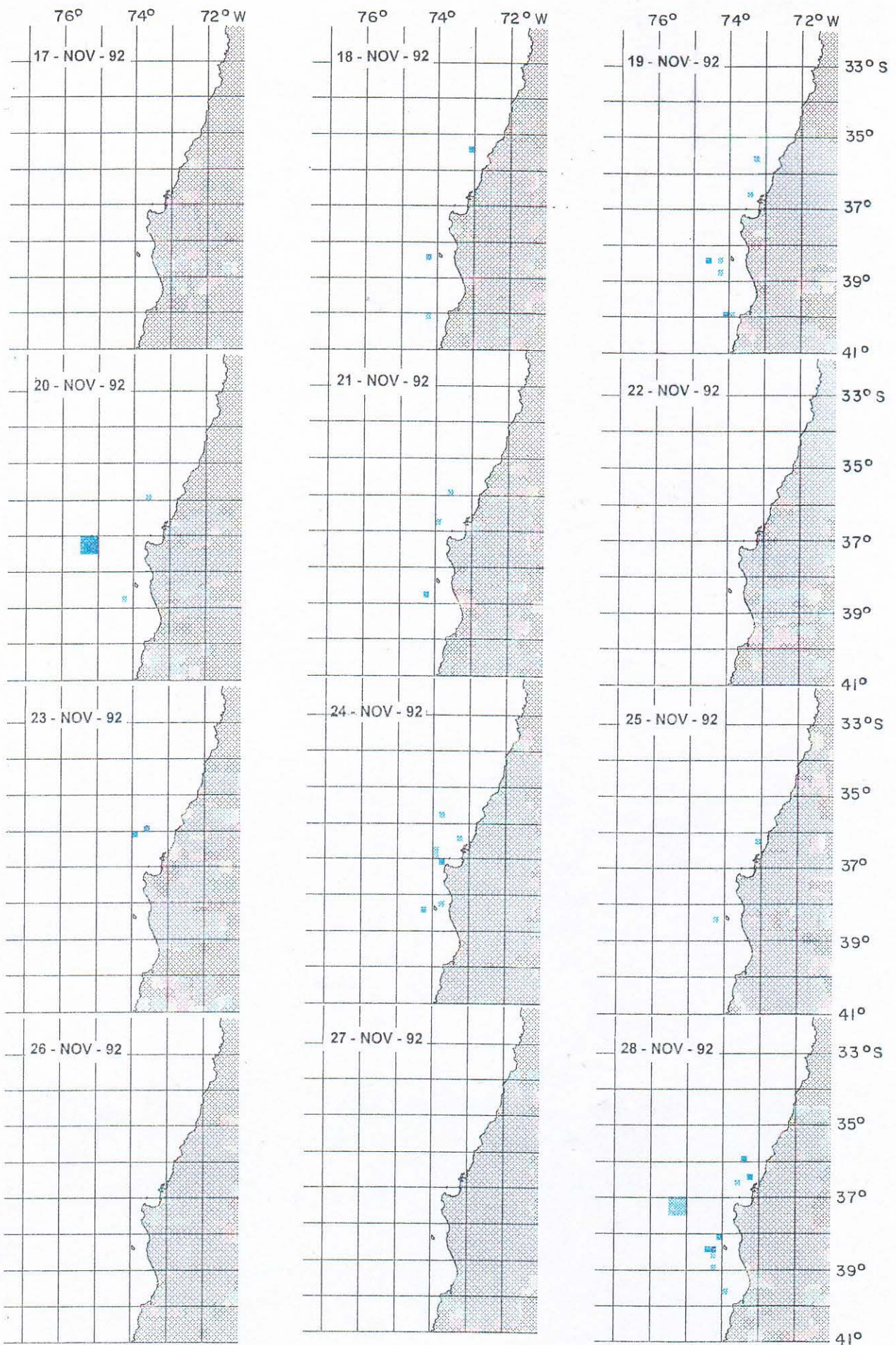


Fig. 15. Continuación.

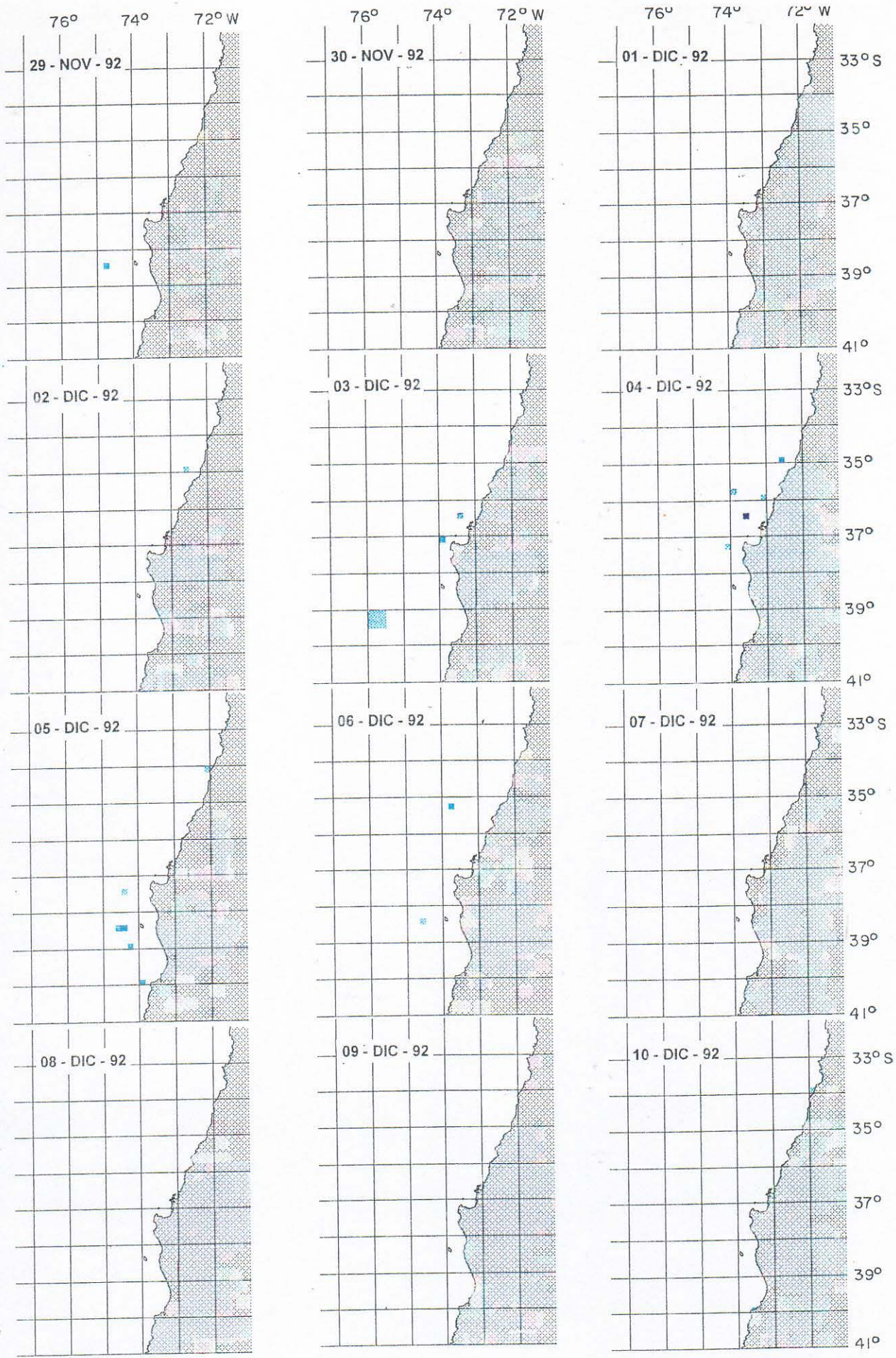


Fig. 15. Continuación.

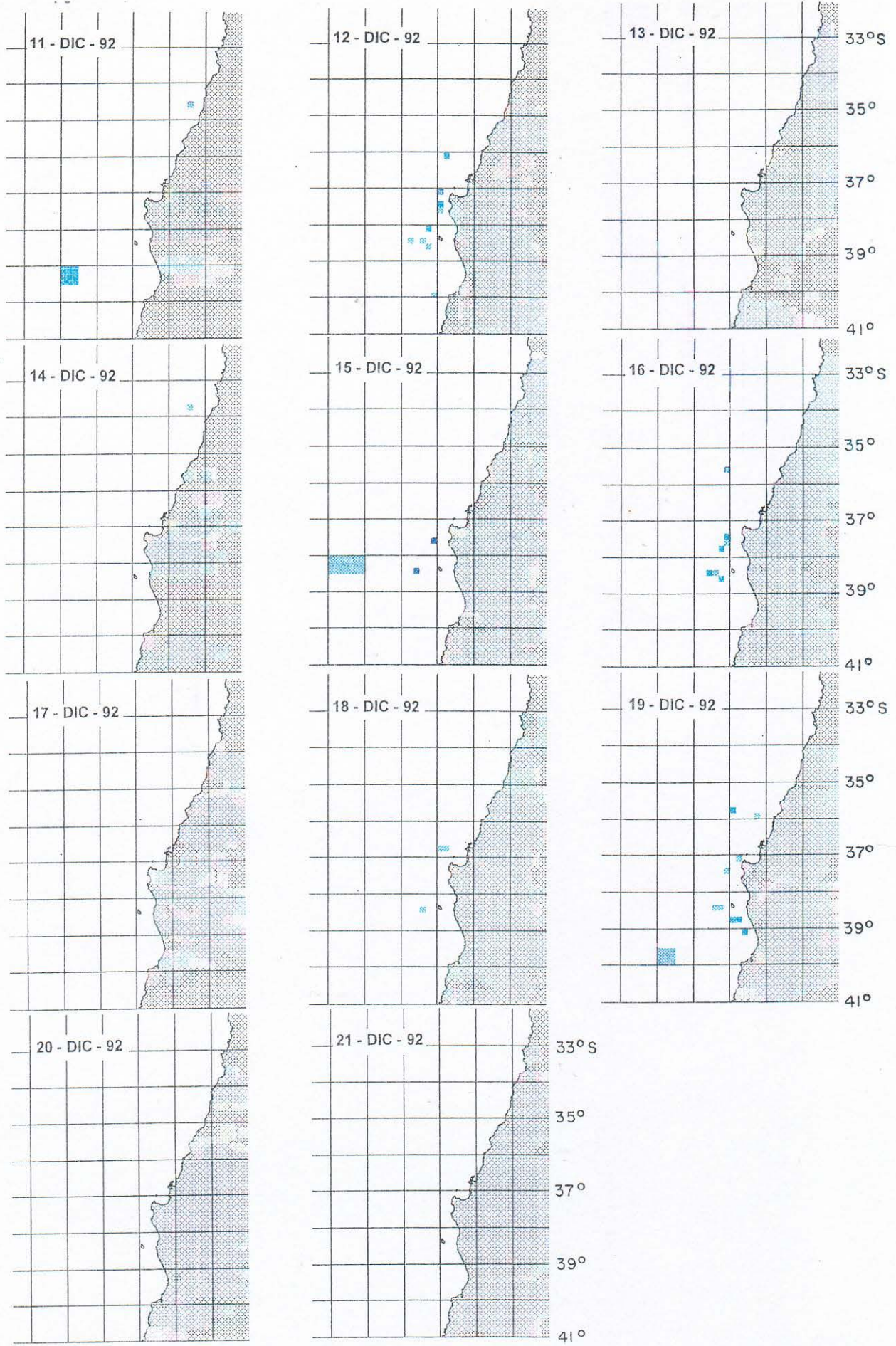


Fig. 15. Continuación.

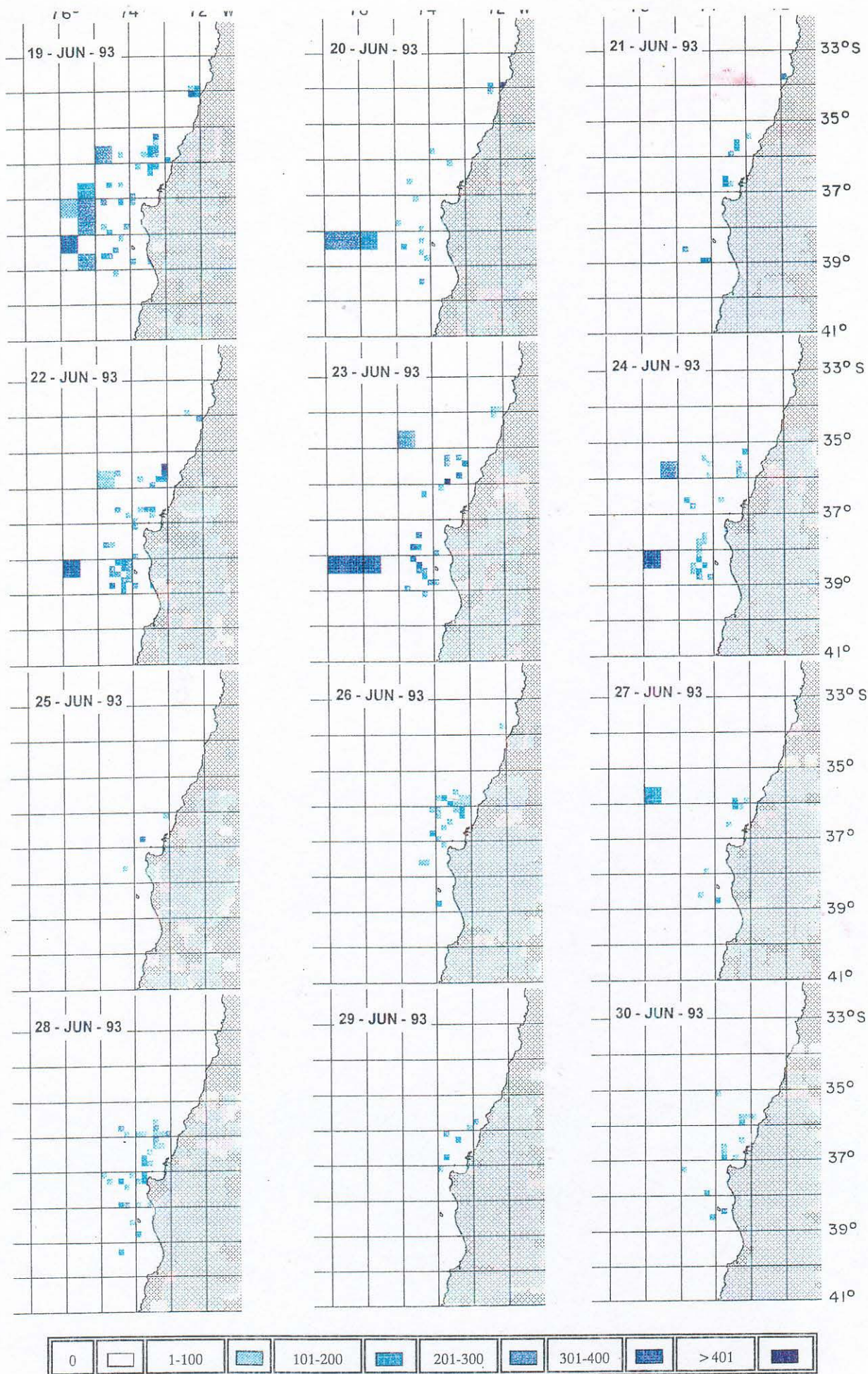


Fig. 16. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 19/jun/93 y 21/jul/93.

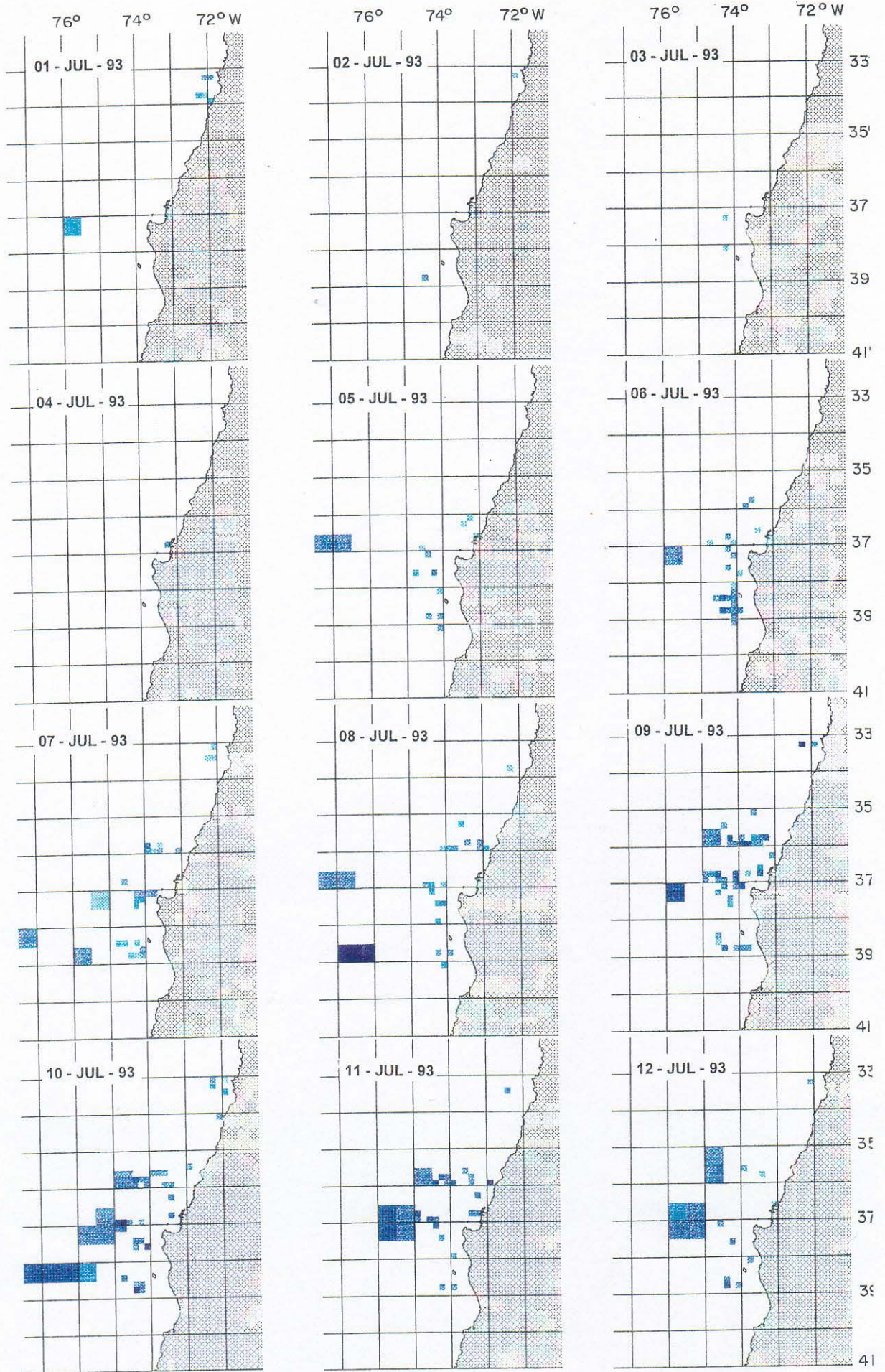


Fig. 16. Continuación.

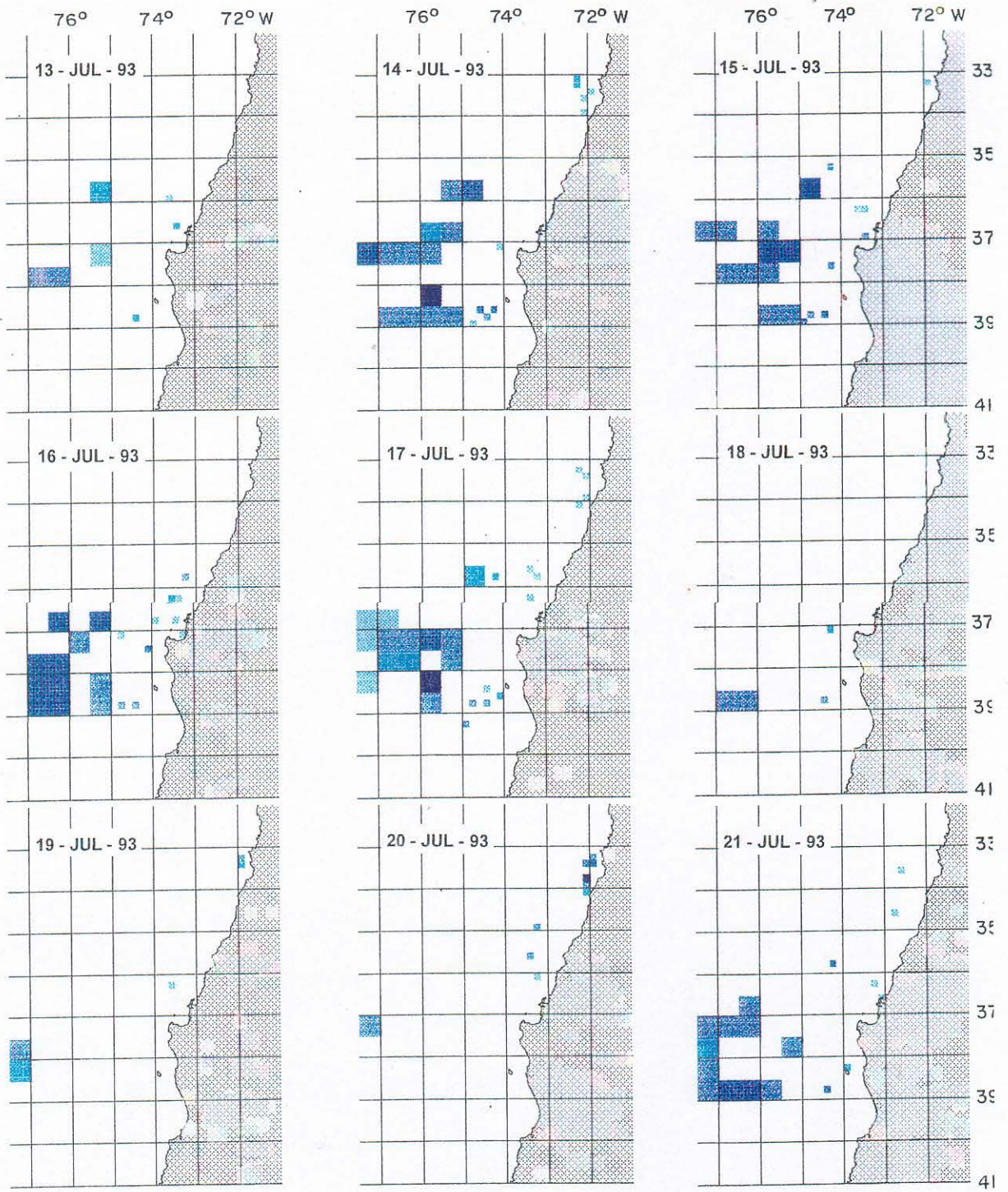


Fig. 16. Continuación.

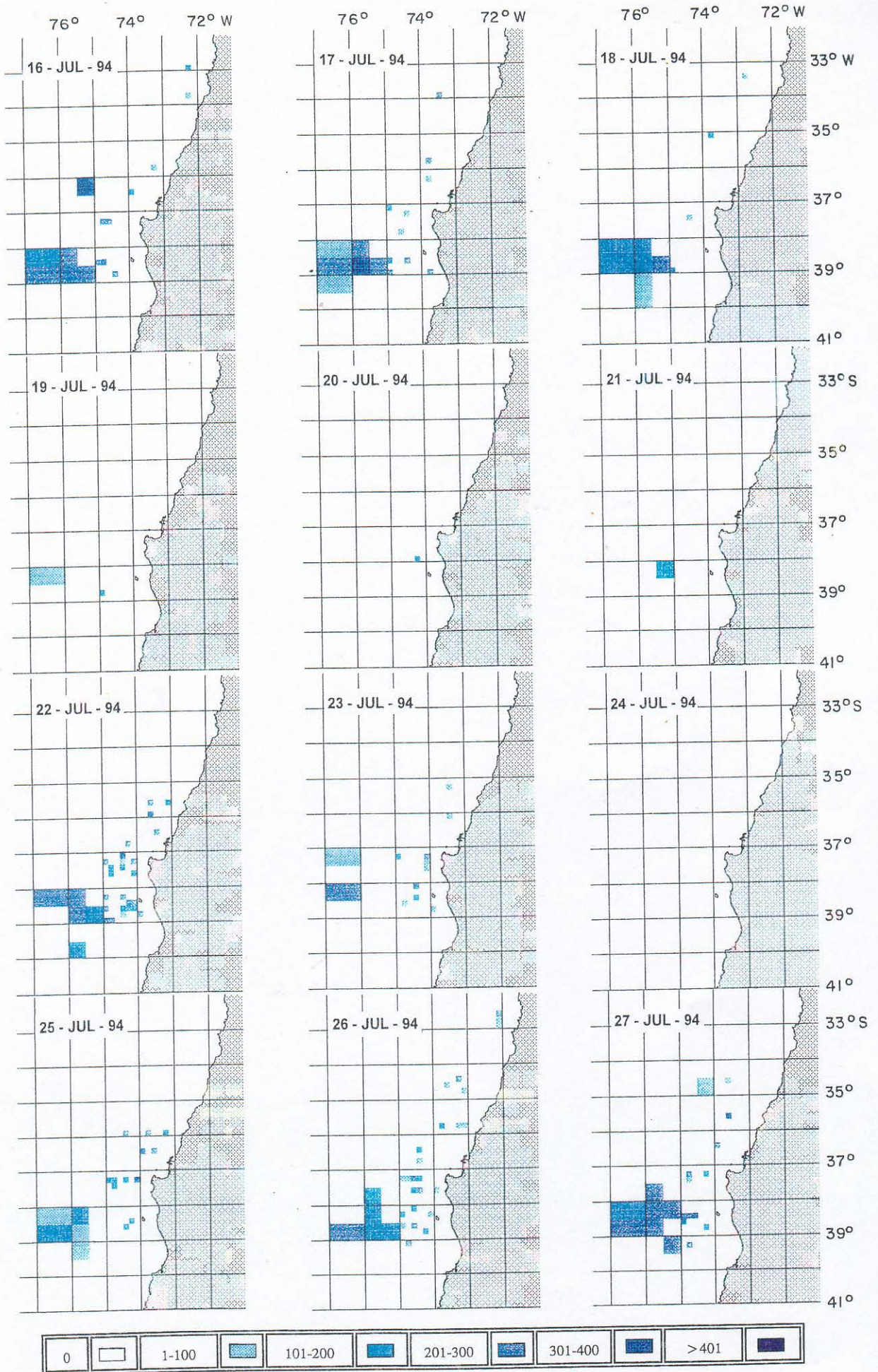


Fig. 17. Distribución espacial diaria de la CPUE de jurel durante el crucero hidroacústico realizado entre el 16/jul/94 y el 18/ago/94.

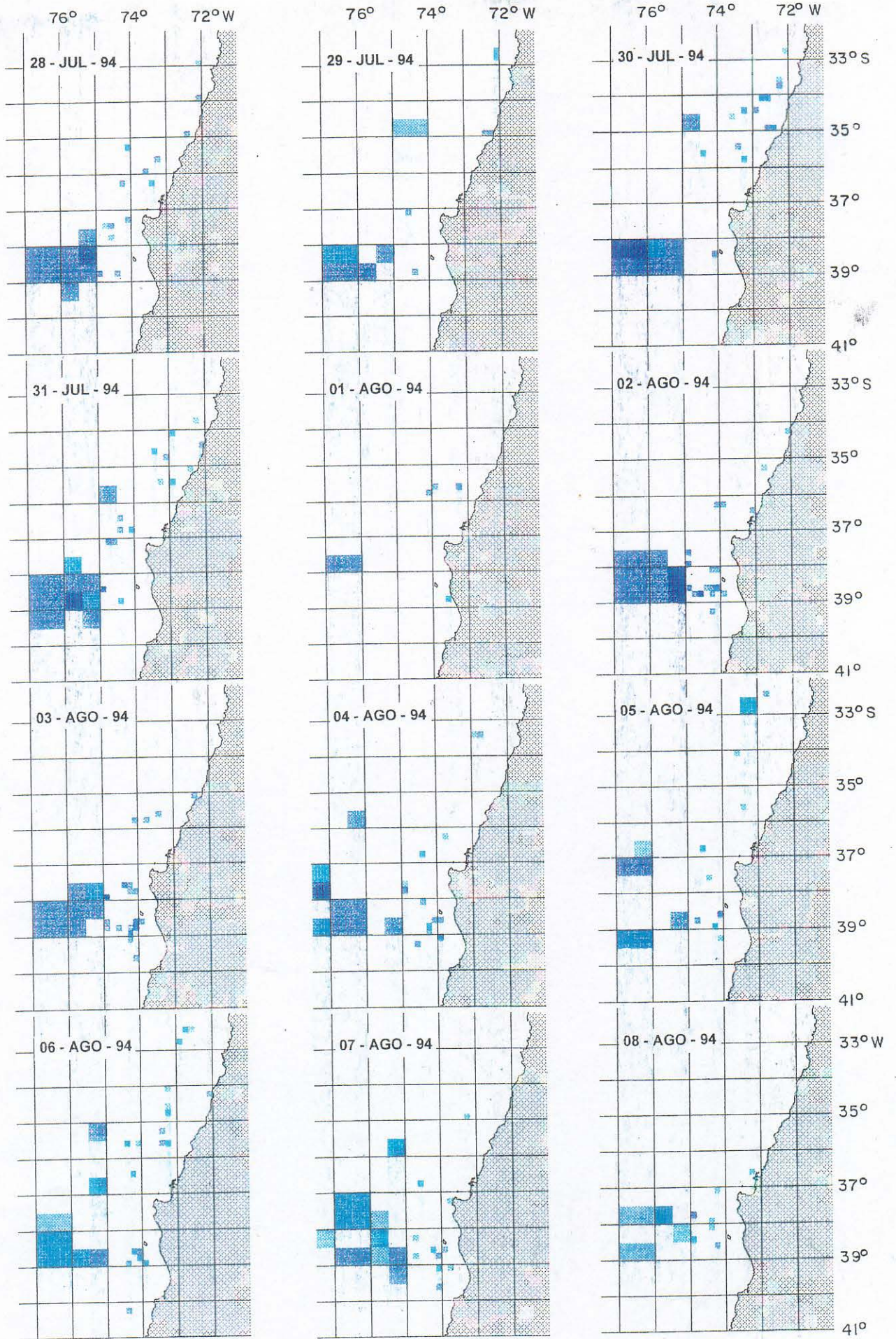


Fig. 17. Continuación.

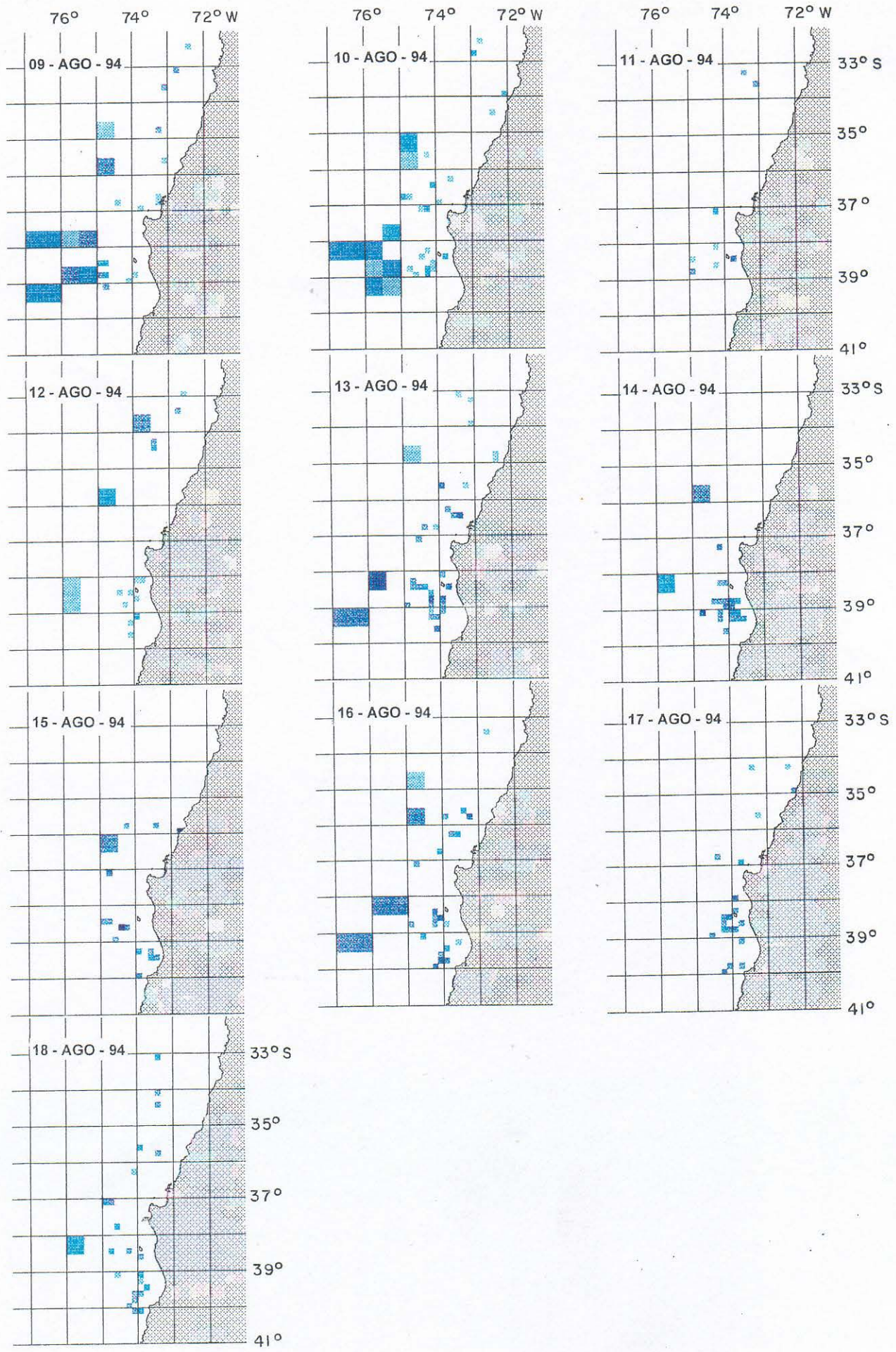


Fig. 17. Continuación.

4. CONCLUSIONES

De los resultados comprometidos para este informe, las principales conclusiones se resumen a continuación:

- La categorización de la flota indica 10 categorías de CB para la pesquería de jurel de la zona centro-sur.
- La categoría patrón seleccionada para esta pesquería comprende las embarcaciones entre 350 y 500 m³ de CB (categoría 3).
- En términos generales no se observa un patrón de distribución interanual similar en todo el período, puesto que la cobertura de la zona de estudio, por parte de la flota, varía significativamente ampliándose año tras año. No obstante lo anterior, tanto a comienzos como fines de año la distribución del recurso es preferentemente costera, asociada a bajos valores de CPUE. Entre marzo y septiembre la pesquería alcanza su máxima cobertura espacial como también los mayores registros de CPUE.
- En cuanto a las distribuciones diarias de CPUE, observadas en los períodos que se realizaron los cruceros hidracústicos, se aprecia una escasa actividad operacional de la flota durante los cruceros de primavera, en contraste con los cruceros de otoño-invierno en que la flota presenta una mayor actividad extractiva sobre el jurel.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Böhm, M.G., L. Caballero, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo y R. Serra, 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales. Pesquerías pelágicas de la zona centro-sur, 1991: estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP (Chile), SGI-IFOP 92/2: 37 p.

Böhm M.G., M.A. Barbieri, E. Yáñez, V. Catasti y A. González, 1996. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca de las unidades de pesquería de jurel de la zona centro-sur y norte. Informe Final Proyecto FIP N°25/94: 122 p + Anexos.

Caballero L., L. Santillán y G. Rosson, 1992. Investigación del esfuerzo pesquero en las pesquerías chilenas: pesquerías pelágicas CORFO-IFOP (Chile), SGI-IFOP 92/16: 38 p.

Canales C., 1993. Estimación de los poderes de pesca de una flota cerquera de la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1987 y 1990. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 90 p.

Catasti V., 1994. Distribución espacio-temporal de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1990 y 1992. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 110 p.

Eastman J.R., 1992. IDRISI Version 4.1: User's Guide and Technical References. Clark University Graduate School of Geography, USA.

FAO, 1982. La recolección de estadísticas de captura y esfuerzo. FAO, Circ.Pesca, 730: 65 p.

Laurec A. y J.C. Le Guen, 1981. Dynamique des populations marines exploitees. CNEXO, Rapp. Scient. et Tech., 45: 117 p.

Melo T., L. Arancibia y C. Hurtado, 1996. Recopilación de las características de las redes y sonares de la flota cerquera de la zona centro-sur entre 1990 y 1995. Informe de Trabajo, Proyecto FIP N°07/95: 11 p.

Salas N., T. Melo y A. Reyes, 1985. Poder de pesca funcional en embarcaciones de cerco. *In:* Estudios en Pesquerías Chilenas. T. Melo (Ed), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 123-130.

Sims E., 1985. Selected computer programs in FORTRAN for fish stock assessment. FAO Fish. Tech. Pap., (259): 183 p.

Sokal R. y F.J. Rölhf, 1979. Biometría: principios y métodos estadísticos en investigación biológica. Rosario, Argentina, 702 p.

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

Yáñez E., C. Canales, M.A. Barbieri, A. González y V. Catasti, 1993. Estandarización del esfuerzo de pesca y distribución espacial e interanual de la CPUE de anchoveta y sardina en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 21: 111-132.

A N E X O S

Anexo 1. Características de las redes y sonares de embarcaciones cerqueras de 270 y 500 m³ de capacidad de bodega de la zona centro-sur de Chile.

AUTORES: Teófilo Melo Fuentes
Leonardo Arancibia Jeraldo
Felipe Hurtado Ferreira

INTRODUCCION

El sector pesquero de Chile ha basado su desarrollo en la explotación de una amplia gama de recursos naturales, por parte de unidades productivas de variados tamaños, que emplean distintas tecnologías que han presentado una notable evolución en los últimos treinta años; en especial el subsector pesquero industrial, el que a través de una gran inversión económica ha concretado importantes mejoras tecnológicas que lo sitúan como un importante polo de desarrollo para nuestro país.

De este subsector, la flota cerquera industrial, que es aquella constituida por unidades de pesca iguales o mayores a 80 m³ de capacidad de bodega y clasificadas por la Ley de Navegación como naves mayores, ya que poseen más de 50 TRG (Caballero, 1990), es la que más se ha destacado por su importante participación en los desembarques nacionales, llegando a proporcionar en 1993 más del 85% del desembarque nacional con las especies objetivos de este arte de pesca (sardina, anchoveta y jurel).

Esta pesquería ha evolucionado por muchos factores entre los que se pueden nombrar como importantes, la expansión de las operaciones pesqueras en cuanto a distancia y profundidad, la necesidad de cambios de zonas de pesca, lo que en conjunto con fenómenos ambientales, han contribuido en los últimos treinta años a modificar el diseño, el tamaño y autonomía de los buques pesqueros en lo referente principalmente a los sistemas de detección y captura (Okonsky y Martini, 1987). Esto determina que finalmente el éxito de la pesca de cerco dependerá de tener buques más o menos rápidos, más o menos mecanizados, con redes de tamaño adecuado, con mejor o peores equipos de detección entre otros (León, 1987).

Por lo cual ha sido necesario constatar esta evolución principalmente en los últimos cinco años en lo que respecta al desarrollo tecnológico en redes (características geométricas) y en los sistemas de detección (alcance y tipos de sonares (omnidireccional y paso a paso)).

ANTECEDENTES DE LA PESQUERIA

La actividad extractiva que se ejerce en la zona Centro-Sur comenzó en la década de 1940, con una operación centrada en el área de Talcahuano, entre la desembocadura del Río Itata y El Golfo de Arauco, teniendo como recursos objetivos la sardina común y la anchoveta los que se extraían con embarcaciones de pequeño tamaño y escasa mecanización (Böhm *et al.*, 1992).

La pesquería de cerco en la zona centro sur comienza a tomar importancia a partir del fin de la década de con la aparición en el predominio de las capturas del recurso Jurel constituyéndose en la principal especie explotada, superando desde 1979 los volúmenes más altos extraídos por la pesquería de clupeoideos.

ANTECEDENTES DE LA FLOTA

En su comienzo, la flota estuvo constituida por embarcaciones de madera, con escasa tecnología y limitada capacidad de bodega. En la década de 1950 las embarcaciones que operaban eran de pequeño tamaño del tipo US Pacific Coast Seiner (cerquero tipo americano), las que se caracterizaban por disponer del puente y la sala de máquinas a proa y la bodega entre el alcázar y la toldilla; la popa es ancha y despejada para permitir adujar la red y sirve de plataforma a la panga (Böhm *et al.*, 1992). El crecimiento de la flota fue de forma continua, a mediados de los sesenta la flota llegaba en la zona Centro-Sur a 20 embarcaciones llegando en 1969 a 48. Luego de este máximo la flota tiende a mantenerse en torno a las 40 embarcaciones, para que en 1977 el número tienda a incrementarse nuevamente.

Hasta 1978, la totalidad de las embarcaciones eran de diseño americano (castillo a proa), introduciéndose en 1979 el primer barco de diseño nórdico (castillo a popa). En la década del '80 el número de embarcaciones llegaba a estar sobre el medio centenar (56 en 1981). Entre 1982

y 1989 la flota se duplicó teniendo un promedio de 10 barcos que entraban a la pesquería. Este incremento se vio también en la capacidad de bodega que aumentó más de seis veces, esto por el ingreso de embarcaciones que superaban los 50 m de eslora y los 1.000 m³ de capacidad de bodega. Durante 1991, operaron en la zona de San Vicente y Talcahuano (la más importante) un total de 122 embarcaciones cerqueras industriales, que en su conjunto poseían el 50% de la capacidad de bodega y el tonelaje de registro grueso de la flota cerquera nacional.

El puerto de San Antonio, que en 1985 contaba con 19 embarcaciones en su mayoría antiguas y de pequeño tamaño, en 1993 aumentó a 31 embarcaciones con capacidades de bodega que van entre 140 y 850 m³.

En relación al equipamiento de cubierta, se distinguen cuatro marcas comerciales: Marco de origen americano; Petrel de origen sudafricano; Abas y Triplex ambos de origen noruego.

Considerando que el recurso objetivo es el jurel, en el año pasado la mayoría de las embarcaciones operaron con redes de tamaño de malla de 2".

Por último, en la actualidad la mayoría de las embarcaciones que son de plantilla nórdica, utilizan el sistema adicional de propulsión Side Trusters (hélices laterales) que por razones operativas han desplazado a la panga en esta zona.

MATERIALES Y METODOS

La primera actividad fue la recopilación bibliográfica de los datos solicitados de los informes de práctica, que se encuentran en la biblioteca de la Escuela de Ciencias del Mar de la Universidad Católica de Valparaíso. Con la información recopilada se visualizó que existía una falencia de datos, lo que llevó a organizar una visita a las propias empresas pesqueras (V y VIII Región) en sus puertos bases (Tabla 1), con el propósito de generar una plantilla completa de toda la información geométrica de la red y de los sonares pertenecientes a las embarcaciones de la categoría patrón en estudio.

El trabajo que consistió en la recolección de los datos de altura de tela estirada (HTE) y longitud de relinga superior (LRS) de las redes de cerco utilizadas por las embarcaciones de la categoría (250 - 350 m³ de capacidad de bodega), de la pesquería del jurel entre 1990 y 1995, y además obtener el dato del tipo de sonar utilizado por estas durante igual período.

RESULTADOS

En la toma de los datos se observó que las empresas varían las dimensiones de sus redes (LRS y HTE) por dos motivos, el primero corresponde a las reparaciones generales que se hacen a esta, que involucran modificar el diseño (por rotura de cuerpos por ejemplo) y la otra es la decisión del patrón que de acuerdo a sus observaciones del comportamiento del recurso frente al arte, pide aumentar o disminuir la longitud (LRS) o la altura (HTE).

Una vez recolectado los datos y analizados con la propia empresa, podemos decir que en forma general las redes de los buques que aún siguen participando en la pesquería, están en el límite de sus dimensiones (LRS, HTE), producto de que los pozos no tienen capacidad para seguirlas incrementando con los materiales en actual uso, seguido de la consideración del límite de la potencia del equipamiento hidráulico de pesca (winches).

El incremento que se observó durante el período 1990-1995, sólo abarcó a la altura de la red, este se puede explicar que a medida que el recurso se fue alejando cada vez más de la costa, su distribución batimétrica también fue bajando, por lo cual en términos generales se

incrementó paulatinamente la altura de la red de 80 a 85 bz, y en algunos casos según la distribución y dimensión del pozo, se aumentó a 90 bz.

Cabe recalcar que en cuanto a la longitud de la red (LRS) esta depende de la distribución del recurso, ya que en período estival el jurel se distribuye en forma de "manchones" por lo cual, por orden del patrón de pesca este hace aumentar la longitud de la red en 1 o 2 cuerpos finos más, para así lograr abarcar un mayor número de "manchas". Este comportamiento se ha repetido y encontrado generalmente en los últimos años.

Ahora es importante mencionar que la fluctuaciones de las longitudes de la red, no siempre concuerdan con el comportamiento del recurso, sino también a que producto de la faena de pesca y a la operación se pierden hasta 3 cuerpos, por lo cual, generalmente una vez llegado a puerto, no se recuperan en su totalidad los cuerpos perdidos, por ende las redes quedan con 1 o 2 cuerpos menos para el siguiente año.

Sin embargo se encontraron embarcaciones que ya se encontraban con el máximo de las dimensiones de las redes a partir de 1990, por consiguiente durante el correr de los años estas permanecieron constantes sin modificaciones.

Para dar una idea global de la tecnología en redes de cerco se puede afirmar que en este momento y a futuro, el cambio o desarrollo de estas va a ser a nivel de materiales a utilizar y cambios de tamaño de mallas en algunos cuerpos de la red a fin de disminuir la resistencia y el peso que estas ofrecen a los equipos en cubierta con el fin de optimizar la maniobra y aumentar la vida útil de estos equipos hidráulicos.

Respecto a los sonares, su evolución estaba marcada por el nivel de conocimiento del uso de estos por parte de los patrones que tienen éxito en la pesquería, lo que marca un grado de tendencia hacia una marca y modelo especial por parte de los otros patrones, además de la capacidad económica de la empresa de adquirir nuevos equipos de mejor alcance y grado de resolución.

Debido a que la zona de pesca en que estas embarcaciones actuaban eran cercanas a la costa, el alcance no debía ser muy alto sino lo que importaba era el grado de resolución para manejar el lance de pesca, lo que marcaba una homogeneización del sonar para esta categoría, no así en embarcaciones mayores, donde generalmente el equipo Wesmar SS270, generalizado por esta flota se utiliza sólo en la maniobra de pesca y para la detección se utilizan sonares de mayor alcance.

Del resultado de las entrevistas a las distintas empresas, se puede observar que las embarcaciones de esta categoría (270-500 m³ de capacidad de bodega), hoy en día sólo se utilizan en las épocas peak del recurso (invierno) y en zonas de pesca cercanas a la costa, no compitiendo con el resto de la flota, por este motivo esta categoría en el transcurso de los 5 años han disminuido sus capturas en un 40 % app , producto de la lejanía de la distribución del recurso. Esto ha llevado a que ciertas empresas han sustituido estas embarcaciones por barcos de mayores capacidades y autonomía.

REFERENCIAS

Böhm, M.G., L. Caballero, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo y R. Serra, 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales. Pesquerías pelágicas de la zona centro-sur, 1991: estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP (Chile), SGI-IFOP 92/2: 37 p.

Caballero L. 1990. Análisis de operación y rentabilidad de las embarcaciones cerqueras industriales de la zona norte de Chile (Arica-Antofagasta) en el período 1980-1987. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 155 pp.

León, P. 1987. Variables de decisión que influyen en el rendimiento de las embarcaciones de cerco. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 146 pp.

Okonsky S y L. MARTINI. 1987. Artes y métodos de pesca, materiales didácticos para la capacitación técnica. Hemisferio Sur (Ed). 339 pp.

Universidad Católica de Valparaíso.
 Escuela de Ciencias del Mar
 preparado por:
 Teófilo Melo Fuentes
 Leonardo Arancibia Jeraldo
 Carlos Hurtado Ferreira

Tabla 1
Empresas Visitadas

EMBARCACION	EMPRESA	PUERTO BASE
LONCONAO	Andalién	SAN VICENTE
ICALMA	Bio-Bio	SAN VICENTE
COLLEN	Camanchaca	TOME
HUARA	Camanchaca	TOME
RALUN	Camanchaca	TOME
RAUCO	Camanchaca	TOME
LICANTEN	Hualpen	SAN VICENTE
CALCURRUPE	Itata	SAN VICENTE
ARAUCANIA I	Landes	TALCAHUANO
BALBINA	Landes	TALCAHUANO
BALLENA	Landes	TALCAHUANO
BONITO	Landes	TALCAHUANO
CALAMAR	Landes	TALCAHUANO
ISLA ROCUANT	Landes	TALCAHUANO
ROSITA	Landes	TALCAHUANO
GENOVEVA	Marcelino Gonzalez	SAN VICENTE
AREQUIPA 7	P San Antonio	SAN VICENTE
AREQUIPA IV	P San Antonio	SAN VICENTE
JUNIN	P San Antonio	SAN ANTONIO
NILAHUE	P San Antonio	SAN VICENTE
OGRI	P San Antonio	SAN ANTONIO
PUMANQUE	P San Antonio	SAN VICENTE
TANUME	P San Antonio	SAN VICENTE
VIGRI	P San Antonio	SAN ANTONIO
ALEJANDRIA I	San José del Sur	TALCAHUANO
DON ANTONIO	San José del Sur	SAN VICENTE
NORTEMAR I	San José del Sur	SAN VICENTE
SOUTH PORT	San Miguel	SAN VICENTE
WESTPORT	San Miguel	SAN VICENTE
DON FERNANDO	San Pedro	CORONEL
DON JORGE	San Pedro	CORONEL
ZUIDERSTERS 7	Vasquez y Compañía	TALCAHUANO
ZUIDERSTERS 8	Vasquez y Compañía	TALCAHUANO

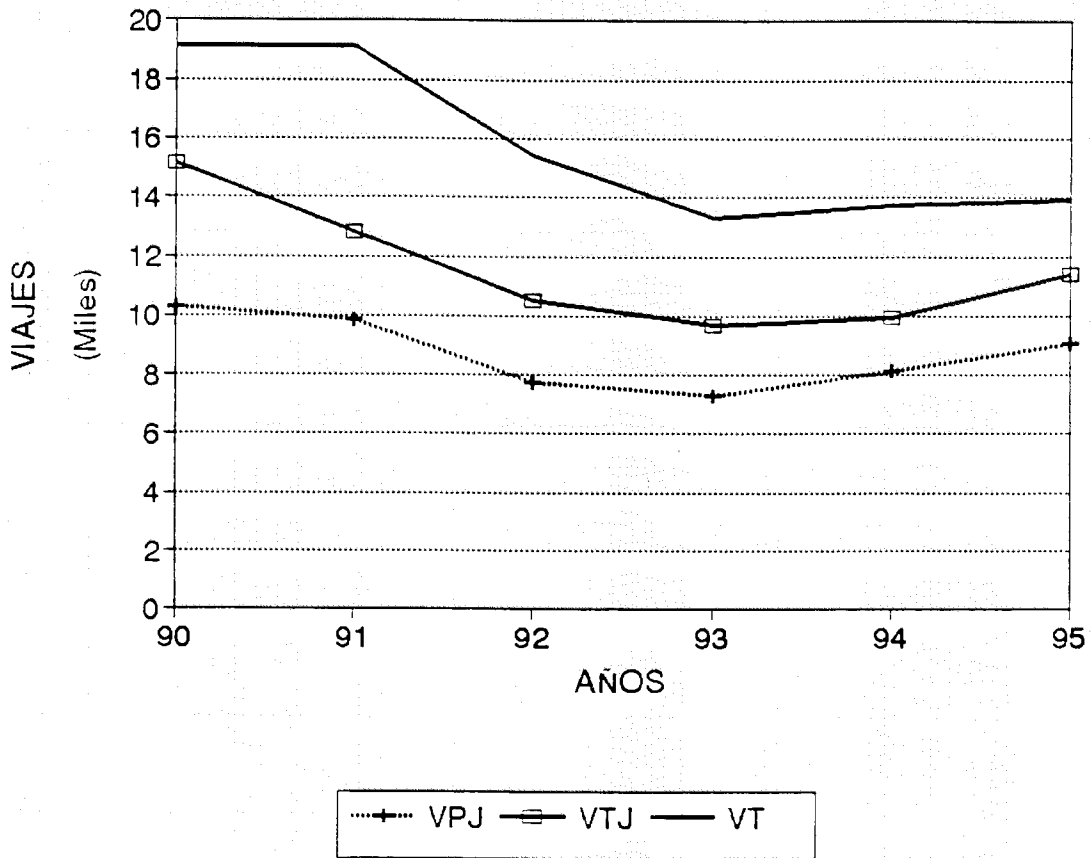
Universidad Católica de Valparaíso.
 Escuela de Ciencias del Mar
 preparado por:
 Teófilo Melo Fuentes
 Leonardo Arancibia Jeraldo
 Carlos Hurtado Ferreira

Tabla 2

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS REDES CERQUERAS DE LA FLOTA CENTRO SUR (270-350 m²)

	1996		1991		1992		1993		1994		1995	
	LRS br	HTE br	LRS br	HTE br	LRS br	HTE br	LRS br	HTE br	LRS br	HTE br	LRS br	HTE br
JUREL												
EMBARCACION												
ALEJANDRIA I	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85
ARAUCANIA I	538	80	576	85	576	85	576	85	576	85	576	85
AREQUIPA 4	544	80	572	85	572	85	576	85	576	85	576	85
AREQUIPA 7	420	70	420	70	420	70	420	70	420	70	420	70
BALBINA	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85
BALLENA	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85
BONITO	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85
CALAMAR	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85
CALCURRUPE	548	85	548	85	548	85	548	85				
COLLEN	548	85	548	85	548	85	548	85				
DON ANTONIO	598	85	598	85	598	85	598	85	598	85	620	85
DON FERNANDO	560	85	560	85	560	85	560	85	560	85	560	85
DON JORGE	560	85	560	85	560	85	560	85	560	85	560	85
GENOVEVA	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85
HUARA	548	85	504	85								
ICALMA	520	85	520	85	520	85	520	85	520	85	520	85
ISLA ROCUANT	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85	500	85
JUNIN	513	85	513	85	513	85	513	85	513	85	513	85
LONCONAO	500	80	500	80	500	80	500	80	500	80	500	80
MARCHIGUE			504	85								
NILAHUE	511	80	518	80							431	80
NORTEMAR I	598	85	598	85	598	85	598	85	598	85	598	85
OGRI	563	80					542	85			424	80
PUMANQUE	505	80	505	80							363	80
RALUN	506	80	954	146								
RAUCO	510	88	510	88	510	88	510	88				
ROSITA	420	70	420	70	420	70	420	70	420	70	420	70
SAN JORGE I	510	88	510	88	510	88	510	88				
SOUTPORT	569	95	569	95	569	95	569	95	569	95	589	95
TANUME	485	80	487	80	510	88	510	88	510	88	391	80
VIGRI	510	88	510	88	510	88	510	88			424	80
WESTPORT	569	95	569	95	569	95	569	95	569	95	589	95
ZUIDERSTER 4							502	95				
ZUIDERSTER 5	500	80	500	80	500	80	500	80	500	80	500	80
ZUIDERSTER 7	500	80	500	80	500	80	500	80	500	80	500	80
ZUIDERSTER 8							502	95				

Anexo 2. Evolución anual de los viajes con pesca de jurel (VPJ), de los estimados de los viajes totales de jurel (VTJ) y de los viajes totales (VT), realizados por la flota cerquera industrial de la zona centro-sur de Chile en el período 1990-95.



Anexo 3. Diagrama del Test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones para la pesquería de jurel-centro sur.

Categoría N° 1.

CB	100	115	110	140	160	180	230	200	270
CPUE (t/vp)	32.9	34.4	36.5	41.2	43.6	61.2	66.0	68.4	90.7
LSR-(x _i -x _j)	<p>----- > 41.35 ----- > 9.18</p> <p>----- > 54.18</p> <p>----- > 35.24</p> <p>----- > 45.38</p> <p>----- > 25.26</p> <p>----- > 32.28</p> <p>----- > 16.79</p> <p>----- > -7.42</p>								

Categoría N° 2.

CB	270	250	330	300	350
CPUE (t/vp)	90.7	95.8	106.4	113.5	139.3
LSR-(x _i -x _j)	<p>----- > 21.12 ----- > 0.47</p> <p>----- > 15.48</p> <p>----- > 11.85</p> <p>----- > -14.20</p>				

CPUE = captura por unidad de esfuerzo (t/VPj).
 LSR = varianza promedio ponderada.
 (x_i-x_j) = diferencia de los rendimientos promedios de la capacidad de bodega.
 LSR-(x_i-x_j) = estadístico del test.

H₀ : conforman una misma categoría de embarcaciones.
 H₁ : conforman distintas categorías de embarcaciones.

Se acepta H₀ si valor del estadístico del test > 0.

Continuación Anexo 3.

Categoría N° 3.

CB	350	420	370	400	450	500	550
CPUE (t/vp)	139.3	140.8	152.4	170.6	173.3	175.9	219.5
LSR-(x _i -x _t)		----- > 15.75					----- > -5.89
		----- > 8.85					
		----- > 1.26					
		----- > 2.50					
		----- > 1.30					
		----- > -20.49					

Categoría N° 4.

CB	570	550	600
CPUE (t/vp)	219.2	219.5	249.2
LSR-(x _i -x _t)		----- > 15.87	
		----- > -7.01	

Categoría N° 5.

CB	600	730	650	630	700	725	750
CPUE (t/vp)	249.2	256.8	271.8	280.2	285.4	295.1	326.9
LSR-(x _i -x _t)		----- > 31.83					----- > 3.01
		----- > 7.81					
		----- > 9.89					
		----- > 2.71					
		----- > 4.31					
		----- > -35.11					

Categorías N° 6 y N° 7.

CB	750	850	910
CPUE (t/vp)	326.9	379.7	418.7
LSR-(x _i -x _t)		----- > -21.87	
		----- > -2.17	

Continuación Anexo 3.

Categoría N° 8.

CB	910	1000	950	970	930	990	1100
CPUE (t/vp)	418.7	425.8	436.7	444.2	457.6	478.4	518.1
LSR-(x _i -x _j)		----- > 30.03					----- > 14.48
		----- >	28.32				
		----- >		33.46			
		----- >			59.44		
		----- >				20.17	
		----- >					-39.06

Categoría N° 9.

CB	1100	1255	1300	1200	1600
CPUE (t/vp)	518.1	524.1	537.5	539.1	661.9
LSR-(x _i -x _j)		----- > 32.85			----- > -51.99
		----- >	29.65		
		----- >		50.19	
		----- >			-59.77

Categoría N° 10.

CB	1600	1700	1500
CPUE (t/vp)	661.9	750.5	770.9
LSR-(x _i -x _j)		----- > 7.93	
		----- >	1.61

Anexo 4. Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó sobre jurel en la zona centro-sur entre 1990 y 1995.

AÑOS	CATEGORIAS	N°	N°xCB	CJUR	VPJUR	NCUAD	DR
1990	N° 1	23	3.680	34.005	741	56	0,60
	N° 2	18	4.859	102.198	1.247	100	0,76
	N° 3	35	14.187	571.839	3.799	159	0,73
	N° 4	11	6.050	173.984	828	106	0,77
	N° 5	25	16.300	605.749	2.587	165	0,51
	N° 6	4	3.000	65.990	275	69	0,54
	N° 7	1	850	26.590	82	26	0,47
	N° 8	7	6.780	242.431	633	133	0,56
	N° 9	2	2.500	33.971	93	58	0,63
1991	N° 1	21	3.300	15.418	260	38	0,53
	N° 2	27	7.826	91.748	834	119	0,67
	N° 3	47	19.187	585.962	3.427	219	0,66
	N° 4	13	7.180	226.698	934	154	0,67
	N° 5	31	20.140	840.174	3.054	221	0,41
	N° 6	4	3.000	114.604	303	84	0,44
	N° 7	1	850	31.774	79	29	0,37
	N° 8	4	8.690	276.452	658	129	0,42
	N° 9	3	3.600	145.433	286	72	0,46
1992	N° 1	29	4.300	14.951	292	74	0,63
	N° 2	22	6.336	70.534	628	143	0,70
	N° 3	46	18.887	488.545	2.233	299	0,61
	N° 4	15	8.250	199.846	641	211	0,56
	N° 5	31	20.280	884.768	2.449	336	0,40
	N° 6	5	3.810	104.998	226	107	0,47
	N° 7	3	2.550	117.513	224	109	0,33
	N° 8	10	9.690	397.183	713	184	0,38
	N° 9	3	3.600	162.439	258	88	0,47
1993	N° 1	21	3.300	14.990	275	65	0,70
	N° 2	19	5.179	53.911	578	125	0,45
	N° 3	30	10.770	173.452	1.121	205	0,48
	N° 4	33	16.400	415.122	1.616	272	0,49
	N° 5	35	22.890	781.896	2.295	328	0,42
	N° 6	9	6.810	182.297	403	157	0,40
	N° 7	7	5.950	93.728	214	118	0,47
	N° 8	15	14.640	413.858	782	200	0,40
	N° 9	4	4.900	146.913	243	87	0,42

- N° = Número de barcos.
N°xCB = Capacidad de bodega acumulada (m³).
CJUR = Captura de jurel (t).
VPJUR = Viajes con pesca de jurel.
NCUAD = Número de cuadrículas visitadas.
DR = Dispersión relativa de la CPUE.

Continuación Anexo 4.

AÑOS	CATEGORIAS	N°	N° x CB	CJUR	VPJUR	NCUAD	DR
1994	N° 1	14	2.203	8.642	77	48	0,85
	N° 2	13	3.449	33.736	313	111	0,58
	N° 3	41	16.482	281.687	1.293	300	0,67
	N° 4	11	6.050	237.786	727	244	0,67
	N° 5	35	23.007	990.313	2.534	395	0,49
	N° 6	8	6.180	267.510	543	215	0,48
	N° 7	8	6.800	278.500	570	230	0,51
	N° 8	23	22.559	843.352	1.575	320	0,58
	N° 9	6	7.255	232.253	378	123	0,59
	N° 10	1	1.700	71.912	91	48	0,60
1995	N° 1	13	2.103	4.442	91	45	0,89
	N° 2	16	4.559	46.850	473	134	0,70
	N° 3	40	16.242	313.898	1.549	318	0,73
	N° 4	12	6.600	278.539	741	250	0,53
	N° 5	37	24.317	938.934	2.447	409	0,53
	N° 6	10	7.720	357.353	722	255	0,55
	N° 7	8	6.800	341.746	649	214	0,47
	N° 8	26	25.539	951.008	1.648	335	0,53
	N° 9	7	8.555	341.646	524	160	0,54
	N° 10	5	7.900	159.452	204	100	0,56

N° = Número de barcos.
 N°xCB = Capacidad de bodega acumulada (m³).
 CJUR = Captura de jurel (t).
 VPJUR = Viajes con pesca de jurel.
 NCUAD = Número de cuadrículas visitadas.
 DR = Dispersión relativa de la CPUE.

ANEXO V

ASPECTOS RELEVANTES SOBRE EL COMPORTAMIENTO GREGARIO DEL JUREL (*Trachurus Murphyi*)

Autor: Oscar Guzmán F.

Agosto de 1996

ASPECTOS RELEVANTES SOBRE EL COMPORTAMIENTO GREGARIO DEL JUREL (*Trachurus murphyi*)

Oscar Guzmán Fernández.
Ingeniero Pesquero

1. Antecedentes

La información que se entrega a continuación corresponde a la experiencia personal obtenida por el autor entre los años 1987 y 1995, al desempeñarse como patrón de pesca en diversos buques cerqueros que operaron en la zona comprendida entre la latitud 34°S y 40°S, desde las 5 millas de la costa y hasta 250 millas mar adentro. La información sobre el comportamiento del recurso, se obtuvo mediante ecosondas a color tipo comercial y sonares omnidireccionales de alta resolución, con alcances hasta 2500 metros. Las capturas de las agregaciones detectadas se lograron mediante redes de cerco jureleras industriales, de 650 brazas de largo por 95 brazas de alto.

Los comportamientos gregarios que a continuación se describen corresponden a las situaciones observadas con mayor frecuencia; sin embargo se producen algunas diferencias puntuales, las probablemente obedecen a condiciones oceanográficas focales, distintas de las que normalmente determinan los comportamientos descritos a continuación.

2. Comportamiento gregario del jurel.

2.1 Invernal nocturno (abril a agosto).

De preferencia los adultos forman estratos continuos de densidad variable, los que se ubican entre los 20 y 50 metros de profundidad (Fig 1). En algunas ocasiones estos estratos tienden a perder su continuidad formando pequeñas agregaciones separadas por distancias menores, las que se mantienen dentro de ciertos límites de profundidad bastante definidos (Fig 2). Esta distribución estratiforme probablemente está determinada por hábitos alimentarios (Fig 8 - Informe de avance).

Se estima que los niveles de densidad que pueden alcanzar estos estratos de jurel, que normalmente van en aumento durante la noche, varía de pocos gramos por metro cúbico a 5 kilos por metro cúbico. Esto se deduce de las capturas que se obtienen mediante redes de cerco de dimensiones conocidas, con lo cual es posible determinar el área circunscrita por el arte, al encerrar estratos de densidad y altura relativamente constante.

Considerando el desplazamiento que debe efectuar la flota pesquera, en una operación de 24 horas, para seguir estas

agregaciones, se estima que su velocidad de natación alcanzaría un promedio de 2 a 3 nudos.

Se desconocen las dimensiones que estos estratos pueden tener, pero la forma de operación de la flota, sugiere que presentan tamaños variables entre 5 y 25 millas de ancho, superando las 30 millas de largo. Se debe tener presente que esta es una deducción inducida por la forma de operación de la flota, por lo que se estima necesario efectuar mediciones hidroacústicas independientes de la flota, para determinar con exactitud sus dimensiones.

2.2 Invernal diurno (abril - agosto).

Al momento del amanecer los estratos nocturnos paulatinamente se van profundizando y formando cardúmenes de dimensiones variables y alta densidad, localizándose finalmente entre los 150 y 250 m, siguiendo un comportamiento nictimeral (Figs 3 y 4; Fig 3 - Informe de Taller).

Antecedentes entregados por patronos de pesca, indican que los cardúmenes mantienen estas profundidades en el curso del día, observándose que su tamaño presenta una paulatina disminución que se inicia en el transcurso de las primeras horas de la tarde, llegando eventualmente a desaparecer. Este fenómeno se podría atribuir a una disminución de la capacidad reflectiva de ultrasonidos del jurel, debido por una parte a la reducción del volumen de su vejiga gaseosa por el cambio de profundidad entre el día y la noche, y también posiblemente por la actitud corporal que estos adopten durante su período de reposo. Otra posibilidad a considerar, es que el jurel se disgrege a tal punto que no pueda ser detectado por los equipos de detección acústica comerciales, empleados por la flota pesquera industrial, que sólo permiten registrar densidades de interés comercial.

El estudio de este comportamiento es de extrema importancia, ya que tiene una fuerte incidencia en los estimados hidroacústicos de biomasa del jurel, y en el período óptimo del día para efectuar las prospecciones. A fin de analizarlo, se considera necesario efectuar estudio de comportamiento de las agregaciones del jurel en un ciclo de 24 horas, durante el desarrollo del crucero metodológico.

Por otra parte, la tendencia del jurel a formar cardúmenes en el día así como una mayor disponibilidad del recurso en el sector costero durante invierno, se ha reflejado en las prospecciones acústicas diurnas efectuadas entre 1991 a 1994, las cuales muestran un fuerte grado de contagio en sus distribuciones espaciales y niveles de densidad (Fig 5 - Informe de Taller).

2.3 Estival nocturno (septiembre - marzo).

Normalmente no se detectan agregaciones, con excepción de algunas noches con luna llena, en que se mantiene la condición de comportamiento diurno por algunas horas al comienzo de la noche.

2.4 Estival diurno (septiembre-marzo).

En zonas de operación de la flota cerquera industrial, el jurel forma cardúmenes de tamaño variable y normalmente de alta densidad, los que se localizan entre los 20 y 50 m cuando se distribuyen en las cercanías de la costa y entre 50 a 200 m de profundidad en altamar.

3. BIBLIOGRAFÍA

IFOP 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa de monitoréo de los recursos pelágicos. II Prospección zona Constitución - Isla Mocha ($35^{\circ} 20'$ - $38^{\circ} 22'$ S). AP 83-32.

FIGURAS

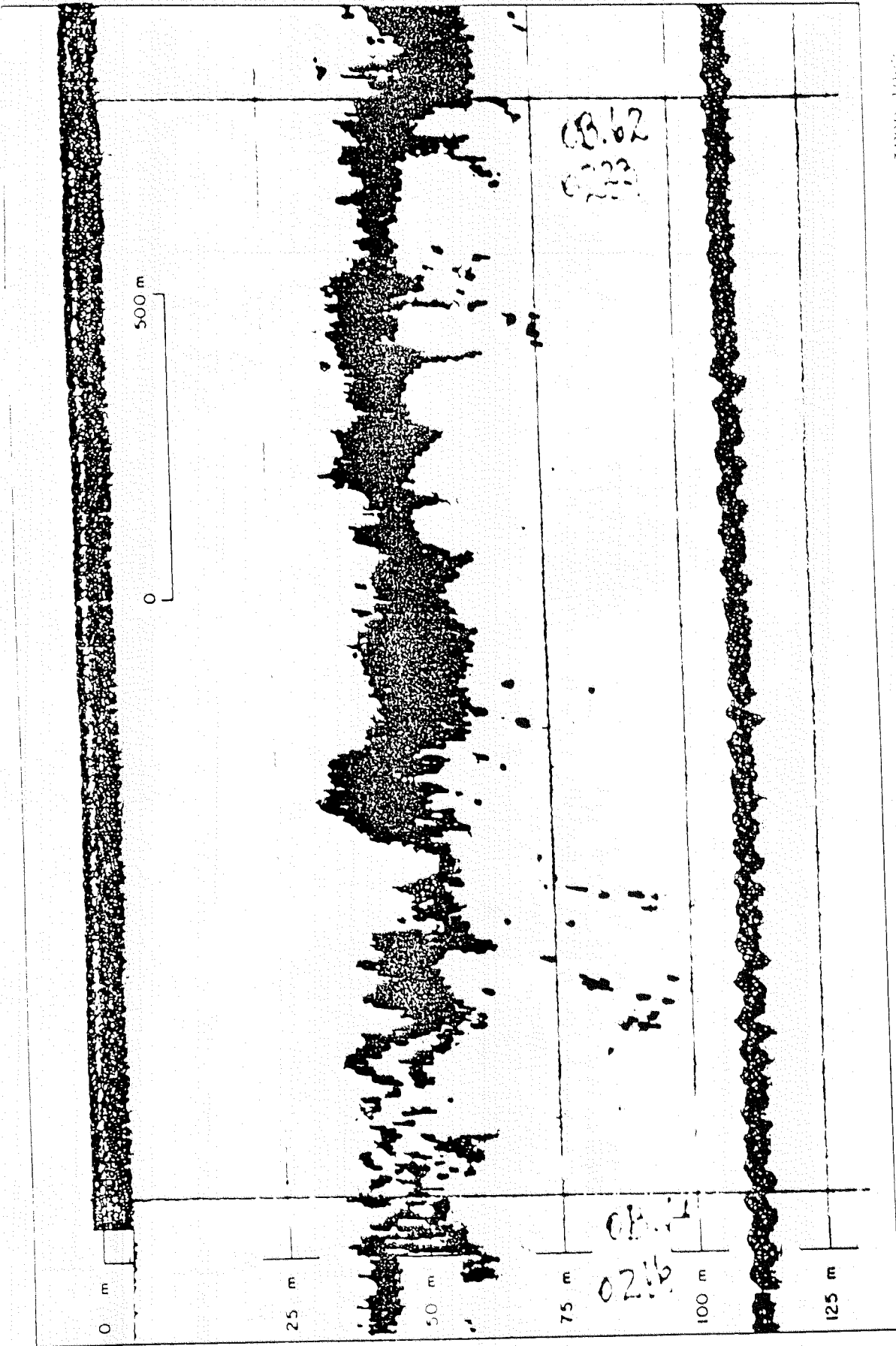


Fig. 1 Ecorregistro de un estrato de jurel. Prospección nocturna: mayo de 1982. IFOP 1983.

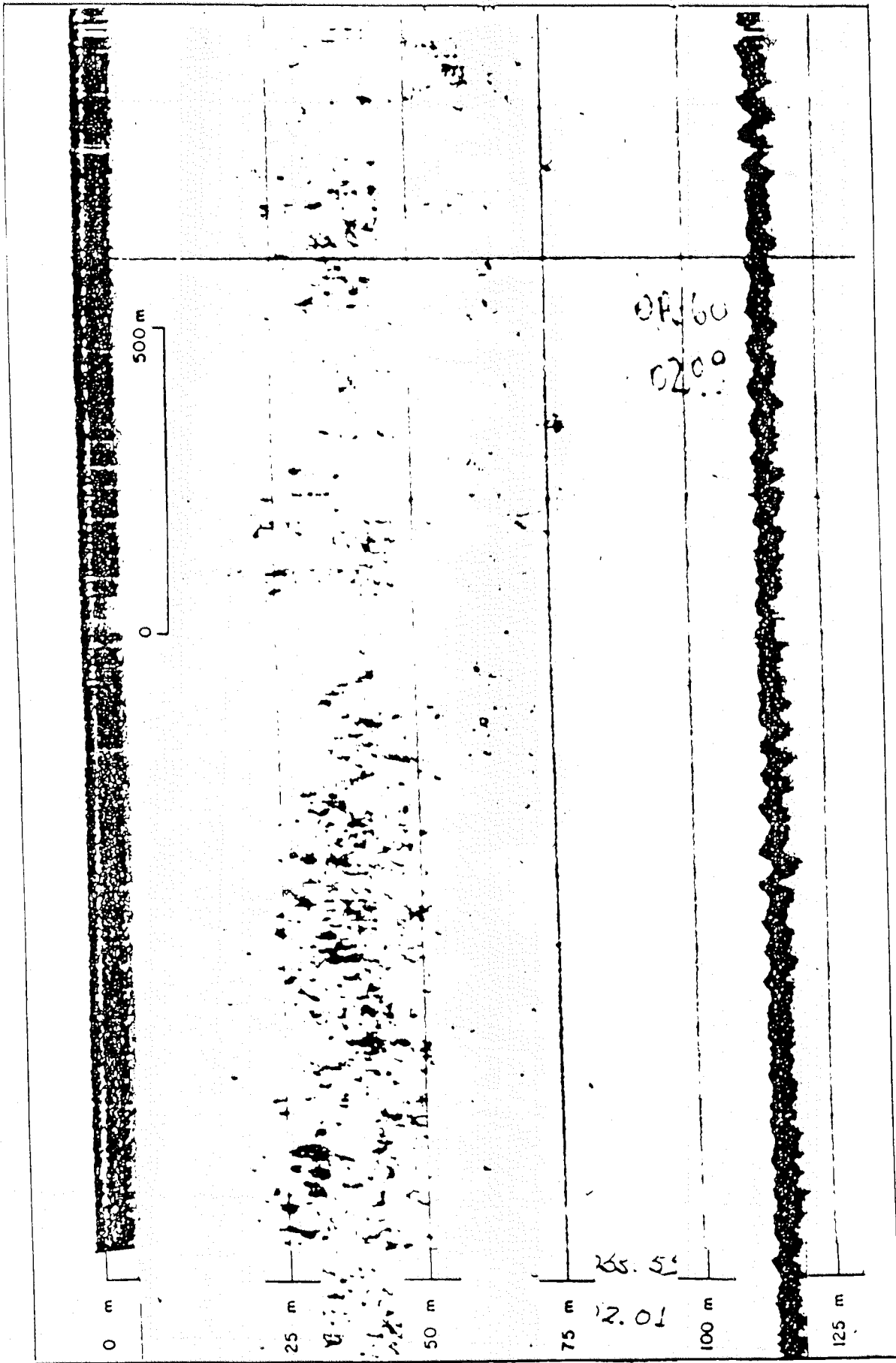


Fig. 2 Ecorregistro de un estrato de jurel. Prospección nocturna mayo de 1982. IFOP. 1983.

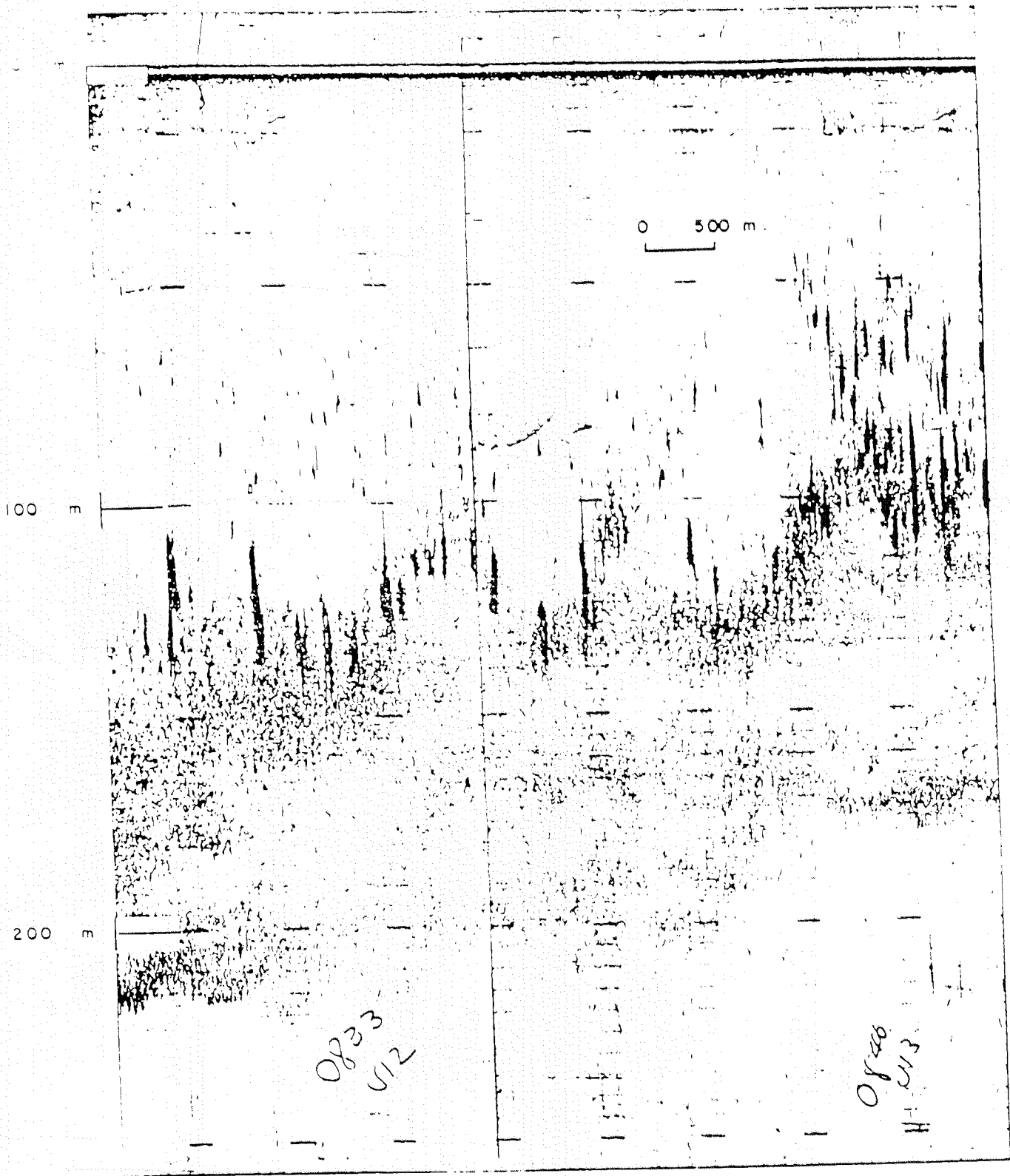


Fig. 3 Cardúmenes de pirel de alta densidad formando estratos. Zona de Talcahuano. Noviembre de 1982. IFOP 1983.

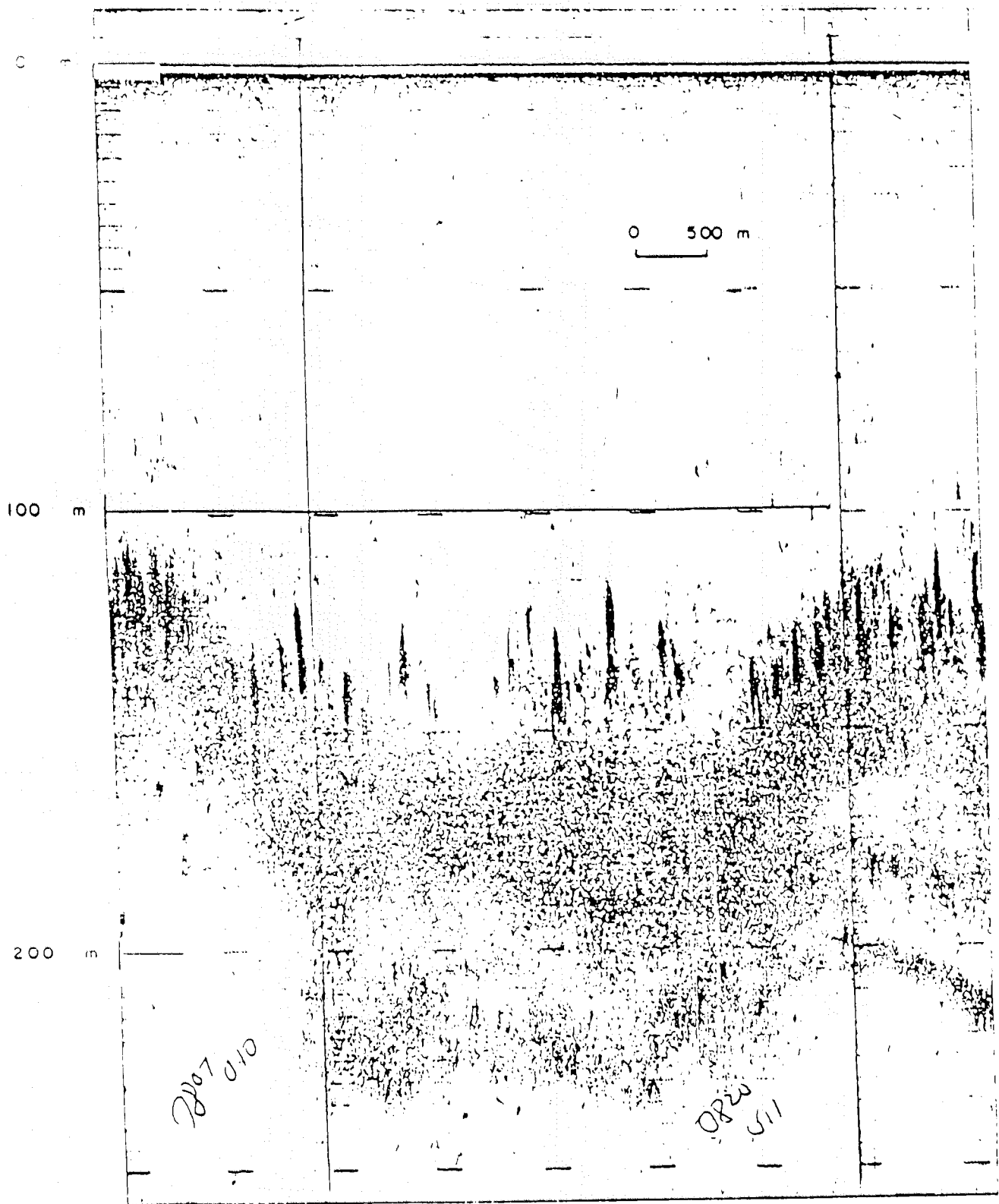


Fig.4 Cardúmenes de jurel de alta densidad formando estratos.
Zona de Talcahuano. Noviembre de 1982. IFOP 1983.

EFFECTO DE LA VEJIGA GASEOSA EN LA INTENSIDAD DEL BLANCO Y EN LOS ESTIMADOS DE BIOMASA DE JUREL (*Trachurus murphyi*) EFECTUADOS MEDIANTE TECNICAS HIDROACUSTICAS DE DETECCION

Oscar Guzmán Fernández
Ingeniero Pesquero
(agosto 1997)

1. Comportamiento nictimeral del jurel y su efecto en el volumen de la vejiga gaseosa.

Durante la temporada invernal en la noche, el jurel tiende a distribuirse formando agregaciones de preferencia entre los 10 y 40 metros, para profundizar en pocos minutos hasta los 100 metros al momento de aclarar, para alcanzar hasta los 150 metros al rededor de las 12 horas. Después de esta hora se hace muy difícil su detección, probablemente debido a que los equipos hidroacústicos existentes, incluyendo los de uso científico, no son capaces de detectar ecoseñales de tan baja intensidad.

Esto implica que la vejiga gaseosa cerrada del jurel (fisoclisto), experimenta una rápida compresión por efecto del aumento de presión perdiendo volumen, el que difícilmente puede ser compensado por la glándula secretora de gases de la vejiga, si es que la tiene (Lagler et.al., 1984), debido al corto tiempo que el jurel permanece en esas profundidades (entre las 18 y 06 horas). Por otra parte si el organismo llegara a compensar el colapsamiento de la vejiga, sería contraproducente, ya que esta podría romperse cuando el jurel asciende al anochecer desde esas profundidades a las cercanías de la superficie, lo que sucede en el transcurso de 30 minutos como máximo.

Estos argumentos indican que el jurel al permanecer durante el día en mayores profundidades, no podría compensar significativamente la pérdida de volumen de su vejiga, la que debe experimentar una reducción de su tamaño de acuerdo a la Ley de Boyle de los gases:

$$V' \times P' = V'' \times P''$$

2. Efecto de la variación del volumen de la vejiga gaseosa en la TS del jurel.

La intensidad del blanco (TS) de los peces, es el principal factor que dice relación con la estimación cuantitativa y cualitativa de su biomasa, mediante técnicas hidroacústicas de detección. La TS varía por varios factores: el tamaño de los peces, su actividad, orientación, comportamiento, y componentes estructurales del cuerpo. Entre estos últimos, la vejiga gaseosa, cuyo volumen es proporcional al tamaño del pez, y la profundidad, es reconocida por tener el mayor efecto en la TS.

Foote (1980 b), por comparación directa entre gadoideos que poseen vejiga y caballa que no tiene, mostró que mas del 90% de la energía sónica es reflejada por este órgano. Mukai *et. al.* (1994) también demostró que los valores de TS correspondientes al aspecto dorsal de la especie *Pampus argentus* que no tiene vejiga, eran mas bajos entre 7 y 11 dB (a 25 y 100 KHz), que otras dos especies similares (*Dentex tumifrons* y *Kaiwarinus equula*) ambas dotadas de vejiga. Furusawa (1988) investigó las tendencias generales de la TS en peces y otros organismos, utilizando modelos esferoidales dispersantes. El concluyó que casi toda la energía retrodispersada es atribuible a estructuras llenas de gas.

En el caso de peces cuyo volumen de vejiga cambia con la presión ambiente, en especial los fisoclistos (vejiga cerrada), la TS dependerá de la profundidad del pez. Edwards y Armstrong (1984) estudiaron estos efectos examinando un cierto número de peces encerrados en una jaula. Esta fue bajada y subida repetidas veces, mientras la TS de los peces se monitoreaba continuamente. Cuando la presión aumentaba, la TS decrecía, pero en peces sin vejiga, la TS permanecía constante.

Mukai y Kohji (1996), estudiaron el efecto que producían las variaciones de profundidad, en la TS del salmónido *Oncorhynchus nerka*. Para este efecto suspendieron peces vivos en el eje del haz sónico, e inclinados de -50° a $+50^\circ$. Las funciones del aspecto dorsal de la TS se midieron a 50 KHz. Estas medidas se efectuaron forzando al pez a cambiar de profundidad rápidamente. Los valores de TS se midieron en función de ángulo de inclinación y la profundidad. Los valores máximos de la TS remitida por el aspecto dorsal máximo (TS_{max}), comparados con los valores de TS del aspecto dorsal promedio (TS_{avg}). Los valores de la TS_{avg} , se calcularon con respecto al ángulo de inclinación de los peces, que se supuso tenían un valor promedio de -5° y una desviación estándar de -15° . Ambos, la TS_{max} y TS_{avg} , decrecieron con la profundidad de acuerdo a la ley de Boyle, observándose una reducción de 6,7 dB por cada 10 atmósferas. De acuerdo a estos resultados los autores determinaron la siguiente ecuación para calcular los cambios en la TS de acuerdo a la presión (P) :

$$TS = - 20/3 \log P$$

{TS (dB); P (atm) }

La principal conclusión a que llegan Mukai y Kohji, es que en el caso de los peces con vejiga cerrada y que efectúan migraciones verticales diarias, la TS es altamente dependiente de la profundidad. Debido a que típicamente estos peces carecen de organismos secretores de gas, la TS no se recupera aun cuando el pez permanezca en una determinada profundidad por largo tiempo. Por lo tanto sugieren que la TS se ajuste de acuerdo a la profundidad en los peces fisoclistos, aplicando la Ley de Boyle.

Torres *et.al.* (IFOP 1983), determinaron experimentalmente que en el caso del jurel que es fisoclisto, la vejiga gaseosa contribuye en un 60% a la TS total. Esto lo lograron midiendo

la TS de ejemplares con la vejiga con gas, a los que posteriormente se les extrajo mediante una jeringa, midiéndose nuevamente la TS sin gas. Estos volúmenes medidos en superficie, se refirieron a la profundidad de origen de los peces capturados (30m), de acuerdo a la Ley de Boyle de compresión de los gases. En este estudio se concluye que la vejiga gaseosa de los peces constituye una potencial fuente de error, en el cálculos de biomasa realizados mediante técnicas hidroacústicas.

Si se aplica la ecuación desarrollada por Mukai y Kohji (1996), para corregir la TS de jurel por profundidad, tenemos los siguientes resultados a partir de las valores determinados por Torres et.al. a una profundidad de referencia de 30m. Tabla 1.

TABLA 1
VARIACIONES QUE PUEDE EXPERIMENTAR LA TS Y LOS ESTIMADOS DE BIOMASA DE ACUERDO A LA PROFUNDIDAD DONDE SE ENCUENTRA LOCALIZADO EL JUREL

PROFUNDIDAD (m)	PRESION (atm)	LOG PRESION	TS (dB)	d TS (dB)	d BIOMASA (%)
30 (**)	4	0,6	-35,0 (*)	0	0
60	7	0,8	-40,3	-5,3	-176
90	10	1,0	-41,7	-6,7	-223
120	13	1,1	-42,3	-7,3	-243
150	16	1,2	-43,0	-8,0	-266

(**) (*) Nota: Profundidad y TS de referencia de acuerdo a los resultados de Torres et. al. (1988).

Al analizar estos resultados es preciso tener presente que 3 dB de diferencia en la intensidad del blanco (TS), equivale a un 100%.

3. CONCLUSIONES.

Es indispensable efectuar investigaciones que permitan cuantificar en forma directa, el efecto que tienen las variaciones de volumen de la vejiga gaseosa del jurel , la TS y consecuentemente en las estimaciones de biomasa del recurso

c) Efectuar estudio fisiológicos de la vejiga gaseosa del jurel.

d) Estudiar la contribución de la vejiga gaseosa a la intensidad del blanco (TS), de acuerdo a la profundidad.

e) Establecer la relación tamaño de los peces versus la TS.

A N E X O VI

INFORME FINAL DE ASESORIA EN PROYECTO EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL EN LA ZONA CENTRO SUR

Autor: Francois Gerlotto

Agosto de 1996

3. ORGANIZACION DEL TALLER

De acuerdo con el documento de presentación del taller, los objetivos eran los siguientes :

- "El taller tiene como objetivo establecer una propuesta metodológica para la evaluación de jurel por medio hidroacústico en la zona centro-sur, que permita cubrir la mayor fracción del stock y una mayor precisión del estimado. Para tal efecto se analizará en el taller los siguientes aspectos:

- patrón de comportamiento del jurel;
- patrón histórico de distribución geográfico (mensual y anual);
- estacionalidad en la abundancia;
- migraciones nictemerales del recurso;
- identificación y asignación de ecotrazos de jurel. »

Para llegar a tales fines, el taller se organizó en dos etapas : una primera etapa de presentación individual de los resultados y análisis por cada experto en su propia especialidad (día 15 de julio) y un grupo de trabajo para analizar los puntos anteriormente listados y llegar a una serie de conclusiones y recomendaciones. Mi tarea en éstas dos etapas fueron, en primer lugar, recordar los principales puntos de la metodología acústica a tomar en cuenta para obtener una precisión aceptable de las evaluaciones, presentar un catalogo de las capacidades potenciales del método hidroacústico en general para el manejo pesquero, establecer una lista de los puntos que estudiar con fin de obtener un orden de precisión y exactitud de las evaluaciones, y participar en las conclusiones y recomendaciones para la aplicación de la acústica sobre este stock. La tabla que sintetiza mi presentación se presenta al final de este informe (Tabla 1). Para que yo pueda familiarizarme con este recurso y los métodos de evaluación, estuvo previsto antes del taller una semana de entrevista y trabajo sobre los datos ya procesados.

4. ANALISIS DE LA METODOLOGIA ACUSTICA APLICADA POR IFOP

4.1. Análisis de la tecnología aplicada.

Las discusiones y análisis de los datos de las campañas acústicas durante la primera semana de mi estadía en Valparaíso me mostraron que la parte "técnica" de la metodología acústica aplicada no sufre errores: el equipamiento utilizado (ecosonda SIMRAD EK500) presenta unas características técnicas que limitan los riesgos de errores o sesgos de tipo acústico a un valor marginal: se trata de una ecosonda numérica de tipo split-beam donde la señal acústica esta procesada de tal forma que no necesita ningún tipo de corrección de las ganancias, umbrales, funciones TVG, etc.. Por otra parte, las mediciones de TS in situ presentan las mejores precisiones posibles con los equipos actualmente disponibles en el mercado. De manera general (y no específica al grupo IFOP) todavía existen unos riesgos de sesgos en el detalle de las TS

(histograma), que se discutieron durante el congreso de Aberdeen en Junio de 1995 (Barange et al., 1995), debido al hecho que en ciertas ocasiones varios ecos están considerados como ecos de un solo pez. Este riesgo puede tener una incidencia en el análisis por clase de talla de TS, pero no influye de manera observable en la evaluación por ecointegración (MacLennan y Menz, 1995). Los datos de TS calculados por el grupo de IFOP estuvieron presentados a la comunidad internacional (Lillo et al., 1995) y se consideraron como de muy buena calidad. Por lo tanto la contribución de ésta parte de la metodología acústica en el error sobre los resultados es similar a la que se ha calculado en la mayoría de los grupos trabajando en ecointegración en el mundo, y no representa mas de 5 a 10 % (Simmonds et al., 1992). Debido al hecho de que este error no se puede corregir en el estado actual de la tecnología acústica, no se consideró incluir discusiones sobre este tema en el taller, sino tomar en cuenta este punto en el recuento de los factores de error en la metodología.

4.2. Análisis de la metodología.

Los diferentes puntos de la metodología pueden reunirse en 6 grupos:

I.- DISEÑO DE CAMPAÑA

- área de repartición (horizontal y vertical)
- período de prospección
- tipo y estrategia de prospección
- espacio inter-transectas
- dimensión de las Unidades Básicas de Medición (UBM)

II.- ACUSTICA

- calibración
- selección material/frecuencia/ajustes
- Fuerza de blanco (TS)

III.- IDENTIFICACION

- pesca (frecuencia/representatividad/uso)
- estructuras espaciales (cardumen/capa/disperso)
- incorporación de datos de la pesquería

IV.- COMPORTAMIENTO

- migraciones (esquema/período/distribución espacial)
- evitamiento (prospección/pesca)
- ritmo nictemeral
- distribución por clase de talla/características-hidrológicas/geográficas
- determinismo y dinámica de las estructuras espaciales

V.- PRECISION DE LAS EVALUACIONES

- precisión del muestreo (autocorrelación, características estadísticas)
- precisión de la identificación (pesca/TS/estructuras)
- evaluación de los sesgos
- síntesis: precisión de la evaluación

A partir de este cuadro, y según las informaciones colectadas durante la primera parte del taller (presentaciones de los diferentes expertos), el taller se dividió en varios sub-grupos. El detalle de las actividades y de los resultados de estos grupos esta detallado en el informe del taller.

En mi informe me limitaré a presentar mis conclusiones personales sobre los resultados mas relevantes para el futuro de las actividades acústicas sobre el jurel.

4.3. Diseño de campaña.

De acuerdo con los resultados de los cálculos sobre los datos y de los conocimientos aportados por las otras disciplinas, parece claro que, de este punto de vista, el jurel presenta varias características que son altamente favorables a una prospección acústica. Dicha disciplina estuvo diseñada para stocks de alta biomasa, repartidos sobre áreas muy extensas, y con focos de concentración locales altos (arenque y bacalao del mar del norte, sardina europea y norteamericana, capelín, etc.). De este punto de vista el jurel no presenta dificultades particulares para su evaluación :

- una parte de los sesgos sobre la metodología son « absolutos » y no dependientes de la biomasa. Por lo tanto cuando la biomasa total es alta, la importancia relativa de los sesgos se vuelve pequeña o marginal. En el caso del jurel este punto es altamente favorable.
- las zonas de concentraciones ocupan espacios bastante extensos, y en general muy superiores en diámetro a 20 millas náuticas, de acuerdo con los mapas de distribución diaria de la flota pesquera. El diseño de campaña con intertransectos de 20 millas permite considerar asegurado que todos los lugares de alta concentración están prospectados. Esto explica porque la varianza sobre las evaluaciones es tan pequeña (entre 5 y 15 % de error, aplicando el método geoestadístico « transitivo 1D » (Petitgas, 1995).

En contraparte dos puntos presentan dificultades serias :

- el período de prospección tiene que tomar en cuenta el patrón migratorio del jurel, si se trata de evaluar la biomasa máxima presente durante la fase de pesca alta en las aguas chilenas. Las variaciones de la biomasa

medida en los diferentes años en la zona centro-sur, se deben mas que todo al hecho que algunas de las prospecciones anuales no se pudieron realizar al momento de concentración máxima.

- la variabilidad del mismo patrón migratorio tiene que tomarse en cuenta (migraciones mas o menos costeras según los años, distribución en el norte, centro o sur del área de estudio).

De este punto de vista, la calidad de los datos de distribución de la pesquería es una ayuda importante en la selección del período de prospección.

4.4. Identificación.

Uno de los puntos mas arriesgados de la metodología acústica es la alocaión de parte de la biomasa total a cada uno de los stocks presentes, en caso de comunidades multiespecíficas. No es el caso del jurel, así que este punto también es altamente favorable a la prospección acústica.

4.5. Comportamiento.

Ya hemos visto que el patrón migratorio presenta un factor limitante que tomar en cuenta para el diseño de las prospecciones. Existen otras características comportamentales del jurel que tienen una incidencia sobre la estrategia de prospección y la precisión de los resultados acústicos:

- el evitamiento. Este punto puede producir sesgos muy importantes en la evaluación de la biomasa, cuando los peces evitan lateralmente el buque de prospección. Según las observaciones de los pescadores (Guzmán, comm. pers.), el jurel no tiene ésta conducta frente a un barco en ruta, sino mas bien a las artes de pesca, y esencialmente de día. Este punto es favorable.
- el esquema de movimientos nictemerales. El jurel se presenta de manera general superficial o subsuperficial de noche, en general en capas o "enjambres" (swarms) densos de noche, y en cardúmenes densos y profundos (mas de 100-150 m) de día. Por otra parte se encuentra muy móvil de noche (fase de alimentación) mientras que se queda casi inmóvil de día. A éstas características de la población hay que añadir la presencia de noche de las capas de plancton o micronecton (Euphausidae, Myctophidae, etc) que suben de una profundidad de 300-400 m de día a la zona superficial de noche y así "contaminan" los datos acústicos sobre el jurel durante la noche. Estas particularidades llevaron el IFOP a tomar la decisión de realizar las evaluaciones exclusivamente de día. Una vez elaborada ésta estrategia, resultaba importante averiguar si no existe

dentro del tiempo de prospección (entre 7 am y 8 pm) un ritmo de cambio de la densidad observada. En efecto los pescadores (Guzmán, com. pers.) observan a menudo una disminución importante de la densidad aparente al medio día. Esta disminución se puede deber a varias razones, tales como cambio en el ángulo de los peces (i.e. disminución de la TS), dispersión de los individuos (si los ajustes de las ecosondas de los pescadores están definidos para cardúmenes), etc.. Un primer análisis de los datos de las campañas ya realizadas indica que no es el caso de las prospecciones, y que la estrategia definida no es sesgada. Sin embargo, se requieren mas informaciones para confirmar este importante punto.

- la dinámica de las estructuras espaciales. Este punto no tiene impacto sobre la precisión de la distribución, pero si tiene importancia para la comprensión del comportamiento del jurel y las relaciones entre la biomasa y las cpue (he aquí un punto clave para los estudios futuros, que se detallara a continuación). La comparación de las distribuciones espaciales de las zonas principales de concentración y de la flota pesquera enseña que dicha tiene una estrategia de pesca no exclusivamente basada en la búsqueda del núcleo de concentración mas denso, sino mas bien en la resultante de dos requisitos: densidad importante y distancia al lugar de desembarco. Si, como pasó en uno de los años, una concentración suficiente se presenta cerca del puerto, la flota le da prioridad a dicha, aunque se sepa que existe una concentración mayor mas lejos. En este caso, la prospección acústica es la única forma de evaluar realmente la biomasa disponible, y eventualmente corregir las conclusiones que pueden dar las cpue.

En conclusión de este taller, me pareció claro que:

- la estrategia de prospección es adecuada para el propósito de evaluar la biomasa del jurel de la zona centro-sur;
- la precisión de las evaluaciones es excelente y no sobrepasa los 20-30 % de error (todo incluido), debido a la forma muy favorable que presenta el stock;
- el punto clave para una evaluación correcta consiste en una buena adecuación entre el momento de la prospección y la presencia del jurel en el área.

Para este punto, se pueden proponer dos recomendaciones:

a). **definir el período de prospección** de acuerdo con las informaciones proporcionadas por la pesquería. este método es el que se desarrolla por ejemplo en Noruega sobre el arenque, o en Estados Unidos sobre el arenque del Puget Sound (Seattle) desde varios décadas con gran éxito. La campaña tendría que empezar en el momento que las cpue llegan a un nivel máximo y estable (lo que ocurre generalmente entre mayo y julio).

b). **definir el área de prospección sobre el jurel.** Aquí es aconsejable realizar la prospección a varios niveles : un primer nivel que consiste en cubrir el área general de distribución con un patrón sistemático (transectas paralelas equidistantes y perpendiculares a la costa), tal como se ha hecho hasta ahora; seguido por un muestreo adaptativo centrado en el área de pesca y siguiendo un patrón flexible de acuerdo con el tipo de distribución. Esta segunda parte de la prospección tendrá varias ventajas : ayudar a precisar el valor de biomasa por un "oversampling" en la zona de alta concentración; evitar que se pierda una parte de la biomasa si ésta queda fuera del área global; definir las relaciones entre las capturas (esfuerzo, cpue, estrategia de pesca, etc) y la distribución de los peces.

5. RELACION ENTRE ACUSTICA Y BIOLOGIA PESQUERA

Este punto no cabe exactamente dentro de los objetivos del taller, pero es el resultado de discusiones y trabajos comunes que permitirán aprovechar mejor los datos que proporciona la acústica en el manejo de una pesquería, y elaborar recomendaciones para las actividades futuras en acústica en Chile.

Esto se debe a dos fenómenos: por una parte la hidroacústica a evolucionado bastante estos últimos años, y los datos que puede proporcionar son mucho mas numerosos y de mejor calidad de lo que usualmente se obtiene en un proyecto de ecointegración; por otra parte el stock de jurel, debido a sus características dimensionales y espaciales tanto como a la cantidad de datos que se obtienen por varias fuentes (investigación científica, pesca), presenta características extremadamente favorables para aplicar estos métodos nuevos, y realizar la conexión entre los datos acústicos y pesqueros, que hasta la fecha se ha realizado muy pocas veces en el mundo.

5.1. Ecointegración y VPA

No entraré en detalles en ésta parte, que es prácticamente la única que se esta realizando a la fecha: la acústica permite proporcionar datos de biomasa absoluta que permiten en principio calibrar las VPA. Esto se ha realizado con éxito en varios lugares en el mundo, y particularmente en Chile sobre las poblaciones de sardina y anchoveta del Norte.

En el caso del jurel, sin embargo, ésta actividad no resulta fácil, ya que no se sabe exactamente que es la población de jurel, ni hasta donde se distribuye. Informaciones dadas en el taller demuestran que el jurel es probablemente una especie que ocupa un área extraordinariamente amplia, en casi toda la convergencia subtropical (observada en Chile, Perú, Nueva Zelanda, Tasmania, y recién en Argentina, y tal vez hasta Africa del Sur). La evaluación de biomasa por acústica se refiere a ésta parte del stock que penetra las aguas chilenas, sin que se pueda definir a la fecha que proporción de la población representa. Por lo tanto, no parece fácil aplicar los resultados de evaluación a las VPA.

Sin embargo, el hecho de conocer la biomasa de ésta parte, y sobre todo la parte de la biomasa que corresponde a las clases de pre-reclutamiento, es la única vía que permita reforzar al menos de manera cualitativa las conclusiones obtenidas por los modelos de dinámica de poblaciones.

5.2. Acústica y CPUE

Las capturas por unidad de esfuerzo (cpue) son la clave de los estudios y de los modelos de dinámica de las poblaciones en biología pesquera. En efecto son las únicas informaciones que permiten evaluar la abundancia de los peces y su evolución. La mayoría de los modelos diseñados estos últimos años se refieren a este tipo de dato.

Sin embargo, con el desarrollo de las pesquerías modernas y de los equipamientos de ayuda a la pesca (sonar, radar, gps, satellite, etc..), la definición de las cpue se hace cada día mas difícil. En una primera etapa, Freon y Misund (in press) presentan tres tipos de cpue:

- CPUE1: captura por tiempo en el mar (del momento de la salida al momento del desembarque).
- CPUE2: captura por tiempo de búsqueda (restando del tiempo total de navegación la ruta hasta la zona de pesca, durante la cual no hay actividad de búsqueda)
- CPUE3: captura por acción de pesca (catch per set)

Si se consideran éstas tres definiciones, en caso de cambio de biomasa total, y según la estrategia de ocupación del espacio por los peces, éstas tres cpue pueden variar de manera contradictoria (Tabla 2, según Freon y Misund, op. cit.): por ejemplo si una disminución de la biomasa se traduce por una reducción del área de distribución de los peces, la cpue1 aumentará mientras que las cpue2 y cpue3 se quedarán estables. En efecto, el único cambio en el esfuerzo pesquero será una reducción del tiempo de tránsito. Esto fue el caso del arenque del Mar del Norte. Si ésta disminución se traduce por una densidad menor (en número de cardúmenes, los cardúmenes manteniendo una biomasa individual constante), al contrario la cpue1 disminuirá, al igual que la cpue2, mientras la cpue3 se quedará estable. Los diferentes

escenarios están presentados en la tabla, y demuestran que un manejo correcto de la pesquería requiere actualmente de informaciones adicionales a la cpue, para conocer precisamente la evolución del stock. Queda claro que, ya que lo que se requiere es un conocimiento de la estrategia espacial de los peces, la acústica es uno de los pocos métodos que pueden proporcionar éste tipo de información.

5.3. Acústica y conducta de los peces

El párrafo anterior describía el impacto del comportamiento espacial "natural" de un stock. También existe un comportamiento relacionado con las actividades de pesca, de dos maneras :

- a). conducta natural que conduce a un tipo de pesca (gregarismo, cambios de estructuras espaciales, por ejemplo cardúmen \Leftrightarrow capas, migraciones verticales, etc..) ;
- b). comportamiento inducido por la actividad de pesca: evitamiento, cambios de estructuras debidas a la pesca tales como formación de un frente de alta densidad el borde de la concentración (Guzmán, com. pers.), cambio de reacción con la intensidad de pesca, y/o aprendizaje de fuga a lo largo de la temporada de pesca que cambia la capturabilidad, etc.. Se puede notar en estos casos, y particularmente en el caso de la formación de una zona de alta concentración producida por la conducta de los peces frente a la pesquería, que la cpue tiene que aumentar cuando la pesca aumenta (al menos a pequeña escala de tiempo): la misma pesquería logra tomar ventaja de una forma de reacción del pez para facilitar la pesca.

Aquí también las observaciones acústicas a pequeñas escalas de tiempo y de espacio proporcionan índices que pueden, por una parte ayudar a definir mejor los parámetros de uso en los modelos de biología pesquera (capturabilidad, mortalidad por pesca, definición de la cpue), por otra parte ayudar a los pescadores en la adaptación de su modo de pesca a la conducta de los peces. En general, hay que reconocer que ésta parte es mas bien una ayuda de los pescadores a los biólogos pesqueros, los primeros teniendo una amplia experiencia de la conducta a corta escala de tiempo de los peces, pudiendo así aportar un conocimiento muy rico a la investigación pesquera (Guzmán, com. pers.). Por último, las observaciones acústicas se pueden aplicar en otras ramas de la ictiología, como por ejemplo observar las relaciones entre las distribución de los peces y del plancton/necton, lo que permite establecer un patrón alimentario detallado.

5.4. Acústica y estrategia de pesca

La comparación a misma escala de tiempo y de espacio entre las distribuciones espacio-temporales de los peces y de los pescadores es otra vía de análisis de la evolución de la pesca y de los stocks. En efecto se puede notar a través del estudio de la dinámica de la pesca y el comportamiento espacio-temporal de la pesquería, que algunos parámetros que parecen propios a los pescadores son en realidad directamente diseñados a partir del comportamiento espacio-temporal de los peces. El estudio en paralelo de las dos estrategias (peces y pescadores), permite definir mejor cuales son los parámetros determinantes en la evolución de una pesquería, y por consiguiente facilitar el manejo.

En el caso específico del jurel de la zona centro-sur, existen también varias hipótesis que merecen estudiarse para su posible confirmación. Es el caso del alejamiento de los peces de la costa, con los años: el jurel se pescaba muy cerca de la costa en los años 80, mientras que se puede ver en los datos de captura que estos últimos años no se pesca a menos de 50-100 millas de la costa. Resulta fundamental saber si eso se debe a un cambio en la conducta de los peces (por evolución, aprendizaje, cambios relacionados con la biomasa o el ambiente) o a un efecto de la pesca, como lo suponen algunos científicos (Guzmán, com. pers.). Este problema es sumamente importante, ya que tiene consecuencias sobre la estrategia de pesca, sobre el costo de la pesca, etc.. Solamente un estudio comparando dinámica de la pesquería y de la población puede proporcionar informaciones al respecto. Esto tendrá que realizarse a través de un trabajo agrupando estudios de pesca y de acústica de una forma muy detallada.

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En primer lugar, la conclusión mas sobresaliente de este taller a mi parecer es que la metodología desarrollada para evaluar el stock de jurel es buena y no necesita cambios de ninguna forma.

La precisión de los resultados parece satisfactoria y sobre todo es probable que no se podrá mejorar usando otra forma de prospección. Por otra parte, parece claro que no existe ningún otro método que pueda proporcionar resultados de evaluación de biomasa con tal precisión, entre 20 y 30%.

Otra conclusión es que las campañas basadas en la acústica permitieron obtener un conjunto de datos sobre el jurel que permiten ahora tener un conocimiento mucho mejor de su biología, en cuanto a alimentación, conducta, relación con el ambiente, reproducción se refiere.

Una conclusión interesante también, aunque no relacionada con las prospecciones, es que los pescadores usan equipos acústicos sofisticados para sus operaciones de pesca, que permiten obtener

informaciones detalladas sobre su distribución espacial, su comportamiento, sus migraciones espaciales y verticales, etc.. Estos conocimientos permitieron precisar ciertas dudas sobre los resultados acústicos de IFOP.

Aparte de éstas conclusiones relacionadas con las actividades propias de IFOP, conviene añadir informaciones sobre la evolución de la acústica en el mundo: una de las vías probablemente mas fructíferas del futuro consistirá en utilizar nuevos aparatos acústicos tales como el sonar multibeam, que por el momento es diseñado para la pesca o para la batimetría, pero no para la investigación pesquera. Estos aparatos, que son de uso diario en la pesquería de jurel, proporcionan informaciones en tres dimensiones sobre las estructuras y los movimientos de los cardúmenes, y permiten responder a ciertas de las preguntas listadas anteriormente. Por otra parte, la evolución de los métodos de tratamiento de imágenes permite extraer informaciones sobre la tipología de las estructuras, y sus determinismos (a través de análisis de ecogramas o de imágenes video de sonar). Este conjunto de datos nuevos será de una ayuda importante para relacionar el stock con los parámetros exteriores, tanto ambientales como pesqueros. Es importante señalar que el caso del jurel es sumamente favorable a estos tipos de estudio por varias razones : tamaño del stock, comportamiento espacial, stock monoespecífico, tipo de pesca, etc.

En resumen mis conclusiones son que: el stock de jurel presenta condiciones altamente favorables al uso de métodos acústicos para su estudio, su evaluación y su manejo. Por sus características, permite obtener resultados con muy buena precisión. Es necesario, sin embargo, efectuar algunas adaptaciones a la metodología, según las recomendaciones que se sacaron de las actividades del taller.

Además de las que surgieron durante el taller y/o que ya presenté en este informe, varias recomendaciones de tipo general se pueden señalar:

- **Diseño de campaña :** Se podría efectuar en dos etapas : una primera etapa que consiste en cubrir el área general de distribución con un patrón sistemático (transectas paralelos equidistantes perpendiculares a la costa), tal como se ha hecho hasta ahora. La distancia entre los transectas es actualmente de 20 millas náuticas, y permite obtener una precisión muy buena. Se puede tal vez definir una distancia mayor de acuerdo con las simulaciones realizadas, en función de la precisión requerida para los datos: el aumento de varianza está compensado por el tiempo ganado en la prospección. Una segunda etapa consistiría en un muestreo adaptativo centrado en el área de pesca y siguiendo un patrón flexible de acuerdo con el tipo de distribución.

- **Ritmo de campaña** : si bien es indispensable realizar un diseño adaptativo, de acuerdo con la variabilidad estacional de migración del jurel, también me parece importante conservar el esquema sistemático de prospección del área de distribución del jurel en invierno, independientemente de la ubicación de la pesquería: hemos visto en algunas ocasiones que ésta última no necesariamente explotaba la zona de mayor densidad. Un programa a largo plazo de prospección anual sistemática dará información única al cabo de algunos años.

- **Estudios de comportamiento espacial relacionado con la pesca** : El empleo de sonar multibeam para observación tridimensional de las concentraciones permitirá obtener informaciones que hacen falta ahora, y particularmente relacionar la cpue con la abundancia (Gerlotto *et al.*, 1995). Estas actividades pueden apoyarse sobre los conocimientos de los pescadores, y parte se podría realizar a bordo de los mismos barcos de pesca. Esta actividad requiere, sin embargo, de unos investigadores especializados a la vez en acústica y en etología (Soria, 1994). Una actividad de gran interés sería observar el comportamiento de una concentración antes, durante y después de su explotación por la pesquería (evaluaciones de biomasa cada día durante la explotación, por ejemplo).

- **Marcaje acústico** : Existen en el mercado marcas de tamaño razonables que permiten seguir los movimientos verticales y horizontales del pez marcado durante varios días. Algunas de estas marcas pueden también obtener informaciones sobre su fisiología (alimentación, por ejemplo), a través de su temperatura interna. El jurel es un pez resistente y de tamaño suficientemente grande para soportar estas marcas. Unos experimentos con estos instrumentos podría dar informaciones sobre el ritmo alimentario, sobre el evitamiento y las reacciones de los peces a un barco y un arte de pesca; el ritmo de dispersión y el metabolismo en el ciclo diario, permitiría también entender mejor las razones de la desaparición de los jureles durante el mediodía de las ecosondas de los pescadores, y también las de la presencia del jurel en la zona mas pobre en oxígeno disuelto de la capa de agua durante el día. También puede medirse la velocidad de desplazamiento del pez.

Montpellier, 6 de agosto de 1996

TABLA 1

Pauta de análisis de la aplicación de la metodología de evaluación acústica en el recurso jurel, de la zona centro-sur de Chile.

ITEM	DATOS Y/O CONOCIMIENTOS LOGRADOS	DATOS Y/O CONOCIMIENTOS NO LOGRADOS	DATOS Y/O CONOCIMIENTOS FALTANTE
DISEÑO Y PROSPECCIÓN:			
• AREA	• PROSPECCION	• DESCRIPCIÓN Y OBSERVACIÓN DEL ÁREA DE PESCA (AGUAS CHILENAS)	
• ARMA DE ESTUDIO	• CPUE	• ÁREAS DE PESCA	
• ZONA CIEGA DE SUPERFICIE	• PROSPECCION DIA	• COMPARACIÓN DÍA/NOCHE	OBSERVACIÓN: • PESCADOR • SUPERFICIAL (EXPERIMENTO)
• PERIODO - ESTACIONALIDAD	• INVIERNO (BIOMASA TOTAL) •PRIMAVERA EXPLORACIÓN Y DESOVE)	• DEFINIR RITMO MIGRATORIO	• DATOS PRESQUERÍAS
•• ESTRATEGIA DE PROSPECCION	• TIPO DE DISTRIBUCION	• VARIOGRAMA SOBRE INTERTRANSECTAS	• AUTOCORRELACION SENTIDO PER. TRANSECTA
• INTERTRANSECTAS		•EVALUAR VARIANZA SEGUN DISTRIBUCION	
• UBM	• ANALISIS CORRELOGRAMA		
• ESTRATIFICACION	• DE ACUERDO A LA PESCA (EXCEPTO 1994)		
PROGRAMACION PROSPECCION			ADAPTATIVO VERSUS ADICIONAL

CALIBRACION	<ul style="list-style-type: none"> • DATOS "CONOCIDOS" •EVALUACIÓN DEL DE LAS VARIACIONES DE VALORES SOBRE PRECISIÓN DE CRUCEROS 		
<ul style="list-style-type: none"> • EQUIPOS, FRECUENCIA, "CAPAS", AJUSTES 			
TS	<p>MEDICIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • JAULA • INDIVIDUAL • "IN SITU" •COMPARACIÓN RESULTADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • APLICACIONES SOBRE DATOS DE EVALUACIÓN 	<ul style="list-style-type: none"> • EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA VARIABILIDAD DE LA TS SOBRE EL RESULTADO •RECOMENDACIÓN: SOBRE TS •
<ul style="list-style-type: none"> • TVG 	<ul style="list-style-type: none"> • FUNCIÓN NUMÉRICA 		
<ul style="list-style-type: none"> • TEMPERATURA, SALINIDAD 	<ul style="list-style-type: none"> • DATOS PERFIL 		
<ul style="list-style-type: none"> • ATENUACION/ DENSIDAD 		<ul style="list-style-type: none"> • MEDICIÓN DENSIDAD (MUESTREO) 	

ITEM			
IDENTIFICACIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> • PESCA DE IDENTIFICACIÓN: •• METODOLOGÍA DE MUESTREO 	<ul style="list-style-type: none"> • MEDIAGUA (ESQUEMA PROGRAMADO SISTEMÁTICO) •ESQUEMA ADAPTATIVO •SESGOS- PERIODO: ••DÍA-NOCHE ••SELECTIVIDAD ••EVITAMIENTO •COMPARACIÓN: MUESTREO ACÚSTIC VERSUS PESCA (CAP-TURA) 	REPRESENTATIVIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> • ESTRUCTURAS: ••IDENTIFICACIÓN ••TIPOLOGÍA ECOTRAZO 	<ul style="list-style-type: none"> • TIPOLOGÍA: • • CARDUMEN • •DISPERSOS • •MACROESTRUCTURA (CLUSTER) 	DATOS DÍA-NOCHE (CICLO ESTRUCTURAL)	
		<ul style="list-style-type: none"> • CARACTERÍSTICAS VOLUMÉTRICAS DEL CARDUMEN 	
		<ul style="list-style-type: none"> • N° DE CARDUMEN POR CELDAS RELACIONADO CON DENSIDAD 	
<ul style="list-style-type: none"> • PESQUERIAS 		<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • POSIBILIDAD IDENTIFICAR ESTRUCTURAS DEMOGRÁFICAS

ITEM			
COMPORTAMIENTO			CONOCIMIENTO GENERAL DEL PATRÓN MIGRATORIO
• MIGRACIONES. • AREA	• DISEÑO PROSPECCIÓN		
• PERIODO	• DISEÑO PROSPECCIÓN	• PATRÓN MIGRATORIO (CURVAS ESTACIONALIDAD Y ESTRATEGIA ACÚSTICA)	
• MOVIMIENTO	• SESGO DEBIDO A LA MIGRACIÓN		
• EVITAMIENTO: • PESCA DE IDENTIFICACIÓN	• REACCIÓN JUREL DÍA Y NOCHE • PESCA NOCTURNA		• EXPERIMENTO PESCA DÍA-NOCHE
• PROSPECCIÓN			• MEDIR SESGO DEL EVITAMIENTO CON SONAR MULTIBEAM
• RITMO NICTE- MERAL: (SESGOS POTENCIALES QUE OUEDE DEBERSE AL RITMO NICTEMERAL)	• PLANCTÓN (FILTRAR DATOS) • ESTRATIFICACIÓN (TIPOLOGÍA)	• ZONAS CIEGAS (SESGO SUPERFICIE) •EVITAMIENTO •TS (ANGULO PEZ)	• EXPERIMENTOS
• VARIABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS: •AMBIENTE •MORFOLOGIA •DINÁMICA	• RELACIONES CON LA HIDROLOGÍA •TIPOLOGIA (PROSPECCIONES)	• CORRELACIONES	• MORFOLOGIA RELACIONADO CON RITMO NICTEMERAL

ITEM			
PROSPECCIÓN			
•		CALCULO ERROR: • •CALIBRACIÓN ••TS ••IDENTIFICACIÓN ••MUESTREO ESPACIAL ••MIGRACIÓN ••RITMO NICTEMERAL	
•SESGO :			
• REPRESENTATIVIDAD	• CAMBIA COMPORTAMIENTO (TIPO AGREGACIÓN) •CPUE •PROSPECCIÓN ADAPTATIVA +++ ADICIONAL		

TABLA 2

Posible efectos de decrecimiento en la abundancia del stock de acuerdo a la escala espacial de las estructuras interpretada por los autores Laurec and Le Guen (1977) y consideraciones personales.

ESCALA	EFFECTO SOBRE EL PEZ	EFFECTO SOBRE LA PESQUERÍA	EFFECTO SOBRE LA CPUE
Stock ↔ CPUE3	↓ área Usualmente	↓ duración viaje ^a	↑ CPUE1 ↔ CPUE2
↔ CPUE3	y/o ↓ densidad	↑ tiempo búsqueda de pesca	↓ CPUE1 ↓ CPUE2
Agrupamiento ↔ CPUE3	↓ número de agrupaciones	↑ tiempo búsqueda de agrupación	↘ CPUE1 ↘ CPUE2
↔ CPUE3	y/o ↓ área de agrupaciones	↑ tiempo búsqueda de agrupación	↘ CPUE1 ↘ CPUE2 ^b
↔ CPUE3 Cardúmen	la agrupación ↓ número de cardúmen/agrupación	↑ tiempo búsqueda cardúmen en	↘ CPUE1 ↓ CPUE2
↔ CPUE3		↓ tiempo trabajo en agrupación	↘ CPUE1 ↘ CPUE2
↓ CPUE3 ^c	y/o ↓ peso de cardúmen	↑ tiempo de operación pesca	↘ CPUE1 ↓ CPUE2

CPUE1: Captura por tiempo en la mar (tiempo entre la salida y recalada)

CPUE2: Captura por tiempo de búsqueda

CPUE3: Captura por tiempo de pesca

↑ o ↓: Crecimiento o decrecimiento proporcional a la abundancia.

↘ o ↗: Decrecimiento menor que la abundancia o decrecimiento más que la abundancia

* : Estabilidad.

^a : excepto si la ubicación de del stock sobre-explotado esta lejos de los caladeros

^b : ↘ si las agrupaciones y sus límites son detectados directamente por los pescadores o ↗ en caso contrario.

^c : excepto si hay algún efecto de saturación.

7.- Bibliografía

- Barange, M., I. Hampton and M.A. Soule, 1996. Empirical determination of in situ target strengths of three loosely aggregated pelagic fish species. ICES Journal Mar. Sci., 53, 1996 :225-232
- Gerlotto, F., P. Freon, M. Soria, P.H. Cottais, and L. Ronzeir, 1994. Exhaustive observation of 3D school structure using multibeam side scan sonar : potential use for school classification, biomass estimation and behaviour studies. ICES C.M. 1994, B:26, Ref. D, St John's, Canada : 12 p
- Lillo, S., J. Córdoba and A. Paillaman, 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. ICES Journal Mar. Sci., 53, 1996 : 267-272
- Mac Lennan, D.N. and A. Menz, 1996. Interpretation of in situ target strength data. ICES Journal Mar. Sci., 53, 1996 : 233-236
- Simmonds, E.J., N. Williamson, F. Gerlotto et A. Aglen, 1992. Acoustic survey design and analysis procedure: a comprehensive review of current practice. Rapp. Rech. Collectives Cons. Int. Explor. Mer, 187, août 1992: 131 pp.
- Soria, M., 1994. Structure et stabilité des bancs et agrégations de poissons pélagiques côtiers tropicaux : application halieutique. Thèse Doct. Univ. Rennes 1, avril 1994 : 280 p.

A N E X O VII

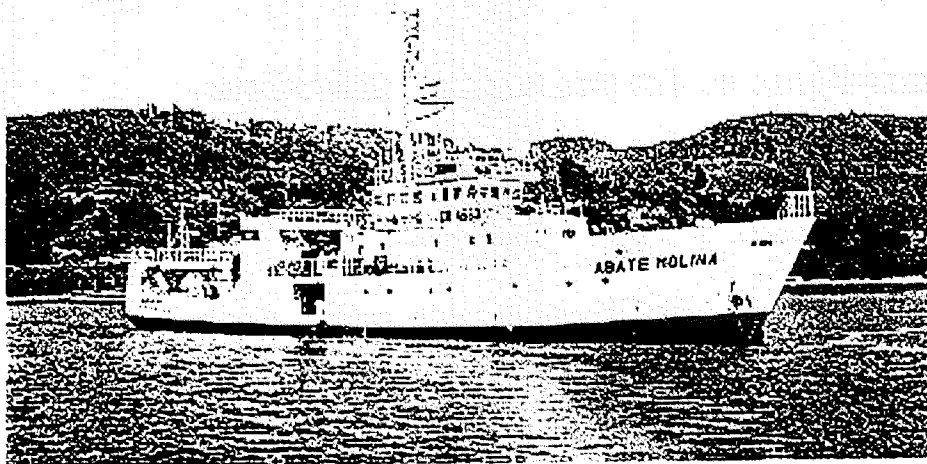
INFORME FINAL DE ASESORÍA EN PROYECTO EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DEL RECURSO JUREL EN LA ZONA CENTRO SUR

Autor: Marc Soria

RAPPORT DE MISSION

COMPTE RENDU DE LA CAMPAGNE METHODOLOGIQUE D'EVALUATION HYDROACOUSTIQUE DU CHINCHARD (*Trachurus symmetricus murphyi*) DANS LA ZONE CENTRE-SUD DU CHILI

par Marc SORIA



Navire Océanographique Abate Molina de l'IFOP (Instituto de Fomento Pesquero)

Mission effectuée du 23 Avril au 9 Mai 1997

Sommaire

Introduction

I. Détails administratifs de la mission

I.1. Calendrier

I.2. Contacts

II. Analyse du rapport de l'Ifop sur l'évaluation hydroacoustique de la ressource en chinchard.

III. Analyse du programme de travail de la campagne du 27/04 au 3/05/1997.

IV. Résultats préliminaires des observations comportementales.

IV. 1. Dynamique spatio-temporelle d'une agrégation de bancs de chinchard suivie pendant 36 heures.

IV.2. Expérience de tracking d'un banc au sonar multidirectionnel.

IV.3. Observations effectuées au cours des expériences de pêche.

a) Les coups de chalut effectués par l'Abate Molina

b) La dynamique des embarcations localisés sur les zones explorées.

V. Discussion et synthèse

V.2. Etude du comportement spatial du poisson

V.2. Etude du comportement des pêcheurs

VI. Conclusion

VII. Note concernant ma participation au groupe de travail sur le recrutement de l'anchois

VIII. Références bibliographiques

Introduction

Cette mission financée par l'IFOP à Valparaiso a eu pour but de mettre en place une méthodologie d'observation du comportement des bancs de chinchard ou jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*). Cette mission se situe dans la perspective d'une collaboration franco-chilienne dans le cadre du projet scientifique ECOS-CONICYT proposé en mars dernier (cf. **annexe 1**). Ce projet a pour objectif l'étude de la pression de pêche et de la dynamique du comportement spatial des bancs de chinchard. Il s'agissait au cours de cette mission de mieux cerner les différents problèmes d'ordre scientifique, méthodologique et matériel, afin de recentrer ou de spécifier, si nécessaire, les propositions effectuées dans le cadre de ce projet.

Dans ce but, je devais embarquer à bord du N/O Abate Molina pendant la phase méthodologique (15 premiers jours) de la campagne bi-annuelle d'évaluation hydroacoustique du chinchard dans la zone centre-sud du Chili (cf. **annexe 2**). L'absence de poisson et de pêcheurs dans la zone habituelle de pêche n'a pas permis de mener à bien l'ensemble de ce programme et nous a obligé à écourter la campagne d'une semaine. Néanmoins, les quelques observations comportementales que j'ai pu faire et les discussions que j'ai pu avoir avec l'ensemble des acteurs concernés m'ont permis de me faire une meilleure idée de l'intérêt et de la faisabilité de l'étude envisagée.

I. Détails administratifs de la mission

I.1. Calendrier

Arrivée: 23/04/97 à Valparaiso

24/04: Lecture du rapport sur l'évaluation hydro-acoustique de la ressource en chinchard dans la zone centr-sud du Chili. Lecture du programme de travail pour la campagne méthodologique.

25/04: Travail en groupe. Analyse et critique du programme de campagne.

26/04: Départ pour Valdivia pour embarquement à bord du NO Abate Molina

27/04 au 3/05: Campagne méthodologique sur le NO Abate Molina

4/05 : Retour Valparaiso

5/05 au 7/05: Participation au groupe de travail international sur l'analyse des facteurs affectant le recrutement du stock d'anchois du sud du Pérou au nord du Chili, à Valparaiso.

7/05 : Compte rendu de campagne à l'Ifop et discussion avec les responsables. Visite du Laboratoire de Biologie marine de l'Université catholique de Valparaiso

9/05 : Retour en France

I.2. Contacts

Laboratoire d'acoustique: M.A. Barbieri (chef de département de l'Ifop), J. Castillo, J. Cordoba, S. Lillo, M. Espejo (chercheurs à l'Ifop).

Biologie des pêches : R. Serra (Ifop), A. Nakanischi (commandant du NO Abate Molina) E. Yanez (Université catholique de Valparaiso).

J'ai également eu des contacts avec l'ensemble des participants de la réunion anchois à Valparaiso dont notamment : R. Parrish (NOAA, Monterey), les chercheurs péruviens (M. Niquen, P. Ayon, S. Carrasco) et les responsables du sous-secrétariat à la pêche.

II. Analyse du rapport de l'Ifop sur l'évaluation hydroacoustique de la ressource en chinchard.

En premier lieu, il faut noter que ce travail est bien plus qu'un rapport sur l'évaluation hydroacoustique puisque l'on y trouve l'analyse de l'ensemble des informations recueillies par l'Ifop de 1991 à 1994 concernant la biologie et la dynamique de la population de chinchards de la zone centre-sud du Chili. Cela concerne la caractérisation des agrégations en terme d'indice acoustique d'abondance, de type de distribution et de distribution spatiale des bancs; les mesures d'indice gonadosomatique par an et par mois; les mesures de rythme alimentaire et de migration nyctémérale ainsi que l'analyse des données de pêche. La première partie rassemble et synthétise les données détaillées dans les annexes avec un chapitre perspective et analyse critique (dont celle de F. Gerlotto lors de sa mission à Valparaiso en 1996). Ce chapitre est remarquable car il donne toute sa valeur à ce rapport qui n'aurait été sans cela qu'un recueil de résultats épars. Il dénote à lui seul la capacité de l'Ifop à rassembler la grande masse d'informations recueillies et à synthétiser un long travail d'investigation. Les conclusions de ce travail ont servi à l'élaboration du programme pour la campagne méthodologique à laquelle j'ai participé. Elles ont permis de mettre l'accent notamment sur la nécessité :

- d'appliquer un échantillonnage de type adaptatif dans le temps et l'espace. Cette stratégie consiste à réaliser deux types d'échantillonnage successifs: une couverture classique (radiales systématiques, perpendiculaires à la côte) de l'ensemble de la zone, doublée d'une prospection centrée sur la zone de pêche. Cette dernière permettra de préciser les valeurs de biomasse dans les zones de forte concentration, d'observer la dynamique spatiale des agrégations et de comparer à la même échelle de temps les distributions spatiales des bateaux de pêche et des agrégations de chinchard (cf. projet ECOS, annexe 1).
- de mesurer les variations des réponses acoustiques du chinchard en fonction des périodes du nyctémère afin d'évaluer la justesse du choix de la période diurne pour l'évaluation acoustique de la biomasse.

III. Analyse du programme de travail de la campagne du 27/04 au 3/05/1997.

Les objectifs spécifiques de cette campagne concernent :

- du point de vue acoustique : le suivi au cours de 24 heures des variations des caractéristiques hydroacoustiques (densité) et morphologiques (distribution bathymétrique, taille, vitesse de déplacement) des agrégations.
- du point de vue environnemental : la caractérisation de la distribution verticale de la couche de dispersion profonde et des agrégations de chinchards en relation avec les paramètres océanographiques ainsi que la caractérisation du patron trophique du chinchard (rythme nyctéméral d'alimentation et composition du contenu stomacal).

Ces observations ont été envisagées sur deux zones différentes: une avec présence d'embarcations de pêche et l'autre sans afin d'estimer l'effet de la pression de pêche sur les paramètres étudiés (voir annexe 1 et 2).

Les recommandations méthodologiques que j'ai proposées à M. A. Barbieri et J. Cordova, pour l'étude de la dynamique spatio-temporelle des agrégations ont été discutées. Il a été convenu:

- d'effectuer une double couverture ("Est-Ouest" et "Nord-Sud") au sondeur afin de mesurer l'interaction espace-temps dans les données (voir rapport du groupe de travail organisé à Montpellier par P. Petitgas et N. Williamson sur la variabilité temporelle et l'interaction espace-temps dans les campagnes acoustiques, annexe 3).
- d'effectuer des observations en dérive au sonar multidirectionnel afin de suivre l'évolution au cours du temps du nombre et de la taille des bancs ainsi que l'évolution des distances inter-bancs.
- d'effectuer des expériences de tracking sur un banc au sonar afin notamment de suivre son évolution au cours des périodes de transition (aube et crépuscule).

Du fait de l'absence de poisson dans la zone nous n'avons pu faire qu'un suivi pendant 36 heures d'une petite agrégation et une expérience de tracking en fin de journée (de 15h30 à 19h) avec peu de bateau de pêche. La mesure des facteurs environnementaux (paramètres océanographiques et trophiques) et les pêches au chalut pour le suivi du rythme alimentaire par échantillonnage des contenus stomacaux ont été ajustés en conséquence. Cette campagne a été suivie d'une prospection acoustique classique sur toute la zone centre-sud.

IV. Résultats préliminaires des observations comportementales.

IV. 1. Dynamique spatio-temporelle d'une agrégation de bancs de chinchard suivie pendant 36 heures.

Le 27 avril à 13h30 nous avons commencé le suivi d'une agrégation de bancs en effectuant une prospection acoustique avec le sondeur Simrad EK500 uniquement selon un échantillonnage par transects parallèles et équidistant (4 transects de 3 MN de long espacés d'1MN). Une première couverture ("nord-sud") a été doublée par une couverture perpendiculaire de trame identique ("est-ouest"). Chaque couverture a duré environ 2 heures (vitesse : 7.5 noeuds). Après un coup de chalut de nuit la prospection avec double couverture a été répétée au cours de la nuit et le lendemain matin (de 8h00 à 12h00).

Les premiers résultats de cette expérience sont les suivant:

- les bancs détectés au cours de la seconde couverture lors du premier suivi ont été observés sensiblement dans les mêmes zones que lors de la première couverture ce qui tend à montrer que l'agrégation est stable pendant au moins la durée de prospection (4 heures). Ces bancs pendant la journée se maintiennent dans la couche d'eau profonde entre 100 et 150 mètres.
- aucun banc supplémentaire n'a été observé pendant la seconde couverture sur les parcours correspondant aux inter-transects de la première couverture, ce qui laisse

supposer que la distance inter-transect de 1 mn permet d'explorer exhaustivement le nombre de banc qui composent cette agrégation.

- au crépuscule les bancs se désagrègent et remontent rapidement à la surface en suivant la migration verticale nyctémérale de la couche planctonique. Les résultats obtenus au cours des campagnes précédentes montrent que c'est exclusivement au cours de la nuit que les chinchards se nourrissent sur cette couche composée principalement d'euphausiacés.

- des couches de poissons dispersés ont été détectées au cours de la prospection nocturne, par contre le poisson a disparu de la zone le lendemain matin ce qui relativise la stabilité spatio-temporelle de ce type d'agrégation.

- au cours de la nuit, le capitaine a pu suivre l'activité de pêche des senneurs sur zone. Les échos des bateaux sur le radar permettent de localiser parfaitement les positions et les déplacements des embarcations mais il n'y a pas de système d'enregistrement vidéo de l'écran radar. Les bateaux émettent un feu à éclat pendant qu'il remontent leur senne et embarquent leur pêche ce qui facilite le repérage des bateaux qui ont pêchés. Dans des bonnes conditions de visibilité ces signaux peuvent être d'une aide précieuse pour compter le nombre de bateaux qui ont effectivement pêchés pendant la nuit et pourraient également permettre d'estimer la durée d'embarquement pour chaque bateau. A l'aube, les contacts radio que le capitaine établis avec les pêcheurs lui permettent de connaître la quantité de poissons pêchés. Ainsi, au cours de la nuit d'observation, 14 bateaux ont été détectés. Deux ont pêchés en début de nuit et trois avant l'aube. La capture totale est de 40 tonnes ce qui est une prise très faible par rapport aux prises habituelles.

En première analyse, nous ferons les remarques suivantes :

Tout d'abord du fait de la faible densité en banc et du faible nombre d'agrégation sur la zone, la situation n'était pas forcément "normale".

La stabilité de l'agrégation de bancs de chinchard pendant la journée laisse supposer que ce regroupement favoriserait le maintien des poissons sur l'aire d'alimentation. Le banc serait alors une structure plutôt passive liée à un comportement de confort. En outre, les bancs sont situés dans la couche d'eau à O² minimum ce qui imposerait une limite aux dépenses énergétiques. Le fait que les bancs se maintiennent en profondeur pendant la journée pourrait renforcer cette hypothèse mais pourrait également conférer à cette organisation une fonction de protection contre les prédateurs. En tout état de cause le banc ne semble pas avoir une fonction exploratoire de recherche de nourriture. Cette fonction semble davantage remplie par chaque individu au cours de la phase de dispersion nocturne.

La phase de dispersion semble être une phase active contrairement à celle observée chez certaines espèces de petits pélagiques. En effet, la désagrégation des bancs et la migration verticale vers la surface sont rapides. Cette phase de dispersion correspond également au début de la phase d'alimentation ce qui permettrait de lier cette réaction au comportement trophique. Etant donné que l'agrégation observée le premier jour n'était plus sur la zone prospectée on peut également supposer que c'est au cours de cette phase et pendant la nuit que s'effectue, hors des périodes de migration, l'exploration de l'habitat et donc la redistribution

spatiale des poissons. Le facteur trophique serait alors un facteur prépondérant dans la variabilité spatio-temporelle de la distribution des agrégations.

L'ensemble des contacts entre le bateau de recherche et les pêcheurs semble suffisamment efficace pour permettre un suivi correct des activités nocturnes de pêche. Les signaux émis (visuels et radio) sont suffisamment visibles pour être décryptés facilement par un ou deux observateurs. Il semble de plus exister une réelle volonté de coopération de la part des pêcheurs. Il est à noter que le repérage des activités de pêche auquel j'ai assisté a été grandement facilité par le fait que la flotte était réduite. Le problème risque d'être plus délicat si, comme c'est souvent le cas, la flotte sur la zone de pêche se compose de 40 à 80 bateaux.

D'un point de vue technique, il n'y a actuellement aucune sauvegarde numérique ou digitale des échogrammes obtenus avec l'EK500 ce qui limite quelque peu l'utilisation des données recueillies. Ce problème doit être résolu par l'achat cette année d'un système d'acquisition du type Ines-Movies capable d'analyser les signaux de l'EK500.

IV.2. Expérience de tracking d'un banc au sonar multidirectionnel.

Le sonar utilisé est un sonar Furuno CSH-20 avec une fréquence d'émission de 32 Khz. Son principe de fonctionnement et son utilisation sont globalement équivalents à ceux du sonar Simrad SR240. Sa portée maximale est de 2400 mètres mais nous avons utilisé en routine une portée de 800 mètres. Le 29 avril à 15h00, un banc proche de la surface (à 20 mètres de profondeur) a été détecté au sondeur. Le banc a rapidement réagi puisque en revenant dessus quelques minutes après, il a été détecté à 120 mètres de profondeur. Ce banc a été suivi au sonar pendant près de 3 heures jusqu'à sa désagrégation au crépuscule. Les images ont été enregistrées en noir et blanc sur un magnétoscope VHS standard. Toute les demi-heures le bateau est passé sur le banc pour estimer au sondeur sa hauteur et suivre les variations éventuelles de sa réponse acoustique.

Les résultats préliminaires sont les suivant :

- au début de l'expérience le banc initialement détecté semble avoir fusionné avec un des deux bancs proche qui l'accompagnait.
- au cours du tracking ce banc s'est maintenu à la même profondeur entre 100 et 150 mètres (**photo 1**) et en première analyse n'a pas beaucoup bougé.
- la désagrégation de ce banc et sa migration verticale vers la surface au début du crépuscule a été très rapide. En 10 minutes le banc était composé de plusieurs échos difficile à suivre et à repérer d'autant plus que ce phénomène de désagrégation est associé à la remonté du banc et de la couche d'ichthyoplancton vers la surface (**photo. 2**). Après 20 minutes, il était impossible de distinguer les échos dispersés du banc de ceux issus des parasites de surface des autres poissons ou de la couche dense de plancton.

Ces observations confirment les remarques précédentes à savoir :

- la stabilité des structures en banc de jour. Elles relativisent néanmoins cette stabilité puisque d'une part il semble que les bancs de jour ne soient pas systématiquement

assujettis aux couches profondes. Ils peuvent explorer les eaux superficielles. D'autre part la distribution des bancs en profondeur peut varier en fonction des interactions entre bancs conduisant par exemple à une fusion de deux bancs.

- la dispersion active et rapide des poissons au début du crépuscule. Cette expérience a permis de mesurer plus précisément cette dynamique puisque l'on a pu suivre pas à pas l'évolution d'un banc. La durée de cette phase semble plus courte que la phase d'extinction crépusculaire. Ce point est intéressant à comparer avec les résultats obtenus sur les petits pélagiques. Dans ce cas, la durée de cette phase semble au moins équivalente sinon plus longue que celle du crépuscule (Fréon *et al.*, 1996). De plus au cours de cette période de transition, les petits pélagiques semblent chercher à maintenir la cohésion sociale du banc le plus longtemps possible du fait de la fonction protectrice que cette structure leur apporte. Cela n'a pas l'air d'être le cas chez le chinchard. Ce serait même l'inverse et c'est dans ce sens que l'on peut parler dans le cas du chinchard de dispersion active. Ceci, et le fait que cette espèce à une taille relativement importante pour un petit pélagique lui conférerait un statut de prédateur (type thonidés) plutôt qu'un statut de proie.

- l'hypothèse selon laquelle le banc ne semble pas avoir une fonction favorisant l'alimentation ni la recherche de nourriture. Néanmoins, le fait que l'on puisse détecter des bancs en surface et que le banc soit capable de réagir rapidement à la perturbation issu d'un bateau laisse supposer que les poissons en banc ne sont pas uniquement en position d'attente mais sont également capable d'explorer la colonne d'eau. Cette observation donne un argument supplémentaire à l'hypothèse selon laquelle le banc favoriserait également une protection des individus qui le composent.

IV.3. Observations effectuées au cours des expériences de pêche.

a) Les coups de chalut effectués par l'Abate Molina

Au cours de la semaine de campagne, 4 coups de chalut ont été effectués (**photo. 3**). Le chalut est équipé d'un netsonde. Le savoir faire de l'équipage et du commandant a permis d'effectuer des coups de chalut efficaces. Ces pêches avaient pour but d'une part d'estimer la taille et le poids des poissons détectés au sondeur afin notamment de calibrer les TS mesurés et d'autre part de prélever des contenus stomacaux pour l'analyse détaillée du rythme alimentaire du chinchard. La taille des captures a été comprise entre 20 et 40 centimètres. Il est à noter, pour ceux qui ne connaissent pas le chinchard du pacifique, que celui-ci à une taille beaucoup plus grande que le *Trachurus* de nos côtes puisque sa taille adulte peut atteindre 70 cm. Dans la perspective d'expérience de marquage ou d'expérience en milieu confiné on peut noter que ce poisson est facile à manipuler car robuste. Il reste vivant plusieurs heures après avoir été pêché. Pour plus de détails techniques et biologiques sur ces pêches, le lecteur pourra se reporter aux résultats qui figureront dans le rapport de campagne de l'Ifop.

b) La dynamique des embarcations localisées sur les zones explorées.

Les pêcheurs se maintiennent toute la journée sur la concentration qu'ils ont préalablement détectée et pêchent normalement exclusivement la nuit à cette saison (Hancock *et al.*, 1995), à la senne, sur les couches de poissons dispersés en surface. Au cours de la semaine

d'observation, il n'y a eu à ma connaissance que deux périodes de pêche. Le nombre de bateaux sur zone était faible (une quinzaine au plus) ce qui est très peu par rapport au nombre habituel (entre 40 et 80 embarcations sur la même zone). La première nuit 5 bateaux sur 14 ont lancé leur senne. La prise globale a été d'environ 40 tonnes. La seconde nuit, les pêcheurs ont abandonné le secteur au début de la nuit car la couche n'était pas assez dense. Ils ont alors pêché le lendemain sur des bancs de jour ce qui, d'après le commandant, est exceptionnel à cette saison. La capture totale a été de 150 tonnes.

Au cours de la semaine de campagne nous avons passé beaucoup de temps à rechercher des agrégations de taille suffisante sur la zone comprise entre Valdivia (40° Sud) et Sud de Talcahuano (38° Sud). Cette exploration s'est faite conjointement à celle des bateaux de pêche avec qui nous avons des contacts radio réguliers. En première analyse, au vu du temps passé par l'ensemble des bateaux présent sur la zone, du nombre et de la taille réduits des concentrations et de la faible valeur des captures obtenues pendant la semaine sur le secteur, l'abondance en chinchard est très en dessous de celle observée en 1995. Elle semble assez proche de celle de l'année passée à la même époque. Par rapport aux captures effectués en 1995, on peut parler d'une disparition presque complète des poissons dans cette zone. Cette disparition est pour le moment un mystère. Plusieurs raisons sont avancées et nous tenterons de les analyser à partir des informations que j'ai pu recueillir au cours de ma mission. Néanmoins ces interprétations sont à prendre avec précautions tant que nous n'aurons pas l'ensemble des résultats des campagnes et notamment les résultats de la prospection acoustique de cette année et de 1996.

V. Discussion et synthèse

V.1. Etude du comportement spatial du poisson

Les agrégations de bancs de chinchard semblent être pendant la journée des structures stables se maintenant en profondeur. De ce point de vue, les effets liés aux mouvements non orientés et erratiques issus soit des comportements d'évitement (vertical et horizontal) des bancs face au navire soit de la dynamique d'agrégation des bancs, seraient négligeables sur les estimations de biomasse obtenues à partir des données de prospections acoustiques diurnes. Cette hypothèse est néanmoins à vérifier. En effet, la détection d'un banc en surface et la fusion de deux bancs observés au cours du tracking relativisent la notion de stabilité diurne des agrégations. Afin de confirmer cette hypothèse, les observations effectuées devront être impérativement répétées et complétées par des expériences de suivi sur des agrégations de plus grande taille (en densité et en taille de bancs).

Le maintien des bancs en profondeur (entre 100 et 150 mètres) semble lié soit à un comportement de confort soit à un comportement anti-prédateur. Un argument en faveur de la fonction de confort est que les chinchards ont une vessie natatoire très petite ce qui laisse supposer que ces poissons puissent avoir une flottabilité négative (cf. les travaux de He et Wardle sur le maquereau). Dans l'hypothèse où le banc est une structure qui favoriserait l'hydrodynamisme des individus, il pourrait favoriser une stabilité de la nage et limiterait ainsi les dépenses énergétiques. Un des arguments en faveur d'une fonction protectrice est que les chinchards sont des proies privilégiés des loups de mer et surtout de l'espadon que l'on

rencontre à ces profondeurs. Des informations complémentaires devront être recueillies pour préciser l'importance de chaque facteur.

Afin de mieux décrire et quantifier la dynamique spatio-temporelle des agrégations, il a été également envisagé d'effectuer des marquages pour estimer en particulier les échanges éventuels d'individus entre bancs. Je n'ai malheureusement pas d'informations supplémentaires mise à part le fait que ces poissons sont robustes et peuvent être facilement manipulés. Il existe néanmoins à l'heure actuelle différents types de marques qui pourraient être utilisés en radio-tracking avec un système de bouées réceptrices placées sur la zone de pêche (voir catalogue VEMCO, annexe 4). En fonction des modèles, ces marques acoustiques miniatures sont de 3 à 10 cm de long, de 8 à 22 mm de diamètre et d'un poids dans l'eau compris entre 2.7 et 35 grammes. Des expériences préliminaires devront être programmées afin d'une part de choisir le type de marque le plus approprié en fonction des différents paramètres biologiques (taille du poisson, durée du suivi, amplitude de déplacement des poissons) et d'autre part d'étudier la possibilité de détecter simultanément au sonar multidirectionnel les bancs situés dans la zone (choix de la portée du sonar, choix de la fréquence d'émission des marques provoquant le moins d'interférences, etc...).

La durée de dispersion des poissons au crépuscule semble être très rapide car liée à une désagrégation active des bancs. Ce comportement est caractéristique de cette espèce et différent de celui classique observé chez les petits pélagiques (sardine, sardinelle, anchois). Ce comportement est lié au comportement d'alimentation. De plus, la dispersion favoriserait une exploration de la zone trophique. Si cette hypothèse est vérifiée, le facteur trophique serait un des facteurs majeurs responsable de la redistribution spatiale journalière des poissons. En d'autres termes, la variabilité journalière dans la distribution spatiale du chinchard liée aux déplacements des agrégations serait provoquée par les comportements qui permettent de maintenir le contact avec leurs proies. Ces comportements sont d'une part les comportements de migration vertical nyctéméral qui permettent aux chinchards de suivre leurs proies et d'autre part le comportement exploratoire individuel favorisant la nuit une dispersion des individus dans la zone trophique proche.

Cette variation spatiale de la distribution des chinchards pourrait être fonction des variations des conditions océanographiques fixant la localisation et l'amplitude des fronts thermiques car ces variations contrôleraient les variations spatiales d'abondance en proies (euphausiacées). Cette hypothèse est tirée de l'analyse des cartes satellites effectuée dans la partie nord de la frange côtière du Chili par l'Université Catholique de Valparaiso (E. Yañez ; comm. pers.). Cette analyse a consisté à mettre en relation les données de pêche mensuelles et annuelles avec les cartes satellite de températures superficielles. Les premiers résultats obtenus pour l'année 1995 montrent que les lieux de pêche sont situés préférentiellement soit au niveau des couches d'eaux chaudes superficielles océaniques, soit au niveau des fronts thermiques de surface (entre ces eaux et les eaux côtières superficielles froides). Le chinchard étant un poisson trans-océanique qui se déplace dans des masses d'eau différentes et étant de plus capable de migration verticale journalière à travers la thermocline, il est probable que cette espèce puisse supporter des variations importantes de température ou de salinité (espèce eurytherme et/ou euryhaline). Il est donc peu vraisemblable que ce facteur physiologique assujettissent les poissons aux eaux chaudes superficielles océaniques. Par contre les proies dont ils se nourrissent pourrait être concentré dans ces zones qui sont souvent liées à des

phénomènes hydrologiques particuliers (zone de convergence, courant, etc..). La forte concentration en proies dans les zones de front expliquerait alors les fortes prises effectuées.

Cette interprétation demande néanmoins à être vérifiée pour plusieurs raisons :

Premièrement, si les mouvements trophiques peuvent permettre d'expliquer des variations à petite échelle, il ne permettent pas en revanche d'expliquer la répartition spatiale de l'ensemble du stock sur une zone côtière aussi grande que celle du Chili. Par contre, les variations dans l'amplitude des phénomènes saisonniers et cycliques telles que les migrations trophiques du large vers la côte et les migrations reproductrice dans le sens inverse peuvent être responsables des variations à grande échelle de la répartition spatiale du stock.

Deuxièmement, les corrélations entre les cartes satellites et les captures ne préjugent pas de la répartition spatiale globale du stock. Elles indiquent simplement que les prises sont effectuées de façon privilégiés dans les eaux océaniques et sur les fronts thermiques. Les pêcheurs, parmi les zones explorées, choisissant celles où les tailles des agrégations sont les plus grandes, ces zones sont sans doute également celle de plus forte abondance. Sur ce point, il serait notamment intéressant de superposer aux cartes satellite les densités acoustiques par ESDU obtenues à partir des prospections effectuées sur la zone. De plus, il reste la possibilité d'un biais dans ces corrélations puisque certains pêcheurs utilisent les cartes satellites fournies par l'Université pour repérer les fronts et s'y dirigent préférentiellement.

Enfin, il paraît difficile de lier les variations inter-annuelles de ces conditions océanographiques avec les variations globales du stock et notamment avec sa disparition presque complète dans la zone côtière même si effectivement depuis ces deux dernières années les eaux chaudes superficielles océaniques sont beaucoup plus au large pendant la saison hivernale de pêche que les années précédentes. De plus, les régions d'eaux froides correspondent aux zones trophiques. Dans le cadre de l'hypothèse selon laquelle cette population migre, à cette saison, du large vers la côte pour se nourrir (Serra, 1991), on ne voit pas pourquoi le chinchard se maintiendrait dans des eaux superficielles chaudes moins riches. De ce fait, l'hypothèse selon laquelle la disparition du chinchard est liée à une sur-exploitation au cours des dernières années de toute ou partie de la population reste plausible. La campagne acoustique qui a suivi ces observations a été faite de manière à prospecter la zone du large (au delà des 100 MN). Les résultats de cette campagne permettront de savoir si le stock est présent dans les eaux du large et dans l'affirmative d'estimer sa biomasse. Dans le cas où le stock n'est pas présent, il faudra s'interroger sur l'éventualité d'une disparition totale de la population et en rechercher les causes (sur-exploitation, bouleversement climatique, etc...). Si le stock est présent au delà des 100 MN avec une forte biomasse, on peut supposer:

- soit qu'il existe une influence des facteurs océanographiques et trophiques sur la répartition spatiale du chinchard et dans ce cas chercher pourquoi et comment ces facteurs régulent la distribution spatiale de la population.
- soit que les trajets migratoires de la population ont été modifiés et rechercher les facteurs responsables de ce bouleversement.
- soit qu'il existe plusieurs sous-populations et que celle(s) qui migre(nt) vers le sud a(ont) disparu du fait d'une sur-exploitation.

V.2. Etude du comportement des pêcheurs

Pendant la journée la plupart des bateaux sont en attente. L'influence du nombre ou de la densité des bateaux en terme de perturbation sur la stabilité des agrégations de jour à 150m de fond est donc sans doute faible. Il sera intéressant de le vérifier en effectuant (comme cela était prévu au départ) des expériences similaires sur des zones où les flottilles sont plus importantes. Le risque est de ne pas pouvoir dissocier l'effet de la taille (ou de la densité en bancs) des agrégations, du nombre de pêcheur sur zone. Au vu des moyens puissants de détection dont les bateaux de pêche sont équipés (sonar, sondeur) et des comportements coopératifs qu'ils développent dans leur phase de recherche (contacts radio ou visuel), le plus grand nombre de pêcheurs se trouve sur les plus grandes concentrations et ces deux facteurs (taille des concentrations et nombre de pêcheurs sur zone) seraient donc le plus souvent corrélés.

Du fait du faible nombre d'embarcations observées, nous n'avons pas pu obtenir davantage d'information sur la stratégie mise en place par les pêcheurs pour s'adapter aux variations de l'organisation spatiale des poissons. Par contre, au vu des moyens techniques et des compétences réunis sur le bateau de recherche de l'Ifop, cette étude est parfaitement envisageable.

VI. Conclusion

Les nombreuses questions que j'ai soulevées tout au long de ce rapport, relatives aux stratégies d'adaptation des poissons et des pêcheurs, sont des questions d'intérêt général pour l'ensemble des pêcheries. Au niveau du Chili, les réponses à ces questions sont cruciales pour essayer de comprendre comment un stock de poissons dont on pêchait 4 millions de tonnes en 1995 a pu disparaître aussi brutalement. La recherche des mécanismes éco-éthologiques qui régulent les variations de cette population est d'autant plus importante à démarrer que la dynamique des population n'a pas été en mesure de prévoir cette disparition. Mais elles sont également importantes en général pour mieux comprendre la dynamique des stocks pélagiques et des pêcheries qui les exploitent et pour ainsi mieux gérer ces stocks. De ce point de vue la dynamique de la pêcherie et du stock chilien est un excellent laboratoire d'étude à ciel ouvert. Le projet ECOS est pour ces raisons tout à fait indispensable. Néanmoins, il est clair qu'aux vues de l'énorme quantité de travail à fournir tant au niveau du recueil d'informations que du traitement de ces informations, ce projet (qui ne finance que des missions) est insuffisant pour mener à bien cette recherche.

J'ai pu constater au cours de mon séjour la très bonne tenue des discussions scientifiques que j'ai eues avec mes collègues chiliens ainsi que leur très bonne connaissance du milieu et, à travers la lecture du rapport sur l'évaluation acoustique du stock de chinchard, leur excellente capacité d'analyse. De plus, M..A. Barbieri, responsable du laboratoire d'acoustique de l'Ifop, a une réelle volonté de coopération en particulier avec l'Orstom. Les travaux de l'Université Catholique de Valparaiso sont des travaux complémentaires à ceux de l'Ifop car ils concernent une zone de pêche différente et utilisent des méthodes d'investigation différentes. Il serait à mon avis très enrichissant que ces équipes travaillent en commun afin de comparer leurs données. Malheureusement il semble que le fonctionnement de la recherche au Chili ne permette pas à l'heure actuelle ce rapprochement. J'attire également l'attention sur le fait que

les moyens techniques mis à la disposition des chercheurs tant du point de vue des moyens naviguant que des équipements scientifiques sont parfaitement suffisant pour mener à bien un programme scientifique.

De ce fait, il apparaît souhaitable que la collaboration franco-chilienne puisse se poursuivre par l'élaboration d'un programme de coopération scientifique (de type Inco pour la CEE ou autres...) de plus grande envergure que le projet ECOS en cours.

VII. Note concernant ma participation au groupe de travail sur le recrutement de l'anchois

Le but premier de ma mission n'était pas de participer à ce groupe de travail. J'ai néanmoins suivi avec intérêt les exposés et les débats qui ont eu lieu pendant ces trois jours. Pour ceux qui seraient intéressés je donne en annexe (annexe 5) le programme de ce groupe de travail avec la liste des participants afin qu'ils puissent prendre contact avec les différents chercheurs. Je tiens également à leur disposition les notes et remarques que j'ai pu faire pendant ce colloque.

VIII. Références bibliographiques

Barbieri M.A., J. Cordova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J.L. Blanco, E. Yañez, V. Catasti, H. Robotham, H. Arancibia, 1996. Evaluacion hidroacustica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodologico). Informe de avance FIP 95-07. 63 p + annexes.

Fréon P, F. Gerlotto and M. Soria, 1996. Diel variability of school structure with special reference to transition periods. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 459-464.

Hancock J., Hart P.J.B. and T. Antezana, 1995. Searching behaviour and catch of horse mackerel (*Trachurus murphyi*) by industrial purse-seiners of south-central Chile. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 991-1004.

He P. and C.S. Wardle, 1986. Tilting behaviour of the Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*, at low swimming speeds. *J. Fish. Biol.*, 29: 223-232.

Serra R., 1991. Important life history of the chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. *Invest. Pesq. (Chile)*, 36: 67-83.

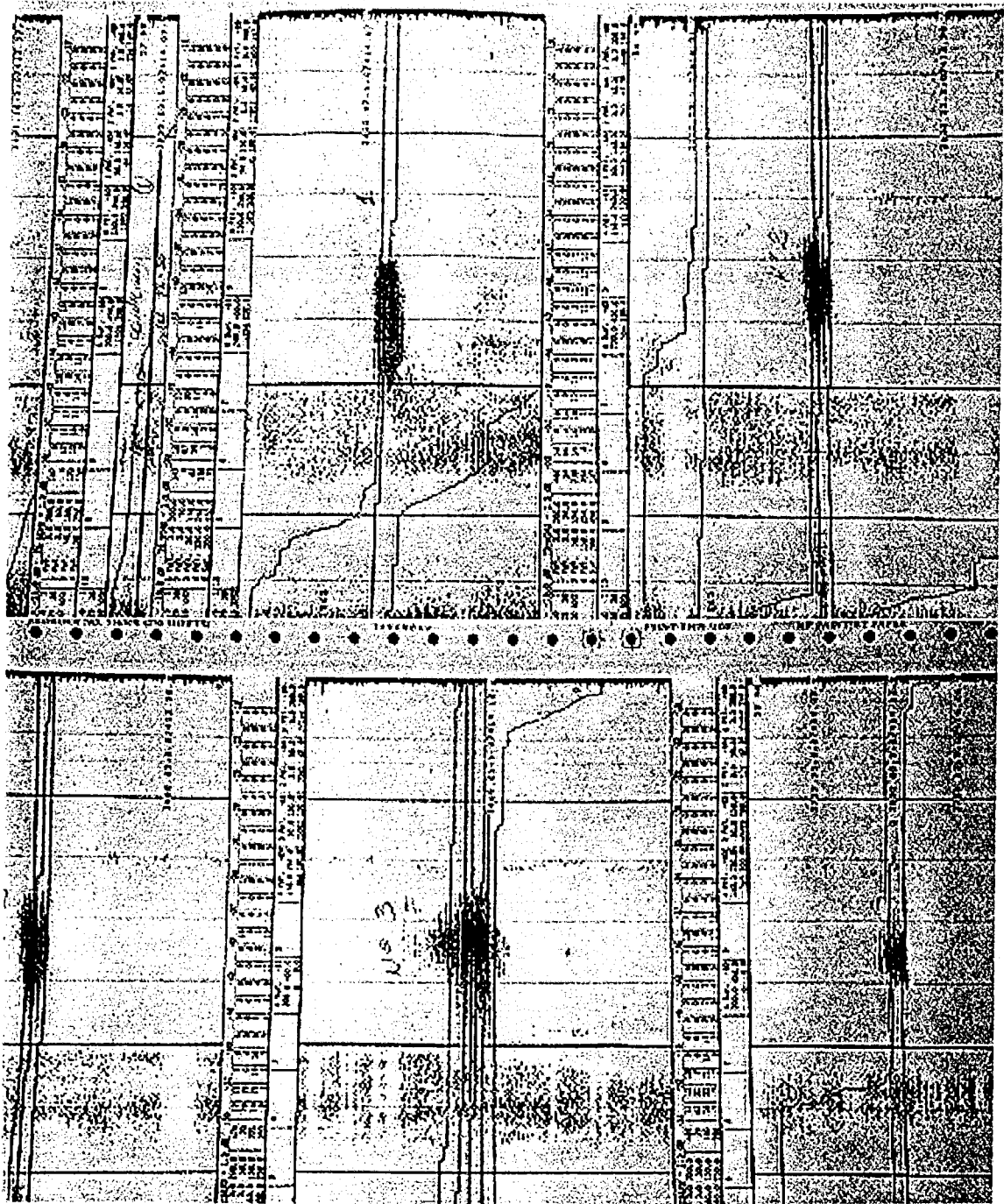


Photo 1. Echogramme du banc détecté au sondeur lors des passages successifs du bateau pendant l'expérience de suivi au sonar.

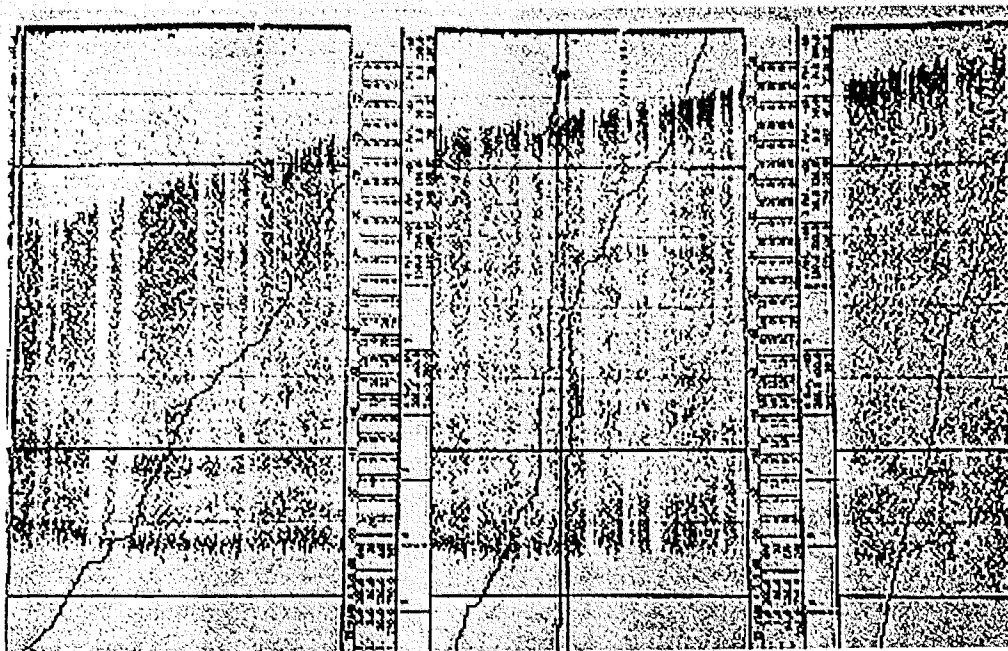


Photo. 2. Echogramme de la couche d'ichthyoplancton remontant à la surface au cours du crépuscule.



Photo. 3. Photographie d'une capture de chinchard lors d'un coup de chalut pélagique à bord du NO Abate Molina.

A N E X O VIII

INFORME TALLER INTERNO. PROYECTO FIP 95-07

INFORME DE TALLER INTERNO

PROYECTO FIP N° 95-07

EVALUACION HIDROACUSTICA DEL RECURSO JUREL
EN LA ZONA CENTRO-SUR
(FASE CRUCERO METODOLOGICO)

Autores:

Instituto de Fomento Pesquero

M. Angela Barbieri B.
José Córdova M.
Sergio Lillo V.
Jorge Castillo P.

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE GENERAL	1
INDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE TABLAS	4
1. INTRODUCCION	5
2. OBJETIVO DEL TALLER	5
3. PROGRAMA DE TRABAJO Y PARTICIPANTES	5
3.1 Programa de trabajo	5
3.2 Participantes	8
4. RESULTADOS DE LA REVISION CRITICA DE LAS EVALUACIONES ACUSTICAS	11
4.1 Calibración	11
4.1.1 Equipo de evaluación	11
4.1.2 Constante de ecointegración	13
4.2 Identificación de ecotrazos	14
4.2.1 Reconocimiento ecotrazos	15
4.2.2 Método acústico por coeficiente volumétrico de dispersión	15
4.2.3 Pesca de identificación	16
4.2.4 Composición captura flota industrial	20
4.3 Comportamiento gregario del jurel	20
4.3.1 Comportamiento estacional	20
4.3.2 Comportamiento diurno y nocturno	23
4.4 Características de las distribuciones	27
4.4.1 Indices de cobertura (IC)	27
4.4.2 Indice de cobertura (SP)	27
4.4.3 Densidad relativa (ID)	27
4.4.4 Densidad promedio de los cardúmenes en un ciclo diario	28

4.4.5	Tipo de distribución	28
4.4.6	Autocorrelación	29
4.4.7	Variogramas	29
4.5	Distribución espacio-temporal de la flota industrial	30
4.5.1	Evolución de la distribución espacial de la flota cerquera industrial	30
4.5.2	Centros de gravedad de la distribución geográfica de la flota	31
4.5.3	Areas de cobertura de los cruceros	31
4.6	Estacionalidad de la abundancia	32
4.7	Estimados de biomasa y su varianza	33
4.7.1	Métodos de conglomerados	33
4.7.2	Técnicas geoestadísticas	35
5.	RESULTADOS DE LA REVISION CRITICA DE LA COMPONENTE MEDIO AMBIENTE	36
5.1	Indices ambientales	37
5.2	Patrón nictimeral en la distribución del recurso y las variables ambientales	37
5.3	Relaciones ambiente - recurso	38
5.4	Dinámica trófica de jurel	39
6.	CONCLUSIONES	41
6.1	Calibración e identificación	42
6.2	Cobertura espacio-temporal	42
6.3	Cobertura temporal diaria	43
6.4	Estrategia de muestreo	43
6.5	Estimados de biomasa y su varianza	44
6.6	Alcance de los estudios medio ambientales	44
7.	PROPUESTA PARA CRUCERO METODOLOGICO	44
7.1	Prospección acústica	44
7.2	Medio ambiente	47
8.	BIBLIOGRAFIA	51

INDICE DE FIGURAS

1. Histogram de Sv para sardina y jurel.
2. Estructura de tallas para el período de crucero. A:; crucero de evaluación y B: flota industrial.
3. Distribución en profundidad del jurel y capa de dispersión profunda.
4. Distribución de biomasa crucero acústico de invierno 1991 - 1994.
5. Distribución de biomasa crucero acústico de primavera 1991 - 1992.
6. Densidad promedio de cardúmenes por hora del día.
7. Distribución de las densidades acústicas Sa por crucero 1991 - 1994.
8. Variograma crucero realizado en 1991. A: Invierno y B: Primavera
9. Variograma crucero realizado en 1992. A: Invierno y B: Primavera
10. Variograma crucero realizado en invierno 1993 y 1994.
11. Distribución vertical de: temperatura; salinidad; sigma t y oxígeno.
12. Capa de dispersión profunda (CDP).
13. Distribución de biomasa e inversiones térmicas. 1993.
14. Anomalía geopotencial de superficie, referido a 500 dbar. Crucero jurel; junio-julio 1993.
15. Dispersión del jurel y capa de dispersión profunda (CDP).
16. Probabilidad de encuentros de jurel.
17. Modelo conceptual de dinámica.

INDICE DE TABLAS

1. Exposiciones realizadas el primer día de taller.
2. Valores "t" student observados y críticos para frecuencia de 38 y 120 Khz.
3. Coeficientes volumétricos de dispersión (Sv) calculado y capturas de lances de pesca realizados en el área de evaluación de jurel en julio-agosto de 1993.
4. Número de agregaciones, por tipo y período del día.
5. Resultados de la discriminante lineal de Fisher.
6. Capturas mensuales de la flota industrial en la zona centro-sur, por año (1991-1995).
7. Estimados de biomasa de jurel por método acústico en la zona centro-sur (1991-1994).
8. Resultados de método geostatístico en una dimensión para los datos acústicos (1991-1994).

1. INTRODUCCION

Este taller corresponde a la etapa en la cual las distintas actividades desarrolladas del proyecto son integradas, en él se analiza información obtenida en distintos cruceros de evaluación hidroacústica realizados entre los años 1991 a 1994, así como antecedentes generales del recurso y de la actividad de la flota cerquera industrial que opera en la zona centro sur del país.

De acuerdo, a lo establecido en la propuesta técnica se incluyó la participación de los expertos nacional e internacional Sr. Oscar Guzmán y François Gerlotto, respectivamente.

2. OBJETIVO DEL TALLER

Establecer una propuesta metodológica para la evaluación de jurel por medio hidroacústico en la zona centro-sur, que permita cubrir la mayor fracción de stock y una mayor precisión del estimado.

3. PROGRAMA DE TRABAJO Y PARTICIPANTES

3.1 PROGRAMA DE TRABAJO

El taller se realizó en dos fases, la primera, fase A, se efectuó del 15 al 17 de julio de 1996 en dependencias de la Subsecretaría de Pesca, la segunda, fase B, se realizó el 11 de octubre en el Instituto de Fomento Pesquero.

TALLER FASE A

El programa de trabajo del taller contempló en su primer día una serie de exposiciones realizadas por investigadores que

participaron en los distintos cruceros de evaluación acústicas efectuado desde 1991 a 1994 (Tabla 1).

En el segundo día, el desarrollo del taller consideró la división del grupo en dos subgrupo de trabajo, bajo un concepto de Grupo acústico y Medio ambiente.

TABLA 1

Exposiciones realizadas el primer día de Taller.

EXPOSITOR	INSTITUCION	TEMA
Sra. Gabriela Böhm	IFOP	"Evaluación de la flota, los desembarques y distribución anual de la CPUE del jurel en la zona centro-sur."
Sr. Rodolfo Serra	IFOP	"Abundancia, distribución y estructura poblacional del recurso jurel."
Sr. José L. Blanco	IFOP	"Descripción general de las condiciones oceanográficas de la V a la VIII región."
Sr. Sergio Nuñez	INPESCA	"Distribución del zooplancton obtenida en el marco de los proyectos de evaluación hidroacústica."
Sr. Hugo Arancibia	ASESOR	"Resultados de la alimentación del jurel obtenida en el marco de los proyectos de evaluación hidroacústica."
Sr. Eleuterio Yañez,	U.C.V	"Distribución de la captura por unidad de esfuerzo mensual y diaria durante el período 1991 a 1995."
Sr. José Córdova,	IFOP	"Evaluación hidroacústica: resultados de los cruceros 1991 - 1994."
Sr. François Gerlotto, EXPERTO		"Una visión global de la variabilidad en la metodología aplicada en la evaluación hidroacústica del jurel en la zona centro-sur."

Las distintas temáticas a analizar se agruparon en tres grandes puntos:

A. Ambiente

- Relaciones entre cartografía y características ambientales - hidrológicas - plancton y otros.
- Patrón de comportamiento trófico
- Indices ambientales y tipos de estructuras presentes.

B. Diseño de prospección

- Biomasa en relación a áreas de pesca
- Comparación información diurna y nocturna.
- Patrón migratorio
- Variabilidad de las estructuras y la precisión.

C. Identificación

- Mapas de estructura espaciales

biomasa total

número de cardúmenes

densidad cardúmenes

- Evaluar características de los cardúmenes

altura

histograma de tamaños

FASE B**A. Calibración y constante de transformación****B. Identificación y asignación de ecotrazos****C. Comportamiento gregario del jurel**

estacional
diurno-nocturno

D. Características de las distribuciones

índices de cobertura y densidad
autocorrelogramas y variogramas

E. Distribución espacio - temporal flota

cartografía y CG
correspondencia entre áreas

F. Biomasa**3.2 PARTICIPANTES**

Instituto de Fomento Pesquero

Acústica

M. A. Barbieri*

José Córdova*

Jorge Castillo

Sergio Lillo*

Oceanografía y Plancton

José L. Blanco
Mauricio Braun

Pelágico

Rodolfo Serra*
Gabriela Bohm*

Instituto de Investigaciones Pesquera

Sergio Nuñez

Asesores

Hugo Arancibia - Componente trófodinámica
Hugo Robotham - Análisis Componentes Principales

Consultor Nacional

Oscar Guzmán - INGEP

Consultor internacional

Francois Gerlotto - OSTROM Francia.

Universidad Católica de Valparaíso

Víctor Catasti*
Eleuterio Yáñez*

Subsecretaría de Pesca

Rubén Pinochet
Antonio González
Claudio Bernal**

Fondo Investigación Pesquera

Gonzalo Taboada

* participante en las fases A y B del Taller

** participante en la fase B del Taller

4. RESULTADOS DE LA REVISION CRITICA DE LAS EVALUACIONES

ACUSTICAS

4.1 Calibración

4.1.1 Equipo de evaluación

En las distintas prospecciones hidroacústica se utilizó el sistema de ecosondas científicos SIMRAD EK - 500, desarrollado con tecnología digital (Knudsen, 1990), que a diferencia de los antiguos en la etapa de recepción no contiene ninguna función de ganancia cronovariada (TVG). El sistema de recepción está diseñado como un medidor de potencia con rango dinámico desde -160 dB hasta 0 dB (relativo a 1 W) que luego se digitaliza como una palabra de 16 bits. Este amplio rango de entrada hace imposible que la señal se sature de información.

La calibración electroacústica del sistema SIMRAD EK - 500, se realizó utilizando un blanco estándar diseñada para la frecuencia de 38 y 120 Khz., según recomendaciones del Grupo de trabajo de acústica del ICES y por el fabricante (ICES; report 144; Foote, et al., 1981; Foote, K., 1983; CPMAD/SE A; 1982 y PNUD-CPPS/FAO RLA/011, 1992). El diametro de la esfera es de 60 y 23 mm para la frecuencia de 38 y 120 Khz. El procedimiento de calibración no requiere de equipos o instrumentos adicionales. No existe ningún ajuste o punto de prueba en el ecosonda accesible al operador ya que todos los ajustes se realizan a través de las opciones que ofrece el programa.

En cada crucero de evaluación se efectuó una calibración al inicio o durante la prospección. Los resultados de las distintas calibraciones se encuentra resumidas en el informe final "Evaluación

hidroacústica de jurel zona centro-sur, V y X Regiones" (Córdova et al., 1995).

El análisis de estos resultados indican que en la frecuencia de 38 Khz, se registra una mayor estabilidad los valores de ganancia del transductor tanto para TS como Sv (1,4 a 2,1). En tanto, para la frecuencia (120 Khz) de apoyo en las prospecciones acústicas, se observa una mayor variabilidad en los valores de ganancia del transductor para TS y Sv (2,5 a 3,3). Esta diferencia se explica por la mayor inestabilidad que presenta la esfera de 120 Khz, dado su menor diámetro (23 mm) y peso, siendo más sensible a los movimientos del barco producidos por condiciones de viento y mar, así como también a la presencia de corriente.

Un análisis de las ganancias de los transductores medido en las distintas calibraciones, aplicando el test de "t" student para datos pareados a fin de probar mediante la hipótesis nula ($\mu_i - \mu_0 \leq 0$), si los valores registrados en cada calibración difieren de un valor constante (tabla 2). Los resultados muestran que las ganancias del transductor para cada longitud de pulso en cada una de las frecuencia, no son significativamente diferentes a un nivel de confianza del 95%, al determinar valores de "t" de student inferiores a los valores críticos de aceptación Tabla 2. Sólo se rechaza para la frecuencia de 120 Khz en la longitud de pulso 0,3 en la región crítica de rechazo.

TABLA 2

Valores "t" de student observados y críticos para frecuencia de 38 y 120 Khz

	Ganancia transd TS			Ganancia Transd Sv		
	Longitud de pulso					
	0,3	0,1	3,0	0,3	0,1	3,0
Frecuencia 38 Khz						
t (observados)	1,64	1,78	1,77	1,45	1,26	1,32
t (crítico; 95%)	2,44	2,31	2,44	2,44	2,31	2,44
Frecuencia 120 Khz						
t (observados)	1,45	1,26	1,32	1,05	2,77	2,25
t (crítico; 95%)	2,44	2,31	2,44	2,44	2,44*	2,44

4.1.2 Constante de transformación

La constante de transformación (Sa/ton) se determinó a partir de información de TS_{kilo} para el jurel (-32,5 dB), determinada en forma experimental por Guzmán *et al.*, 1984. Esta constante ha sido utilizada en cada una de las evaluaciones acústicas, lo cual permite en el caso de existir error, este sea de carácter sistemático y por tanto los resultados obtenidos no pueden ser invalidados, ya que pueden ser corregidos históricamente.

El sistema utilizado dispone de transductores split beam, siendo la señal acústica corregida mediante tan sólo un factor denominado ganancia del transductor para TS y Sv. Este tipo de ecosonda numérico, reúne las mejores condiciones actualmente existente en el mercado para la detección de peces, sin embargo, aun existen ciertos sesgo en la detección de blancos individuales que en oportunidades incluye varios peces.

Lo anterior no afectaría los resultados de la evaluaciones, ya que este error estaría asociado a la estructura de tallas de los TS y no forma parte del proceso de ecointegración de los peces.

Sin embargo, durante los seis cruceros acústicos analizados en el proyecto, se recolectó en forma sistemática información de TS y se efectuaron en forma simultánea lances de pesca para determinar TS del jurel "in situ" empleando el sistema EK -500.

En forma experimental se obtuvo la relación $TS = -68,91 + 20 * \log(L)$, donde L es la longitud horquilla del jurel. Estos resultados fueron publicados en el ICES International Symposium on Fisheries and Plankton Acoustic (Lillo **et al.**, 1996). Estos resultados se compararon con Foote 1987, quien encuentra para peces fisoclistos un intercepto 0,9 dB mayor, por otro lado Barange y Hampton (1994) y Barange **et al.** (1995) para jurel del cabo (**Trachurus capensis**) obtienen una relación mayor de aproximadamente 2 dB, atribuible a un comportamiento del recurso diferente al de **Trachurus murphyi**. Si bien es cierto, los resultados alcanzados son satisfactorios, es prudente mantener la toma de información de TS a fin de robustecer esta relación, a fin de obtener a futuro la constante de transformación a partir de esta relación.

4.2 Identificación de ecotrazos

La identificación de especie en las prospecciones acústicas se realizó aplicando procedimientos complementarios, siendo la caracterización de los ecotrazos una de ellas. Los métodos para identificar aplicados en las evaluaciones son los siguientes:

4.2.1 Reconocimiento de ecotrazos

En términos generales los ecotrazos característicos de jurel se han agrupado en tres categorías:

- **Cardúmenes:** de forma angosta y alargada verticalmente con contornos claramente definidos, representan una agregación tipo discreta de los peces. En registradores a color, estos pueden variar desde los tonos azules (baja densidad) hasta rojo-café intenso (alta densidad) (Fig. 1 - Informe de avance).
- **Estratos:** este tipo de ecotrazo corresponde a agregaciones homogéneas de peces y se representa como una marca continua en el papel, se presenta generalmente en zona de alta concentración. Dependiendo de la densidad y en velocidades de la embarcación muy bajas se puede observar como una serie de cardúmenes. Generalmente se ubican en rangos de profundidad definidos (Fig. 2 - Informe de avance).
- **Dispersos:** este tipo de ecotrazo es una variante del tipo "estrato" y corresponde a agregaciones de peces aislados. Son frecuentes durante la noche (Fig. 3 - Informe de avance).

4.2.2 Método acústico por coeficiente volumétrico de dispersión

Este método se basa en las diferencias en la intensidad de los voltajes cuadrado, entregado por el ecointegrador, proveniente de cardúmenes de peces pelágicos de diferentes especies

La densidad absoluta de cada cardumen se analiza mediante el coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), en relación a la salida del ecointegrador, ambos en decibeles según:

$$S_v = C_s * V^2 / L_a * D_a$$

donde:

S_v =coeficiente volumétrico de dispersión promedio de la agregación.

C_s =constante de calibración electrónica del ecointegrador que en el caso del EK - 500 se incluye en la salida del equipo (V^2), mediante la calibración con blanco estándar de cobre.

V^2 =voltaje de salida del ecointegrador.

L_a =longitud de la agregación (m)

D_a =altura media de la señal remitida por al agregación (m)

En caso de muestras digitales, al altura media de la señal corresponde al promedio de las alturas observadas en cada ping, respecto al número total consideradas en la muestra.

Guzmán **et al.** (1983), estableció que los S_v de los cardúmenes de sardina española se encuentran entre -25 a -36 dB y los de jurel entre -37 a -47 dB. La anchoveta se encuentra entre -32 a -42 dB, considerando adicionalmente para su identificación las características de la forma geométrica de los cardúmenes, su distribución batimétrica y localización longitudinal (Fig. 1).

4.2.3 Pescas de identificación

La identificación realizada mediante la interpretación de ecotrazos típicos de jurel en los ecogramas así como a través del

coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), fue complementada con información de captura. Para este efecto, se realizaron lances de pesca con red de arrastre a media agua, al término de cada transecta (lances ciegos), en zonas donde se detectó abundancia del recurso (muestra biológica) y áreas con agregaciones dudosas (identificación).

A partir de la información de captura los lances de pesca realizado durante la prospección acústica en 1993, se calculó el coeficiente de dispersión volumétrica (Sv) para los distintos tipos de agregación detectado (Tabla 3), observándose que este índice permite identificar correctamente las agregaciones de jurel, al determinar valores de Sv en el rango de -46 a -39 dB.

TABLA 3

Coefficientes volumétrico de dispersión (Sv) calculados y capturas de lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1993

Lance	Fecha	Posición	Profundidad	Tipo	Sv	Captura (kg.)			
						Arrastre(M)	Ecotrazo	(dB)	Jurel
05	27.06.93	34°24' S - 72°08' W	25 - 120	III	-44		180	230	410
06	28.06.93	34°41' S - 73°50' W	17 - 20	II-III	-44		60		60
07	29.06.93	35°01' S - 72°29' W	25 - 50	III	-40		312	5	317
08	02.07.93	35°57' S - 73°04' W	24 - 40	I-II	-39		400		400
09	04.07.93	36°01' S - 74°30' W	50 - 150	II	-46		630		630
10	04.07.93	36°03' S - 74°22' W	50 - 140	I-II	-42		2200		2200
11	04.07.93	36°01' S - 74°22' W	140 - 190	III	-46		750		750
12	04.07.93	36°01' S - 73°32' W	35 - 50	III	-47		82		82
13	05.07.93	36°42' S - 73°25' W	50	II	-46		21	10	31
14	07.07.93	36°38' S - 75°00' W	35 - 50	II	-40		58	360	418
15	09.07.93	36°57' S - 74°47' W	20 - 40	II	-44		3000	60	3060
16	11.07.93	37°40' S - 73°53' W	40 - 50	III	-45		70		70
17	11.07.93	37°40' S - 75°35' W	50 - 70	II-III	-44		140	1	141
18	13.07.93	38°17' S - 75°53' W	50 - 100	III	-46		80	2	82
19	15.07.93	°01' S - 75°43' W	50 - 90	III	-46		160	8	168

I : cardumen individual alargado

II : estrato

III : disperso

La eficiencia del arte de pesca, se analizó a través de la similitud entre la distribución de talla obtenida en las pesca efectuadas con la red de arrastre a media agua y la presentada por las capturas de la flota cerquera industrial (Fig. 2). En general no se observó diferencias entre ambas distribuciones de tallas, lo cual sugiere que no existiría un factor selectivo en los lances de pesca realizados. Luego se podría inferir que las estructuras de tallas por cardúmenes no presentarían diferencia importantes, ya que la composición de tallas registrada en el arrastre (varios cardúmenes) no difiere de las obtenidas desde cardúmenes específicos obtenido en pesca de cerco.

Así mismo, cabe hacer notar que respecto en ejemplares pequeños se observa diferencia entre ambas distribuciones, producto de la intencionalidad de la flota a evitar la captura de ejemplares pequeños de jurel, siendo por lo tanto más representativa la captura obtenidas a través de uso de red de arrastre a media agua.

El análisis y discusión de los resultados obtenidos, permitió concluir que el empleo del método del coeficiente volumétrico de dispersión, para la identificación de especie es apropiado, sin embargo para efectos de validación de los resultados, siempre deben efectuarse de lances de pesca en la zona de estudio, esta información se utilizará además para otros estudios como: relación TS v/s longitud, estructuras de tallas por zonas, alimentación, etc.

Por otra parte, no deben realizarse lances de pesca en zonas sin presencia del recurso, no justificándose el uso de tiempo en lances de pesca en zonas donde acústicamente no se registren agregaciones (lances ciegos), este tipo de lances se efectuaron en los cruceros de invierno de los 1992 y 1993.

4.2.4 Composición capturas flota industrial

En forma adicional a los métodos señalados anteriormente, se consideró la información de captura de la flota contemporánea al crucero a fin de corroborar los resultados de identificación. La revisión crítica del procedimiento de identificación permite ratificar el procedimiento aplicado, y concluir que el sesgo asociado a este nivel no es relevante en virtud a la característica monoespecíficas de las capturas obtenidas en las zona de operación de la flota cerquera industrial.

4.3 Comportamiento gregario del jurel

4.3.1 Comportamiento estacional

A partir de la información de seis cruceros acústicos realizados en la zona centro-sur durante 1991 a 1994, es posible señalar que durante los períodos de otoño-invierno existe un predominio de las agregaciones de tipo cardumen (42,86%) y disperso (38,93%). En tanto, para primavera la presencia de cardúmenes disminuye ostensiblemente al 3,4 % incrementándose en forma importante los tipos dispersos (82,94%) (Tablas 3 y 4 - Informe de avance).

a) Invernal nocturno (abril a agosto)

De preferencia tanto juveniles como adultos forman estratos continuos de densidad variable ubicados entre los 20 y 50 metros de profundidad. En algunas ocasiones estos estratos tienden a perder su continuidad formando pequeñas agregaciones separadas por distancias menores, las que se mantienen dentro de ciertos límites de profundidad bastante definidos (Fig. 1 - Anexo V). Esta distribución estratiforme probablemente está determinada por hábitos alimentarios (Fig. 2 - Anexo V).

Se estima que los niveles de densidad de estos estratos, que normalmente va en aumento en el transcurso de la noche, varía de pocos gramos por metro cúbico hasta aproximadamente 5 kilos por metro cúbico poco antes del amanecer (Guzmán, 1996 - Anexo V).

Considerando el desplazamiento de la flota en una operación de 24 horas para capturar estos estratos, se estima que su velocidad de natación alcanza un promedio de 2 a 3 nudos.

Se desconocen las dimensiones geográficas que estos estratos pueden alcanzar, pero la operación de la flota sugiere que presentan tamaños variables entre 5 y 25 millas de ancho, superando las 30 millas de largo (Guzmán, 1996 - Anexo V). Se debe tener presente que esta es una deducción inducida por la forma de operación de la flota pesquera, por lo que se estima necesario efectuar mediciones acústicas independientes, para determinar en forma exacta sus proporciones.

b) Invernal diurno (abril - agosto)

Al momento del amanecer los estratos paulatinamente se van profundizando y formando cardúmenes de dimensiones variables, localizándose finalmente entre los 150 y 250 m de profundidad, siguiendo un comportamiento nictimeral (Fig. 3).

Antecedentes proporcionados por patrones de pesca, indican que estos cardúmenes mantienen estas profundidades en el transcurso del día, observándose que su tamaño presenta una paulatina disminución en las primeras horas de la tarde, llegando eventualmente a desaparecer. Este fenómeno se podría basar en la hipótesis de que una disminución de la capacidad reflectiva de ultrasonidos del jurel, estaría afectado por una parte, por la reducción del volumen de su vejiga gaseosa durante el cambio de su profundidad

entre el día y la noche, y por otra parte, debido a la actitud corporal que podría adoptar el jurel durante su período de reposo. Otra posibilidad a considerar, es que la disgregación del jurel llegue a niveles que no pueden ser detectado por los equipos acústicos de la flota (sonar), los cuales están ajustado a niveles de ganancia que permiten registrar sólo densidades de interés comercial (Córdova com, pers.).

La verificación de este comportamiento es importante ya que de ratificarse la primera hipótesis planteada por Guzmán, podría existir cambios en la TS que afectarían el estimado de biomasa y además influiría en el período óptimo para la evaluación (día - noche). A fin de explicar este comportamiento, se considera necesario efectuar un estudio de las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas, durante el desarrollo del crucero metodológico.

Por otra parte, la tendencia del jurel a formar cardúmenes en el día así como una mayor disponibilidad del recurso en el sector costero durante invierno, se ha reflejado en las prospecciones acústicas diurnas efectuadas entre 1991 a 1994, las cuales muestran un fuerte grado de contagio en sus distribuciones espaciales y niveles de densidad (Fig. 4).

c) Estival nocturno (septiembre - marzo)

Normalmente no se detectan agregaciones, con excepción de algunas noches con luna llena, en que se mantiene la condición de comportamiento diurno por algunas horas al comienzo de la noche (Guzmán, 1996 - Anexo V).

d) Estival diurno (septiembre-marzo)

En zonas de operación de la flota cerquera industrial, el jurel forma cardúmenes de tamaño variable y normalmente de alta densidad, los que se localizan entre los 20 y 50 m de profundidad (Guzmán, 1996 - Anexo V). A esto se agrega los resultados de los cruceros acústicos realizados entre noviembre y diciembre, que muestran la presencia de distribuciones más homogéneas en la zona de estudio (Fig. 5). Resultados que son corroborados a través de un análisis de autocorrelación, donde se observa un número mayor de macroestructuras respecto a lo observado durante el invierno (Fig. 4 - Informe de avance).

4.3.2 Comportamiento diurno y nocturno**a) Tipo de agregaciones diurnas y nocturna**

El análisis de los tipos de agregación observado durante el día y la noche, a través de los ecogramas obtenidos en los diseños de experimentos efectuados durante 1992, 1993 y 1994, muestran que los tipos cardumen y disperso son durante el día los más frecuentes con un 38,15 y 47,41 % respectivamente, mientras que en la noche las agregaciones estrato (39,20 %) y dispersa (52,84 %) son predominante (Tabla 4).

TABLA 4

Número de agregaciones, por tipo y período del día

CRUCERO	TIPO DE AGREGACION			
	CARDUMEN	ESTRATO	DISPERSO	TOTAL
Diurno	140 (38,15)	53 (14,44)	174 (47,41)	371 (100,00)
Nocturno	14 (7,96)	69 (39,20)	93 (52,84)	176 (100,00)

b) Abundancia diurno y nocturna (Robotham, 1996 - Anexo II)

La información proviene de cinco diseños de experimentos realizados entre los años 1991 y 1994. Los experimentos consistieron en la realización de una evaluación acústica replicada sobre una misma transecta, es decir una evaluación de la transecta se realizó durante el día y luego fue replicada en la noche en la misma posición.

Se realizó un estudio a través de herramientas estadísticas de tipo multivariada que permiten identificar estructuras y patrones diurno-nocturno del recurso. Los métodos estadísticos aplicados corresponden a Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis Discriminante Lineal (ADL).

Los resultados del ACP indican que la característica ortogonal de los vectores propios muestra que las variables descriptoras asociadas a las agregaciones tipo cardumen y tipo estrato no se

encuentran correlacionadas, es más constituyen configuraciones de características diferentes tanto a nivel de agregación y transecta (Fig. 1 y 2 - Anexo II). De acuerdo a figura 3 - Anexo II, se puede concluir por razones de ortogonalidad de los ejes principales, que las agregaciones dispersas y cardúmenes no están correlacionados.

Estos resultados se resumen en la figura 4 - Anexo II, donde los puntos u observaciones sobre los planos se encuentran representados por una etiqueta que permite identificar a: el diseño (primer dígito), el período diurno (1) - nocturno (2) (segundo dígito) y el número de la transecta (tercer y cuarto dígito).

Es evidente que el primer plano dado por los ejes 1-2 separa las transectas diurnas y nocturnas. La evidencia es posible confirmarla al representar la variable ilustrativa día-noche en el plano. La oposición de las modalidades es muy clara, es decir existe diferencia para las variables analizadas entre el día y la noche.

En el conjunto de los cinco experimentos, el ADL permitió confirmar el grado de discriminación de las variables para dos posibles poblaciones identificadas como: Transectas Días y Transectas Noches.

Los resultados del análisis permiten concluir que el nivel de clasificación de los dos grupos son bastante aceptables y muy particularmente las transectas que pertenecen al grupo Día, el grupo clasifica correctamente al 91 % de los casos y en la clasificación global se clasifican correctamente el 85 %. Tabla 6.

TABLA 5

Resultados de la discriminante lineal de Fisher

Grupo de Origen	Porcentaje de Clasificación		
	Bien Clasificado	Mal Clasificado	Total
Día	21 (91,30 %)	2 (8,70%)	23 (100,00%)
Noche	15 (78,95%)	4 (21,05%)	19 (100,00%)
Total	36 (85,71%)	6 (14,29%)	42 (100,00%)

Luego, de los resultados alcanzados se puede concluir lo siguiente:

- Los tres tipos de agregaciones tienen un patrón claramente diferenciable en relación a la mayoría de las variables predictoras utilizadas, las que permitieron asociarlas cada una con un eje factorial. Las correlaciones de las variables descriptoras entre agregaciones de distinto tipo son bajas.
- Hay un claro patrón diurno-nocturno, independiente del año en que se realizó el experimento.
- Los índices de éxito de encuentro y de densidad muestran mayores valores durante el día, los que estaría indicando que el mejor período de evaluación del recurso debería ser durante el día y no en la noche.

4.4 Característica de las distribuciones

4.4.1 Índice de cobertura (IC)

El análisis del índice de cobertura para los distintos cruceros efectuados en la zona de estudio, no muestra grandes diferencias tanto para primavera como otoño-invierno al fluctuar entre 28,24 a 37,66 %, lo cual indica un patrón de distribución similar entre ambos períodos (Tabla 8, Informe de avance).

4.4.2 Índice de cobertura (SP)

El índice de cobertura (SP) se calculó en base a la información de agregaciones de tipo cardumen. El análisis de los resultados permiten señalar en forma clara la existencia de diferencias entre los distintos períodos de evaluación, por cuanto durante los cruceros de otoño- invierno este índice registra altos valores entre los 19,51 a 46,73 %, mientras que para primavera este disminuye ostensiblemente a valores entre 3,05 a 3,76 %. Esto se explica por el fuerte cambio que sufren las agregaciones de tipo cardumen en invierno (42,23 %) en relación a primavera (3,96 %). (Tablas 3,4 y 12 - Informe de avance).

4.4.3 Densidad relativa (ID)

En los períodos de otoño-invierno se registran los más altos valores de densidad para los años 1991, 1992 y 1993, fluctuando entre las 135,78 a 278,08 t/mn², siendo la excepción el año 1994, donde la zona de concentración del recurso se localizó fuera del área de estudio. Respecto de la primavera, se observa una fuerte disminución de la concentración del recurso, registrando valores de densidad para 1991 y 1992, de 14,48 y 27,19 t mn² respectivamente. (Tabla 8 - Informe de avance).

4.4.4 Densidades promedio de cardúmenes en un ciclo diurno

Teniendo presente que la experiencia de patrones de pesca en zonas de alta concentración de jurel, sugieren cambios importante en el comportamiento del recurso, a través de fuertes variaciones en la forma y densidad de los cardúmenes de jurel durante el transcurso del día, se realizó un análisis preliminar de la densidad promedio en los cardúmenes diurno de jurel en los cruceros realizados entre 1991 a 1994 (Fig. 6). Los resultados obtenidos a partir de la información de todos los cruceros, en general no muestran cambios significativos durante el transcurso del día, sin embargo, este resultado no es concluyente dado que esta información puede estar influenciada por la inclusión de datos que no corresponde a zonas de pesca, razón por lo cual este comportamiento puede estar enmascarado en el resultado alcanzado. Luego, es necesario incluir en el crucero metodológico este tipo de estudio, a fin de medir en forma clara y precisa estos cambios.

4.4.5 Tipo de distribución

La aplicación de la ley de Taylor a las distribuciones de jurel registrada por crucero, mediante el ajuste de la relación entre la varianza de la transectas y su respectiva media ($S^2 = a \times b$), indica que durante la estación de invierno se registran distribuciones espaciales de tipo contagiosa, al obtener un coeficiente regresivo "b" superior a la unidad (1,89 a 2,32), con la excepción del año 1992. En tanto para primavera esta situación es distinta al obtener valores de "b" cercano a la unidad (1,25 y 1,28), siendo las distribuciones de jurel para este período más cercana a distribuciones de tipo Poisson.

El tipo de distribución contagiosa presente en invierno se explicaría por ser esta estación donde se registran las mayores

densidades de jurel y por ende los más altos estimados de biomasa de recurso en la zona centro-sur del país.

4.4.6 Autocorrelación

El análisis de los correlogramas, construidos a partir de los índices de autocorrelación por transecta en cada uno de los cruces, permiten señalar que durante el período de otoño-invierno se registra un menor porcentaje de transectas con índices de autocorrelación significativo, alcanzando en los años 1991, 1992, 1993 y 1994 a un 14, 23, 14 y 32 %, respectivamente. Para primavera, el porcentaje de transectas con índice de autocorrelación significativos son mayores con un 28 y 42 %, lo cual se explicaría por una mayor homogeneidad en la distribución de las densidades del recurso en la zona de estudio.

4.4.7 Variogramas

Los variogramas para los diferentes cruceros acústicos, muestran en general para otoño-invierno que la mayor variabilidad en los datos de densidad se registran en distancias relativamente pequeñas. En el caso de otoño-invierno se muestra una estructura a las 3 millas náuticas, sin embargo, en 1992 existe una alta variabilidad en la primera milla náutica. En tanto para primavera esta variabilidad se centró alrededor de distancias un poco mayor (5 mn), exceptuando lo registrado en 1991 donde se observa una microestructura dentro de la milla náutica.

4.5 Distribución espacio-temporal de la flota industrial

4.5.1 Evolución de la distribución espacial de la flota cerquera industrial

Al analizar la distribución espacial y anual de la CPUE de la pesquería de jurel, se aprecia que en los años 1989 y 1990, ésta se desarrolla principalmente en las primeras 100 mn de la costa, detectándose en determinados períodos desplazamientos esporádicos hacia el área más oceánica (Fig. 12 - Informe de avance).

En 1991 se registran incursiones de la flota cerquera por sobre las 150 mn de la costa, ampliándose su área de distribución, tanto latitudinal como longitudinalmente. En el período 1989-91 se detectó un foco de alta abundancia localizado entre los 35°S y 37°S, dentro de las primeras 60 mn de la costa. A partir de 1992 se hace evidente una expansión espacial de la flota, la cual cubre gran parte de la zona de estudio (32°10' - 41°S), coincidiendo con el aumento de la flota con base en el puerto San Antonio.

Asimismo, entre 1991 y 1993, se observa que los mayores focos de concentración de la CPUE se producen desde los 36°S hasta las inmediaciones de Isla Mocha, a distancias superiores a 40 mn, detectándose paulatinamente el alejamiento de la flota de las áreas cercanas a la costa. Este fenómeno, que puede ser denominado "efecto barrera" de acuerdo a lo planteado por Guzmán 1996 - Anexo V, estaría generado por la operación de la flota industrial que paulatinamente ha dificultado el ingreso del jurel desde sectores oceánicos hacia la costa, debido a su gran poder de pesca. Se destaca que en 1995 la flota realizó importantes incursiones en la zona de pesca de San Antonio (Fig. 12 - Informe de avance).

4.5.2 Centros de gravedad de la distribución geográfica de la flota

Se realizó un análisis de los centros de gravedad mensual de la variable cpue en la flota cerquera entre 1991 a 1994, a fin de explorar la existencia de un patrón de distribución del recurso que permita entregar un indicador de la localización del jurel para establecer la zona de estudio. Los resultados muestran un desplazamiento de los centros de gravedad de la cpue en el sentido sur-oeste para los años 1991, 1993 y 1994 (Fig. 14 - Informe de avance). Este patrón está definido por un avance paulatino de las áreas de operación de la flota, desde el sector norte hacia el extremo sur dentro de la zona de la pesquería. En los años 1992 y 1995, este patrón no es tan evidente, lo cual muestra la existencia de cambios interanuales importantes en la distribución del recurso.

Estos resultados indican que no es posible considerar en futuras prospecciones acústicas un muestreo en zonas predefinido con antelación, sino que el diseño debe obedecer a un tipo adaptativo que permita adecuarse a la distribución que presente el recurso al momento de la evaluación.

4.5.3 Areas de cobertura de los cruceros

Se efectuó un análisis cartográfico visual entre las zonas de detección del recurso en los distintos cruceros de evaluación y la evolución de las área de pesca de la flota cerquera durante los períodos de los cruceros (Fig. 7 y Figura 12 - Anexo IV). Los resultados permiten señalar que existe correspondencia entre las áreas de mayor concentración detectada por método acústico y las zonas de pesca, sin embargo, a partir de este análisis se puede también establecer que las áreas de pesca no han estado

circunscrita a la zona donde se efectuó la prospección acústica, siendo el ejemplo más evidente la evaluación realizada en 1994, donde se observa una baja actividad pesquera en las primeras 100 millas náuticas (zona de estudio), siendo modificado en terreno el diseño de muestreo con el objeto de prospeccionar la zona donde se localizaba una fracción importante del recurso (Fig. 4).

4.6 Estacionalidad de la abundancia

En términos generales, la estacionalidad que presenta la pesquería de jurel de la zona centro-sur en el período 1990-95 muestra un aumento de la CPUE desde enero hasta mayo, estabilizándose en julio para luego disminuir notablemente (Tabla 6). Es importante señalar que en agosto los rendimientos de pesca son muy variables por corresponder a un mes de transición entre las temporadas de máxima y mínima abundancia, situación que hace poco apropiado la realización de cruceros de prospección hidracústica durante esta época. Otro antecedente que respalda lo anterior es que, en el transcurso de 1996 la estacionalidad de la pesquería ha cambiado respecto a la señalada anteriormente, en el sentido que se detecta un adelantamiento de la temporada de pesca, iniciándose ésta en diciembre de 1995 y disminuyendo de manera importante a partir de julio de 1996.

TABLA 6

Capturas mensuales de la flota industrial en la zona centro-sur, por año (1980 a 1995).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1988	121.006	172.800	199.217	153.866	166.501	111.756	63.908	137.508	53.114	82.373	58.923	27.402	1.348.374
1989	129.776	149.450	192.510	168.416	182.046	116.032	190.261	138.865	37.297	31.016	37.624	88.596	1.461.889
1990	132.678	175.704	181.035	152.698	290.817	323.045	245.249	111.392	96.038	32.669	16.086	70.416	1.829.829
1991	139.384	167.941	182.341	250.899	332.258	211.523	407.715	283.059	186.357	67.769	28.146	24.553	2.281.945
1992	95.498	130.261	228.428	389.945	213.301	277.295	463.010	250.349	71.714	37.949	48.964	11.230	2.217.944
1993	182.947	134.241	238.046	326.948	176.322	261.135	271.687	291.167	87.140	36.225	57.161	28.204	2.091.223
1994	188.899	182.425	236.044	235.982	383.629	299.936	267.134	143.700	45.353	28.870	30.419	126.713	2.169.104
1995	246.562	232.163	264.037	335.725	228.017	134.488	374.104	262.373	31.764	19.879	3.005	41.108	2.173.225
1996	257.242	240.460	282.428	338.953	306.736	246.607							1,672,426

Fuente: IFOP. "Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas zona centro-sur".

4.7 Estimados de biomasa y su varianza

4.7.1 Metodos de conglomerado

Entre 1991 a 1994, se realizaron seis prospecciones acústicas en la zona centro sur del país, cuyos resultados se presentan en la Tabla 7. La varianza fue expresada mediante el coeficiente de variación de la biomasa.

TABLA 7

Estimados de biomasa de jurel por método acústico en la zona centro-sur (1991 - 1994)

Zona	Período	Area (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t/mn ²)	Coefficiente variación
34° 40' S	04.06-07.07.91	28.460	3.410.000	119,8	26,9
39° 40' S					
33° 40' S	08.11-21.12.91	88.756	499.000	5,3	24,5
39° 00' S					
33° 40' S	09.05-07.06.92	29.000	1.370.500	47,3	18,7
39° 00' S					
34° 00' S	06.11-21.12.92	78.695	339.700	4,3	8,2
38° 10' S					
32° 40' S	20.06-30.07.93	34.942	1.990.000	57,0	25,4
39° 20' S					
32° 00' S	16.07-18.08.94	40.873	630.000	15,4	24,9
39° 20' S					

Los resultados indican una variabilidad interanual en las abundancias para los distintos períodos de evaluación. Esta variación no está sustentada en las diferentes áreas prospectadas en los distintos cruceros, ya que tales cambios también se reflejan en forma independiente del área a través del índice de densidad, el cual fluctúa para invierno entre 119.8 a 15.4 t/mn² y primavera desde 5.3 a 4.3 t/mn².

Los cambios entre la abundancia para invierno desde 1991 a 1994, se deben a un desfase temporal entre el período de mayor captura de la flota cerquera y el período de prospección. Siendo esta situación observada en forma clara durante 1994, donde el crucero se llevó a cabo durante el período de término de la temporada de pesca (Tabla 6).

La precisión de los estimados medido a través del coeficiente de variación durante invierno es menor, y es producto del alto grado de contagio de las agregaciones de jurel durante este período del año. Precisión que aumenta al reducirse en forma importante el coeficiente de variación durante la primavera cuando el recurso se dispersa presentando una distribución más homogénea en la zona de estudio (Fig. 5).

4.7.2 Técnicas geoestadísticas

A partir de la información obtenida en los distintos cruceros de evaluación, se utilizaron técnicas geoestadísticas para estimar precisión a través de la determinación del coeficiente de variación para la biomasa.

El método aplicado corresponde a un tipo transitivo para una dimensión, y básicamente considera para la determinación de la varianza espacial la información proveniente de la transecta como la unidad o muestra. Para los distintos cruceros evaluados se observó claramente el efecto de variabilidad espacial de las distintas zonas de concentración del recurso detectado en la zona de estudio (Fig. 8), siendo en la mayoría de los casos necesario ajustar al covariograma sólo dos modelos para describir la variabilidad espacial de los datos en la prospección (modelo tipo esférico).

Los resultados preliminares obtenidos indican un aumento en la precisión de los estimados, respecto a los observados en las evaluaciones realizadas (Tabla 7 y 8). Además, estos resultados permiten señalar que el mayor aporte a la variabilidad esta dada por las estructura más próximas (30 - 40 mm) y explican aproximadamente entre un 85 y 95 % de la variabilidad general, en tanto el aporte de agregaciones más distantes (100 a 300 mm) es de un 5 a 19 %.

Luego, a la luz de estos resultados es necesario explorar la utilización de estas técnicas geoestadísticas en las evaluación hidroacústica.

TABLA 8

Resultados de método geoestadístico en una dimensión para a los datos acústicos (1991 a 1994)

Cruceiro	Número transectas	Nugget	Tipo modelo	Contribución Varianza		Coeficiente variación
				(A)	(B)	
Invierno 1991	15	0	esférico	81,1	18,9	10,2
Primavera 1991	32	0	esférico	93,8	6,2	7,5
Invierno 1992	17	0	esférico	87,2	12,8	10,4
Primavera 1992	32	0	esférico	85,2	14,8	3,0
Invierno 1993	21	0	esférico	90,0	10,0	8,6
Invierno 1994	25	0	esférico	94,0	5,2	16,5

(A) = porcentaje de contribución a la varianza de las agregaciones más cercanas.

(B) = porcentaje de contribución a la varianza de las agregaciones más alejadas.

5. RESULTADOS DE LA REVISION CRITICA DE LA COMPONENTE MEDIOAMBIENTAL

En el período otoño invierno de los años 1991 y 1994, fueron desarrollados cuatro cruceros de investigación en la zona costera frente a Chile centro-sur, y siendo el propósito principal la evaluación hidroacústica del recurso jurel, además de la caracterización bio-oceanográfica del área prospectada, con el objeto de determinar la biomasa invernal del recurso, determinar el patrón trófico y explorar la incidencia de variables ambientales

seleccionadas en la distribución de la abundancia y biomasa del jurel. En este escenario, se resumen los resultados relevantes relativos a: (a) índices ambientales, (b) relaciones ambiente-recurso, (c) dinámica trófica del jurel y (d) el patrón nictimeral en la distribución del recurso y las variables ambientales.

5.1 Índices ambientales

La caracterización oceanográfica durante el período de otoño-invierno en el área de estudio evidencia la presencia de dos masas de agua características, a saber, las Aguas Superficiales Subantárticas (ASSA), entre la superficie y aproximadamente los 150 m, y las AESS situadas bajo las ASSA y hasta los 450 m de profundidad (Fig. 9).

En este ambiente, las agregaciones de jurel se presentan, durante el día, por debajo de la termoclina (entre 100 y 250 m de profundidad), zona del máximo salino (>34.5) y mínimo de oxígeno disuelto (< 1 ml/l), asociado a las AESS. Lo anterior, supone que, al menos durante el día, los cardúmenes de jurel se encuentran en la Corriente de Günther o Contracorriente Perú-Chile.

5.2 Patrón nictimeral en la distribución del recurso y las variables ambientales

A partir del atardecer, el jurel evidencia una migración vertical, hasta asociarse a estratos entre 20-50 m de profundidad, donde se alimenta, asociados al agua subantártica (ASSA), permaneciendo en esta zona hasta el amanecer, para desplazarse luego a profundidades mayores, lo que es coincidente con el desplazamiento vertical de la capa de dispersión profunda (CDP), compuesta principalmente por eufáusidos, peces linternas y algunos zooplancteres gelatinosos (Fig. 10).

5.3 Relaciones ambiente-recurso

Durante los cruceros de evaluación acústica se detectó inversiones de temperatura entre 100 y 200 m de profundidad, con los mayores gradientes en 140-150 m ($> 0,7$ °C). En los cruceros realizados durante 1993 y 1994, estas áreas coinciden con la detección de mayores densidades de jurel observadas acústicamente (Fig. 11). Probablemente, esta situación sea recurrente para los cruceros invernales de 1991 y 1992, no obstante no se ha documentado en los informes finales de dichos cruceros. La presencia de estas estructuras puede ser explicada por flujos con sentido inverso, que generan una zona de mínimo movimiento y una mayor mezcla vertical, que trae por consecuencia una alteración del patrón vertical normal de temperatura (ver Figura 9). En síntesis, estas tres variables, vale decir, presencia diurna de jurel en zonas mínimas de oxígeno, de inversiones térmicas y mínimo flujo horizontal, permitirían postular que el jurel se encuentra en un estado de baja actividad, al menos durante parte del día.

Si una de las variables de importancia para explicar la permanencia del jurel a estas profundidades son los flujos horizontales opuestos, entonces es necesario medir cuantitativamente las corrientes dominantes en el sector de estudio (ADCP y línea de correntómetros).

La permanencia del jurel tanto en ASAA como en AESS, durante el período otoño-invierno, hace necesario estudiar la dinámica de estas masas de agua, particularmente su extensión longitudinal y velocidad de flujo. Asimismo, es necesario precisar de mejor manera la interacción entre flujos costa-océano, detectados durante todos los cruceros realizados (Fig. 11), y su posible asociación con la entrada/salida de recurso hacia/desde el sector costero, durante el período invernal.

El análisis de la distribución espacial de eufáusidos (principal presa de jurel) durante el período otoño-invierno muestra a las mayores densidades asociadas al sector nerítico (hasta 40 mn. desde la costa), situación que fue coincidente en todos los cruceros realizados durante este período.

Estos resultados han permitido reconocer las condiciones ambientales del área prospectada hidroacústicamente, pero no permiten responder a la pregunta de cómo se ve afectada la distribución y abundancia del jurel por las variables medidas. Lo anterior puede ser explicado por la medición de variables que estarían fluctuando a diferentes escalas de tiempo y espacio, por la falta de interacción multidisciplinaria en la explicación de tales relaciones o por la falta de análisis estadísticos georeferenciados de la información colectada durante los cruceros. Se sugiere realizar estudios de la dinámica bioceanográfica apoyado con información hidroacústica, para intentar responder a la pregunta de cómo éstas inciden en la distribución del recurso, pero no cómo éstas inciden en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa del jurel.

5.4 Dinámica trófica del jurel

En general, el jurel se alimenta entre las 1800 y 0300 horas, en el período de otoño-invierno (Fig. 10 - Informe de avance), lo que es consistente con los resultados obtenidos durante los cruceros realizados. La principal presa del jurel son los eufáusidos, dando cuenta de valores entre 66 y 95% en peso, dependiendo del año y la estacionalidad, siendo los peces linterna una presa secundaria no despreciable (5 a 33 % en peso).

Con el objeto de mejorar el entendimiento de la dinámica espacio-temporal de los eufáusidos en el ambiente (oferta ambiental de alimento), y asumiendo que la densidad de presas está asociada

íntimamente a la Capa de Dispersión Profunda (CDP), se sugiere realizar un experimento que permita muestrear eufáusidos en los estratos sobre, en y bajo la CDP (Fig. 13). El diseño general de este experimento involucra la ejecución de lances planctónicos estratificados durante la noche, desde las 1700 hasta las 0500 horas. Este diseño debe incorporar una evaluación acústica simultánea de la densidad relativa de jurel y presas potenciales de este recurso.

Paralelamente, se deberá realizar lances de pesca de media agua con el objeto de obtener especímenes con contenido estomacal y relacionar esta variable con la oferta ambiental de alimento, de tal manera de asegurar una asociación cuasi-instantánea entre la distribución espacial de las agregaciones de jurel y los parches de presas. Para el efecto, el experimento debe considerar la detección y seguimiento de una agregación particularmente grande de jurel ingresando a la zona de alimentación.

En síntesis, lo anterior permitirá delimitar el patrón de comportamiento trófico, y eventualmente del patrón de comportamiento gregario del jurel, en ausencia del efecto de la flota pesquera como posible agente disturbante en el comportamiento del jurel en el sector de estudio.

Ante la interrogante de cómo el comportamiento alimentario del jurel afecta las evaluaciones hidroacústicas de abundancia, ello no es posible de responder con los antecedentes disponibles en la actualidad, lo que puede ocurrir según un diseño adecuado.

Por otra parte, ante la pregunta ¿es el alimento un recurso limitante para el jurel durante el período otoño-invierno en la zona costera frente a Chile centro-sur?, los resultados de los cruceros realizados indican que: (a) el jurel consume diariamente en

promedio 1,5 g de alimento/pez, correspondiendo a 1,0 g de eufáusidos/pez, equivalente este último a 20-30 ejemplares de eufáusidos; (b) cada ejemplar de jurel se alimenta de una sola vez, y no en un proceso continuo de alimentación como ocurre con sardina y anchoveta, ya que en los estómagos de jurel aparecen presas en un sólo estado de digestión; (c) el jurel exhibe sólo un pico de alimentación diario; y (d) un análisis de la probabilidad de encuentro entre el jurel y su principal presa (eufáusidos) señala altos valores para el invierno (90%) y algo menores (70%) para el verano, considerando un recorrido de la agregación de jurel de 40 mn/día (Fig. 14).

Un análisis conceptual que considera los antecedentes señalados arriba permite concluir que la principal presa del jurel no es un recurso limitante en el ambiente, esto es, en el lapso de un día las agregaciones de jurel tienen alta probabilidad de encontrar parches de alimento. Sin embargo, resta indagar cómo el comportamiento trófico del jurel puede incidir en las determinaciones hidroacústicas de la abundancia, cuya propuesta metodológica se presenta en el punto 7.2. Con los antecedentes descritos, se ha logrado generar un esquema conceptual de la dinámica ambiental en el área y período de estudio, lo que se presenta en la Figura 15.

6. CONCLUSIONES

Los análisis crítico de las prospecciones acústicas del jurel y de la distribución espacio-temporal de la flota, analizados en el presente Taller, a la luz de su objetivo principal ("**establecer una propuesta metodológica para la evaluación del jurel por métodos hidroacústicos, en la zona centro-sur que permita cubrir la mayor fracción del stock y aumentar la precisión del estimado de biomasa**") , permiten obtener las siguientes conclusiones:

6.1 Calibración e identificación

Los análisis de los resultados de las calibraciones efectuado en el taller, así como el procedimiento de identificación de especie utilizado, permiten concluir que las técnicas empleadas son adecuadas y sus resultados concluyentes. Sin embargo, deben mantenerse sistemáticamente esfuerzos para efectuar calibraciones en los equipos acústicos, ya que una variación en estos tendría un impacto sobre la precisión de las cuantificaciones de los cruceros. Asimismo, se debe hacer esfuerzo por obtener mediciones de TS "in situ" del jurel.

6.2 Cobertura espacio-temporal

La variabilidad entre los estimados acústicos de biomasa de jurel de los 6 cruceros efectuados, estuvo determinada en gran medida por la desincronización de la cobertura espacio-temporal de las prospecciones, respecto de la extensión, localización y estacionalidad de la biomasa.

La solución a esta problemática debe considerar una estrategia de muestreo de tipo "adaptativa" en espacio y en el tiempo.

En este sentido, la zona de estudio debe cubrir el área comprendida entre las latitudes $31^{\circ}00'S$ y $42^{\circ}00'S$, desde la costa hasta las 200 mn.

La ejecución del crucero de evaluación debe sincronizarse con el período de alta concentración de jurel, medido a través de las capturas de la flota industrial.

6.3 Cobertura temporal diaria

Los análisis y discusiones relativas al comportamiento nictimeral del jurel, realizados durante el Taller, indican que tienen un comportamiento nictimeral diferente entre el día y la noche. Sin embargo, se estimó prudente efectuar experimentos que permitan evaluar la respuesta acústica del jurel en zonas de alta concentración donde opera la flota. Con el fin de dilucidar esta interrogante, durante el crucero metodológico se efectuarán experiencias específicas.

6.4 Estrategia de muestreo

La estrategia de muestreo aplicada en las prospecciones acústicas realizadas entre 1991-94, ha sido adecuada. Sin embargo, la dinámica del jurel, establece la necesidad de aplicar un muestreo de tipo "adaptativo", realizando transectas paralelas, sistemáticamente distribuidas que cubran toda el área de estudio, las que permitirán establecer el mapa de distribución del recurso, aumentando el muestreo en las zonas de mayor abundancia. Con este fin se debe considerar en forma adicional, la información de distribución de la flota pesquera.

El esfuerzo de muestreo en término de número de transectas a realizar en la zona de estudio, será determinado a partir de de la relación entre el coeficiente de variación y el índice de cobertura modificado (MDC)

Con el propósito de apoyar la definición de zonas de mayor densidad, es fundamental la incorporación en las prospecciones acústicas, de un Sonar omnidireccional de largo alcance (3.000 m), a fin de aumentar la cobertura de muestreo del sistema acústico científico.

6.5 Estimados de biomasa y su varianza

Los estimados de biomasa y sus varianzas concuerdan con los métodos aplicados; sin embargo, la modificación del muestreo acústico, anteriormente propuesto, permitirá aumentar la asertividad de la biomasa y su varianza.

También se considera necesario la incorporación de los métodos geoestadísticos para considerar el análisis de la estructura en los estimados de varianza.

6.6 Alcance de los estudios medio ambientales

Los estudios oceanográficos realizados durante los cruceros hidroacústicos, han permitido caracterizar las condiciones ambientales del área prospectada y de algunos aspectos del comportamiento del jurel.

Sin embargo, se hace necesario intensificar estudios etológicos del jurel y la interacción ambiente-recurso, empleando técnicas hidroacústicas, tendientes a establecer las variables que pudieran ser determinantes en la formación de zonas de alta abundancia.

7. PROPUESTA PARA EL CRUCERO METODOLOGICO

7.1 Prospección acústica

En atención a la importancia que tiene para la evaluación acústica, el conocimiento de los cambios que sufren las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas, y a partir de lo cual es posible establecer el período óptimo para evaluar considerando minimizar los posibles sesgo asociados a la cuantificación acústica, tales como ;zona muerta superficial; contaminación de la información por

plancton; niveles de densidad asociado a variabilidad; cambios en la fuerza de blanco TS y biomasa, etc. La propuesta para el crucero metodológico considera estudiar el comportamiento y dinámica de las agregaciones de jurel en la zona centro-sur del país, y bajo condiciones de luna nueva y vieja.

a) Objetivos Específicos

Comportamiento de las agregaciones

- Determinar la morfología de las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas.
- Determinar la abundancia de las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas.
- Determinar la distribución batimétrica en las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas.
- Determinar la estructura de tallas de las agregaciones de jurel en un ciclo de 24 horas

Dinámica de las agregaciones

- Determinar las extensiones de las agregaciones
- Determinar desplazamiento de las agregaciones

b) Metodología

El crucero metodológico se llevará a cabo con el B/I "Abate Molina" en zona de alta concentración de jurel, la cual será

definida a partir de información contemporánea de operación de la flota cerquera industrial. Además, mediante el uso de las capacidades de detección de la nave se realizara una delimitación del área de estudio, así como también se localizaran zonas de abundancia en sectores donde no se encuentre operando la flota.

En la zona de estudio, se procederá a ubicar agregaciones importantes de jurel en cuanto a tamaño y densidad, para posteriormente efectuar dentro del área seleccionada mediciones sistemáticas y continuas durante períodos de 24 horas. En este sentido, una vez localizada la agregación objetivo, se procederá a registrar su posición a través de la información entregada por el GPS y Sonar. El sonar se utilizará para medir además la altura y extensión de la agregación. Una vez realizado estas mediciones, se iniciará un sondeo de la agregación navegando por sobre y en el entorno de ella, utilizando para ello el sistema acústico de ecosondas científicos SIMRAD EK-500. A partir de los ecogramas, se obtendrá la información sobre nivel de densidad (S_a), altura, profundidad del cardumen, además a través de la utilización de programas específicos, se almacenarán los datos de fuerza de blanco (TS) e información general relacionada con la fecha, hora y posición de las agregaciones de jurel.

Los datos de fuerza de blanco serán complementado con información de captura proveniente de lances de pesca con red de arrastre a media agua realizada en el área. La pesca esta dirigida a identificar la especie y obtener información biológica-pesquera, tales como peso, longitud, sexo y recopilación de estómagos, a fin de realizar estudios sobre ciclo de alimentación y además corroborar la presencia de jurel en sectores cercanos o en la capa de dispersión profunda. Esto último dado la apreciación de patrones de pesca, en cuanto a una disminución importante en la cantidad y densidad de las agregaciones durante el día.

En la eventualidad de no poder aplicar la estrategia señalada anteriormente en la zona de estudio, por algún factor como una reacción de escape del recurso al paso del buque, se considera realizar un sondeo continuo a velocidad de navegación durante el ciclo de 24 horas, analizando posteriormente a partir de los ecogramas la información de densidad, altura, extensión y profundidad de los cardúmenes de jurel.

La información registrada a través de los distintos procedimientos señalados, permitirá analizar posible cambios (densidad, tamaño, profundidad, número, etc) en las agregaciones de jurel durante el ciclo de un día. Asimismo, se espera determinar si existen cambios en las fuerzas de blancos durante el ciclo diario y su posible dispersión a profundidad.

Para conocer las extensiones de las áreas con presencia del recurso, se trabajará en tiempo real con embarcaciones de la flota, para lo cual se analizará información de posicionamiento de las naves durante la operación en zonas de pesca.

El análisis de la información será en primera instancia a través de gráficos descriptivos, para posteriormente aplicar técnicas de análisis estadístico.

7.2 Medio ambiente

a) Objetivos Específicos

- Caracterizar la distribución vertical de la capa de dispersión profunda (CDP) y de agregaciones de jurel a lo largo de un día, y su asociación con indicadores oceanográficos.

-
- Caracterizar el patrón trófico (ritmo diario de alimentación) del jurel y determinar la composición del alimento.
 - Cuantificar la oferta ambiental de alimento del jurel, con énfasis en los eufáusidos;
 - Indagar la posible incidencia del comportamiento trófico del jurel en las determinaciones hidroacústicas de la abundancia.

b) Metodología

El diseño de muestreo para el cumplimiento de los objetivos señalados implica la elección y monitoreo temporal de una agregación de jurel (durante un mínimo de 24 horas) con el objeto de evaluar su comportamiento migratorio nictimeral y el de la CDP. Para ello, se requiere detectar y seguir una agregación de jurel, evaluando acústicamente la migración vertical, la morfología y dimensiones de la agregación, determinando su densidad y biomasa. En forma simultánea se deberá medir acústicamente la CDP, destacando sus características de agregación y desplazamiento vertical en función de la hora del día.

Se deberá monitorear oceanográficamente la columna de agua con el propósito de asociar el comportamiento nictimeral de las agregaciones de jurel y la CDP, a estructuras oceanográficas características. Para tal efecto, el diseño del experimento contempla un mínimo de 6 estaciones oceanográficas de 30 minutos cada una, realizadas cada 4 horas, lo que implica no interferir de manera importante en el seguimiento de la agregación de jurel a lo largo del día.

Para la caracterización de la oferta ambiental de alimento del jurel en la CDP se realizará un monitoreo temporal de pescas

plantónicas estratificadas, considerando los estratos "sobre", "en" y "bajo" la CDP, exclusivamente durante la noche, una vez que ésta ha migrado a su posición más superficial, que es el período de alimentación del jurel. Entonces, el diseño de muestreo contempla la ejecución de 5 lances horizontales estratificados con red Bongo de 500 μ , a las 1800, 2100, 0000, 0300 y 0600 horas. Sin embargo, dada la imposibilidad de realizar simultáneamente tanto los lances planctónicos (oferta ambiental de alimento) como los lances de pesca de jurel con red de media agua (ver más adelante ritmo de alimentación), se sugiere muestrear la CDP en las noches anterior y siguiente al muestreo de peces.

Para determinar el ritmo diario de alimentación, se requiere realizar pescas de jurel con red de media agua según el siguiente diseño: 10 lances de pesca distribuidos en un ciclo de 24 horas. En cada lance se realizará muestreos biológico específicos de los ejemplares capturados, recogiendo la mayor cantidad de estómagos.

El diseño del experimento explicitado en los párrafos anteriores, permitirá responder las interrogantes asociadas a los primeros 3 objetivos específicos.

En relación a explorar la posible incidencia del comportamiento trófico del jurel en las determinaciones hidroacústicas de la abundancia (objetivo específico 4), el diseño de muestreo considerará las siguientes variables de entrada: (a) distribución espacio-temporal de la oferta ambiental de alimento, (b) distribución espacio-temporal de la abundancia de jurel, (c) tipo y cantidad de alimento en los estómagos de jurel, y (d) ritmo diario de alimentación de jurel.

En este escenario, se explorará la incidencia de la dinámica trófica del jurel sobre las evaluaciones hidroacústicas de abundan-

cia, según diferentes metodologías, a saber: contrastación gráfica, análisis estadísticos multivariados, autocorrelaciones y/o análisis estadístico georeferenciados.

8. BIBLIOGRAFIA

- Knudsen, H. 1990. The Bergen echo integrator: an introduction. J. Cons. int Explor. Mer. 47 : 161 - 174.
- ICES Cooperative Research Report. 144. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES. Palaegade 2, 1261. Copenhagen K. denmark.
- Foote, K. 1881. Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres. Fiken og Navet ser. B, 6 : 1 -107.
- Foote, K. 1881. Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres. Journal of the acoustical society of America.
- CAPMAD/ SELA. 1982. Estandarización de la metodología a emplearse en las evaluaciones de los recursos de Ecuador- Perú Y Chile. Santiago de Chile, 15- 17 diciembre 1982.
- PNUD-CPPS/FAO RLA. 1992. Ejercicio de estandarización e intercalibración de métodos acústicos para evaluación de recursos pelágicos. Callao, Perú 47 p.
- Córdova, J. M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham, y M. Rojas. 1995. Evaluación Hidroacústica. En : "Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V - IX regiones. Instituto de Fomento Pesquero. 220 p + tablas y figuras.
- Guzmán, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodriguez e I. Giakoni. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa

Monitoreo de los recursos pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30'S-30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.

Lillo, S, J. Córdova y A. Paillamán. 1995. Target strength measurements on hake and jack mackerel. ICES Symposium on Fisheries and Plankton Acoustic. Aberdeen Scotland, junio 1995.

Barange, M. and I. Hampton. 1994. Influence of trawling on in situ estimate Cape horse mackerel (**Trachurus trachurus capensis**). ICES. J., Mar Sci. , 51 : 121 - 126.

Barange, M., Hampton and M. A: Soule. 1995. Empirical determination of in situ target strength of three loosely-aggregated pelagic fish species. ICES Symposium on Fisheries and Plankton Acoustic. Aberdeen Scotland, junio 1995.

FIGURAS

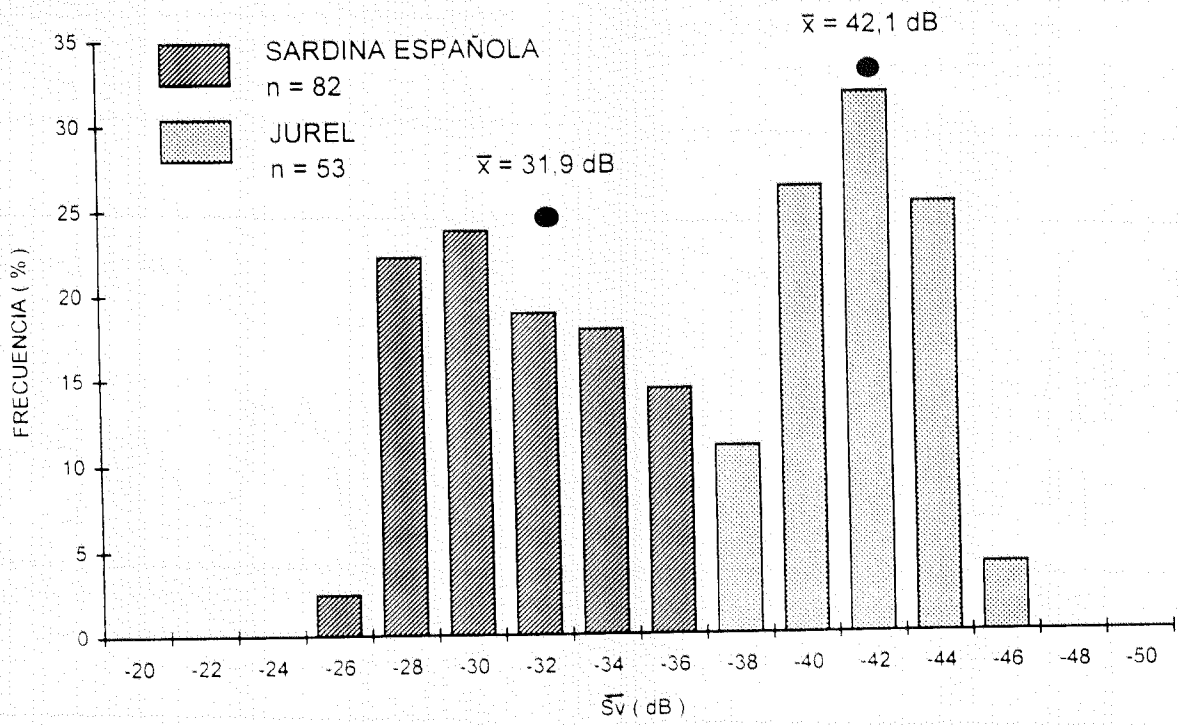
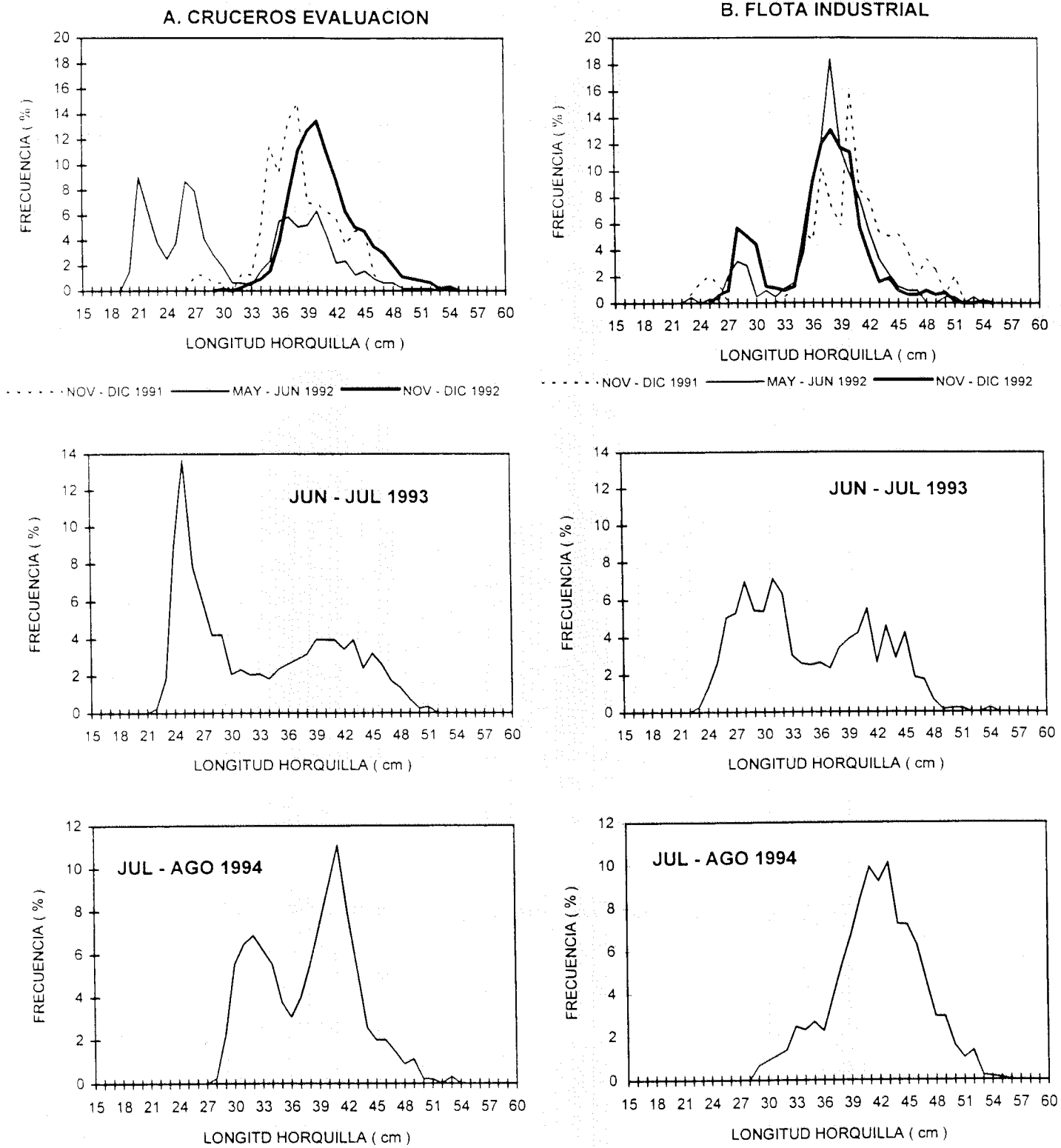


Fig. 1 Histograma de Sv para sardina y jurel.



**Fig. 2 Estructura de tallas para el periodo de crucero.
A: Cruceros de evaluación y B: Flota industrial.**

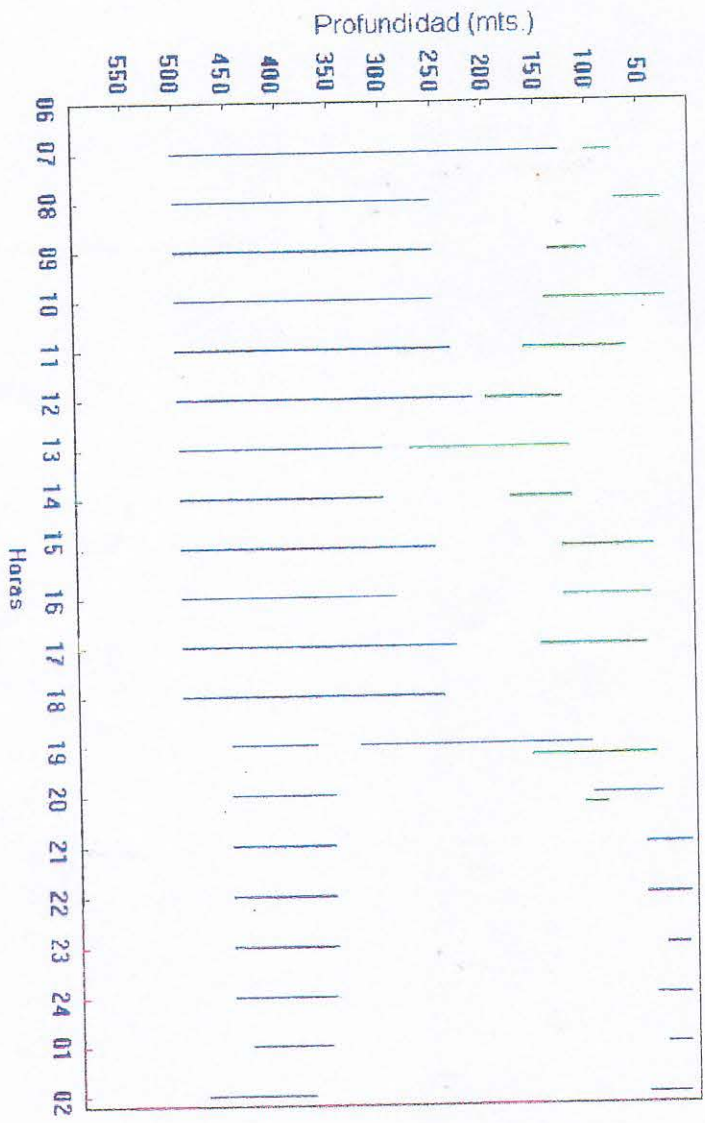


Fig.3 Distribución de profundidad de jural (---) y capa de dispersión profunda (—)

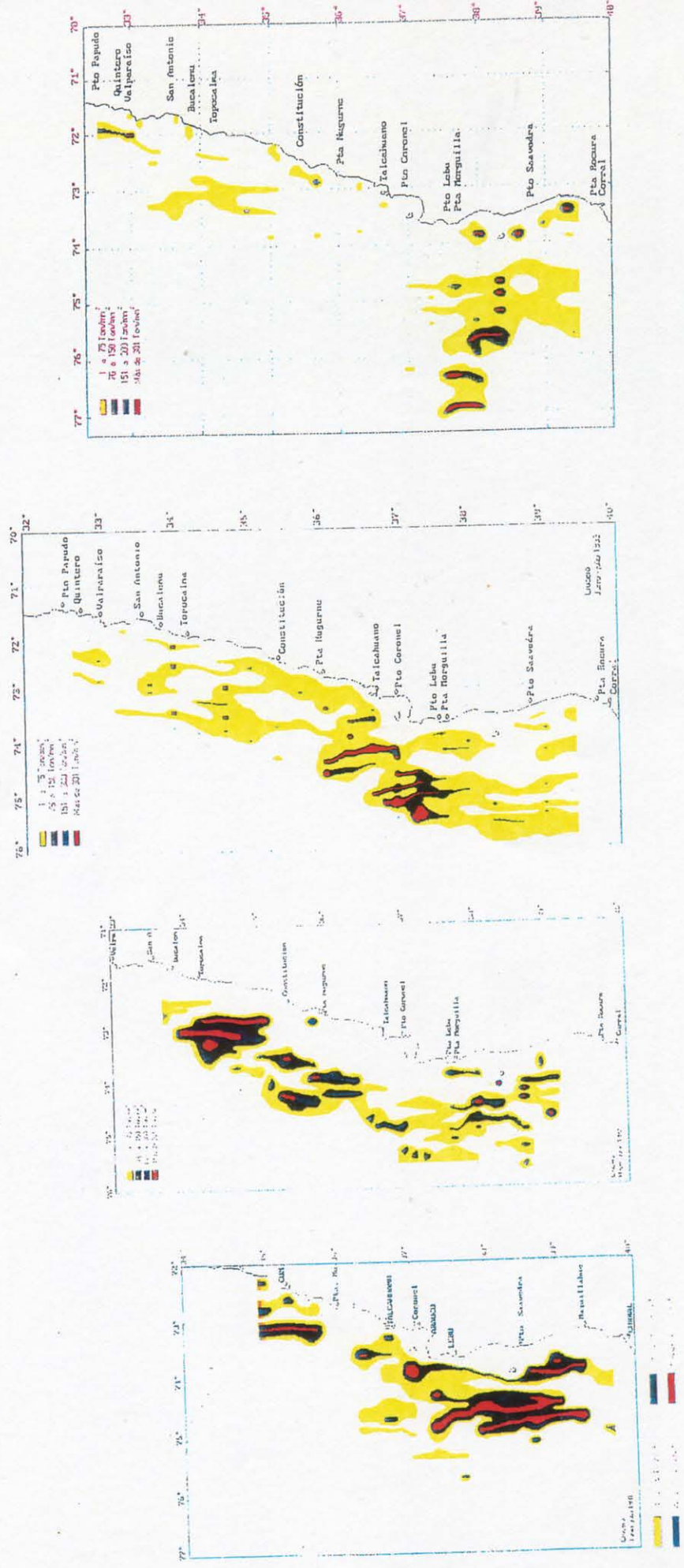


Fig.4 Distribución de biomasa crucero acústico de invierno 1991 - 1994.

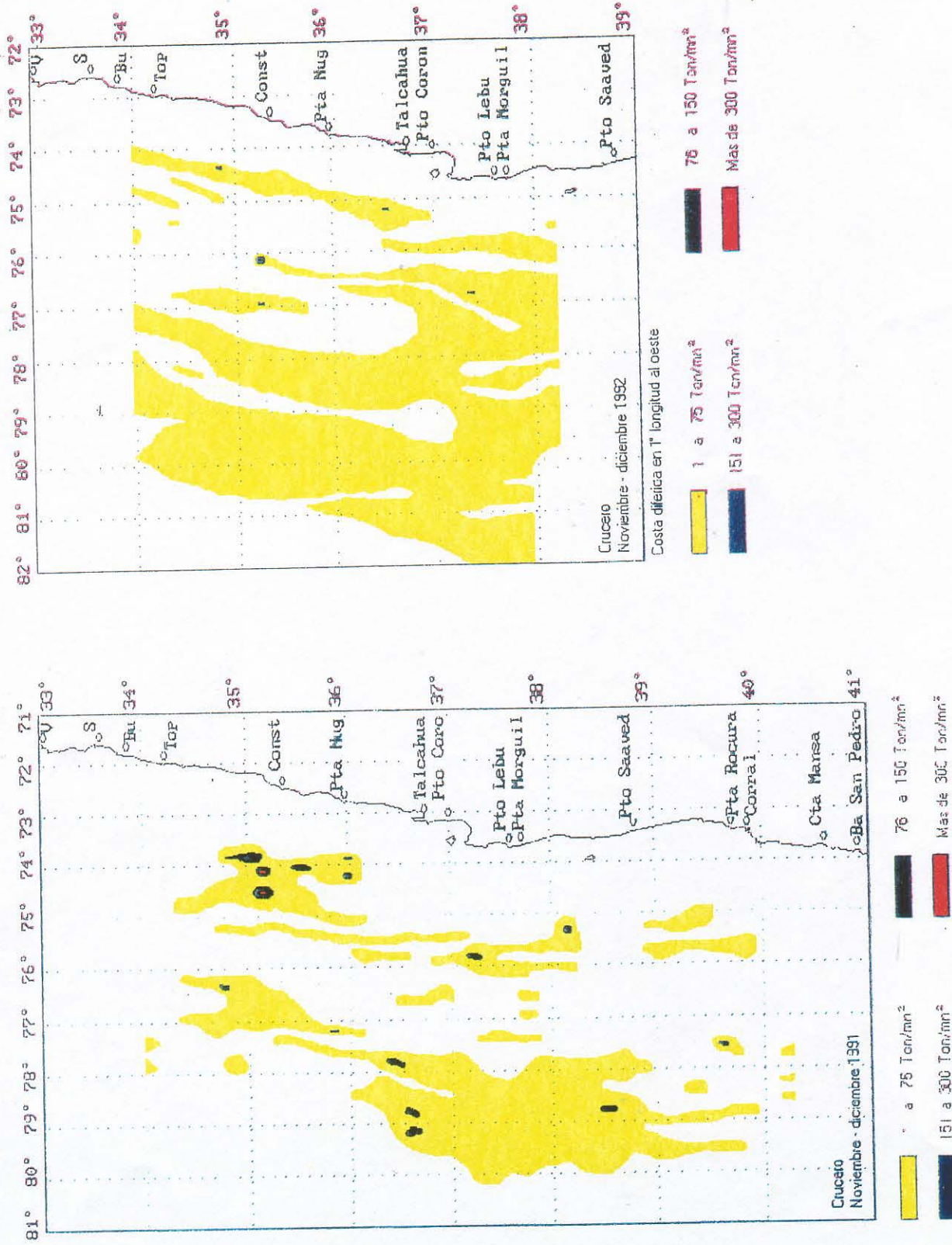


Fig.5 Distribución de biomasa crucero acústico de primavera 1991 - 1992.

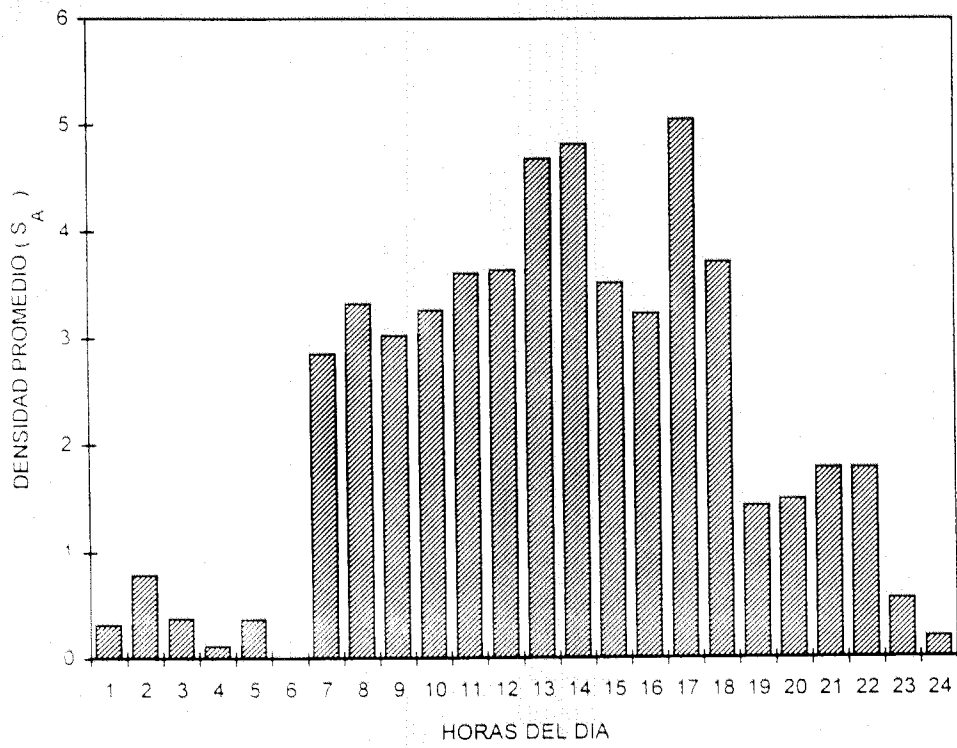


Fig. 6 Densidad promedio de cardumenes por hora del día.

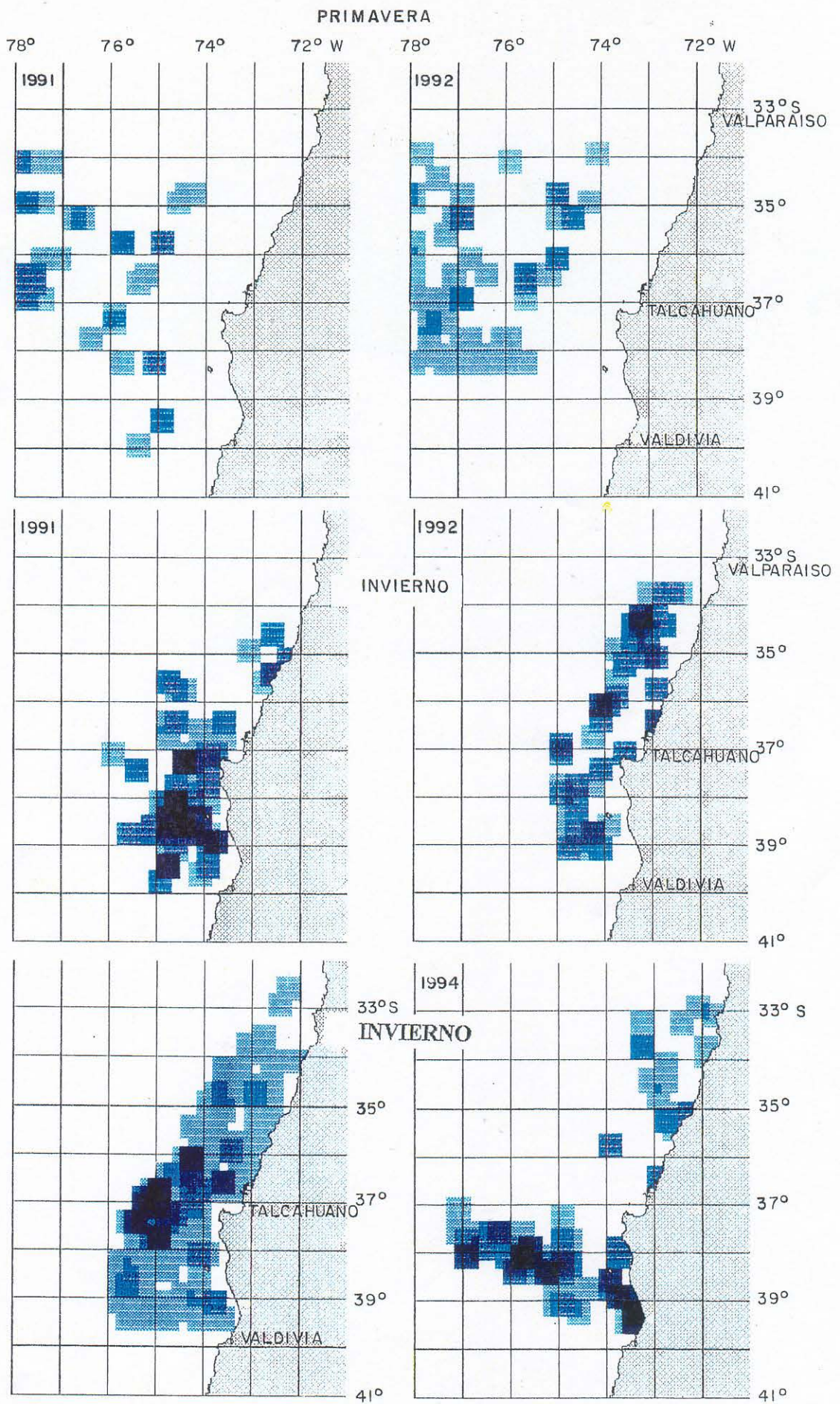


Fig.7 Distribución de las densidades acústicas (S_a) crucero, 1991 - 1994.

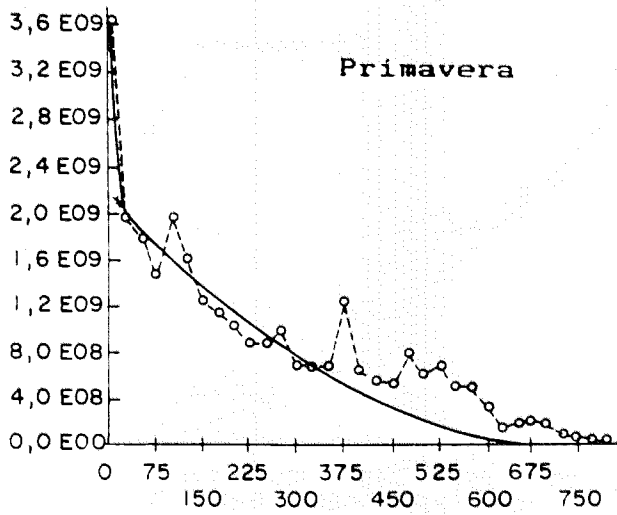
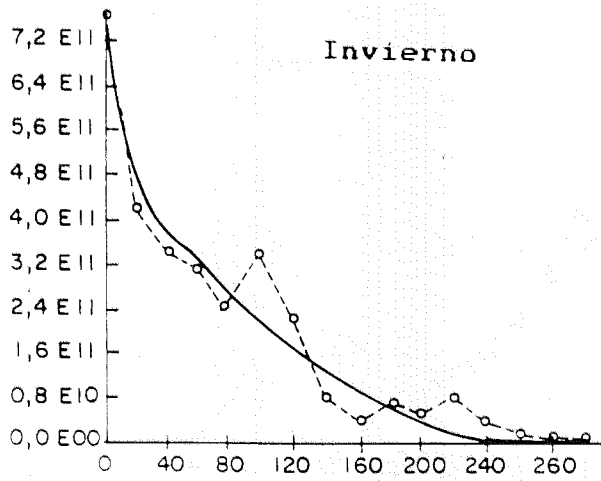


Fig. 8 Variograma crucero realizado en 1991. A: Invierno y B: Primavera.

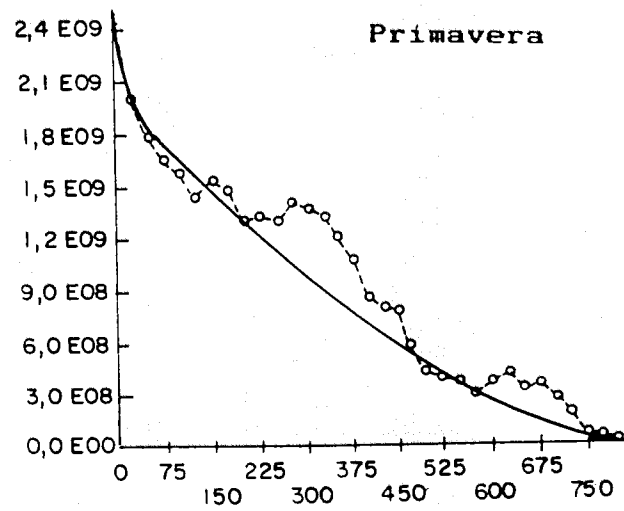
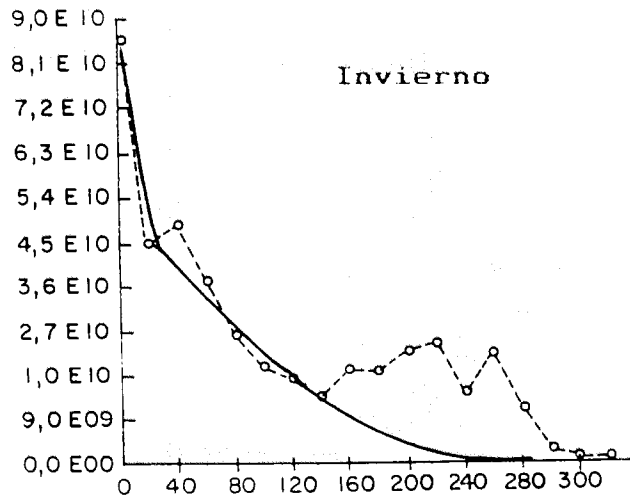


Fig. 9 Variograma crucero realizado en 1992. A: Invierno y B: Primavera.

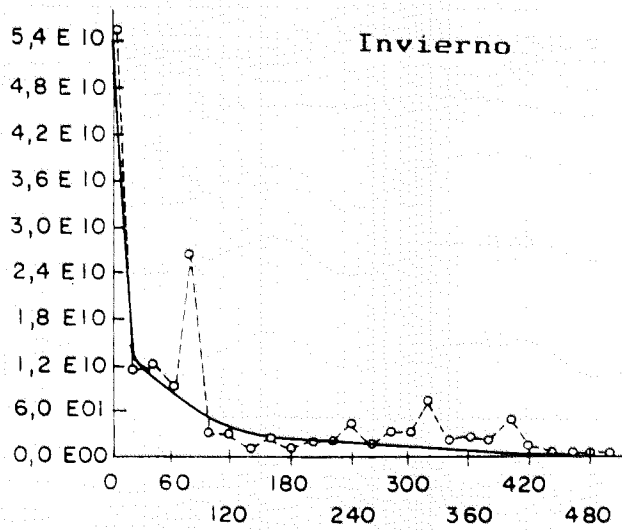
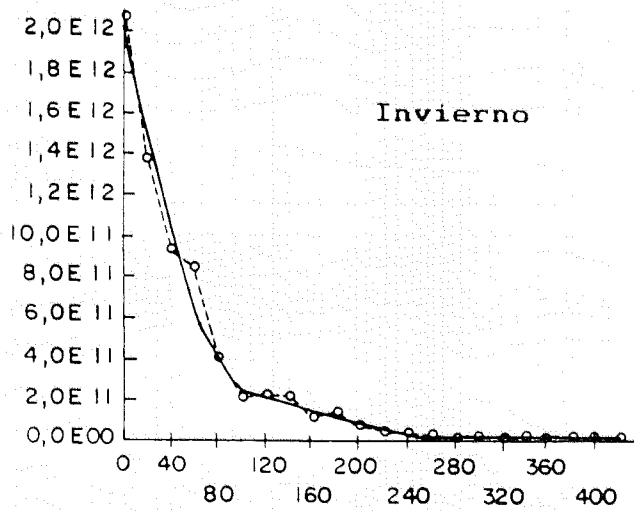


Fig. 10 Variograma crucero realizado en invierno 1993 y 1994.

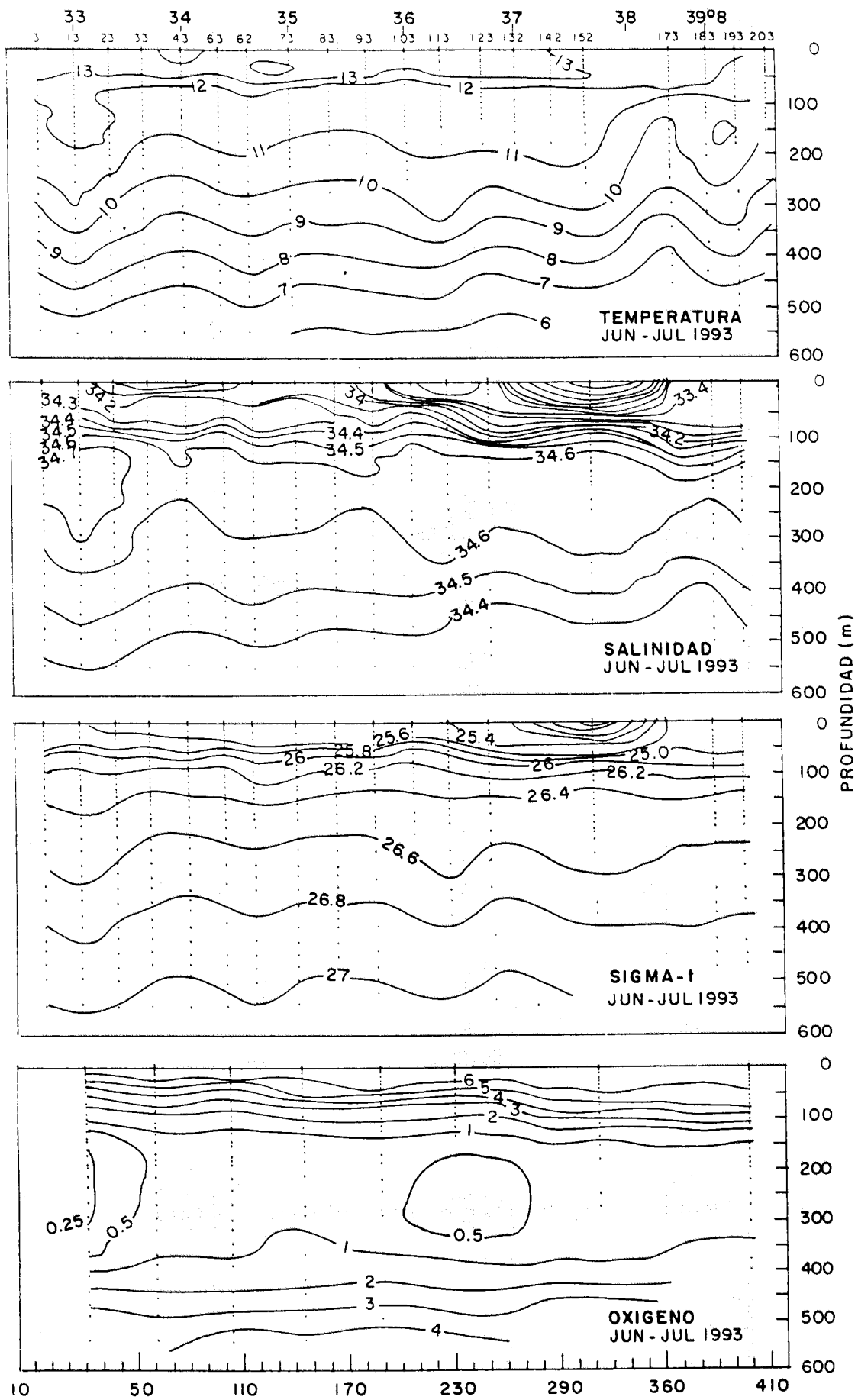


Fig. 11 Distribución vertical de: temperatura; salinidad; sigma t y oxígeno.

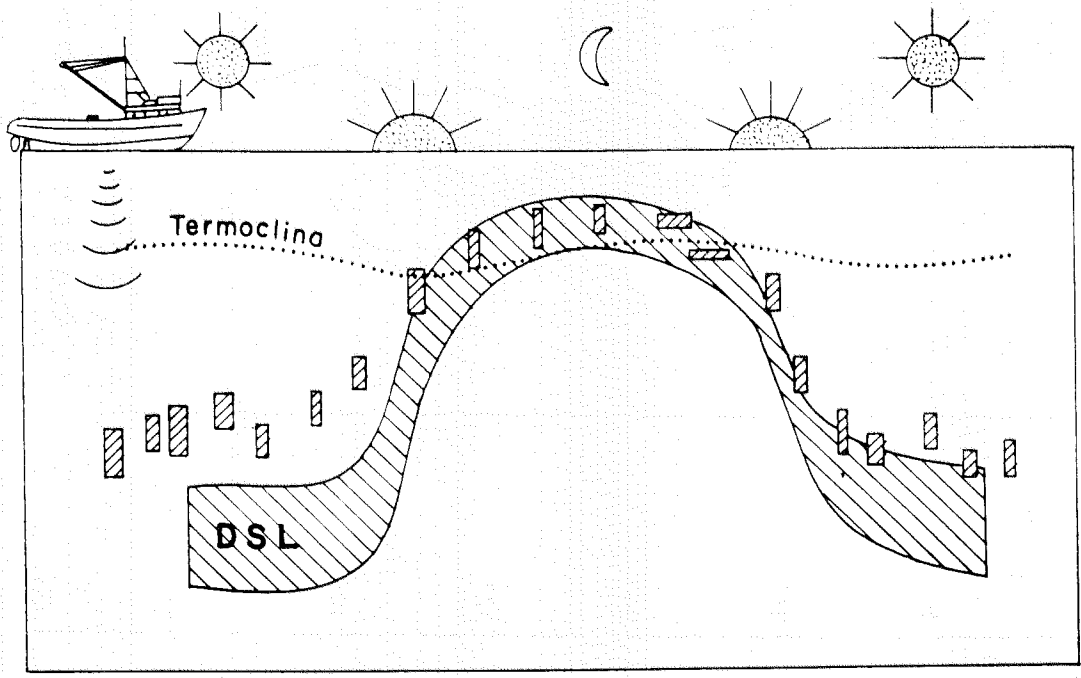


Fig. 12 Capa de dispersión profunda (CDP):

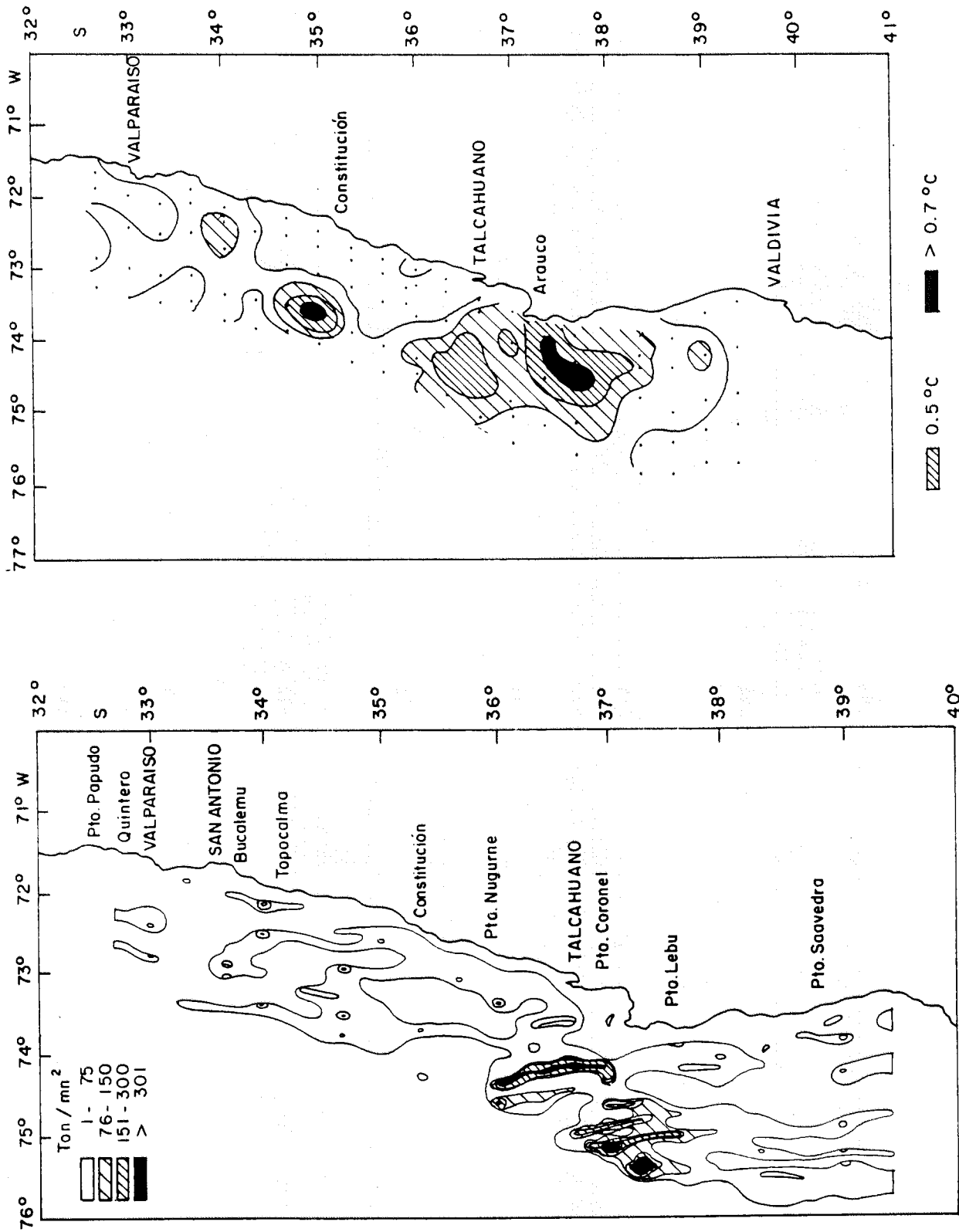


Fig. 13 Distribución de biomasa e inversiones térmicas. 1993.

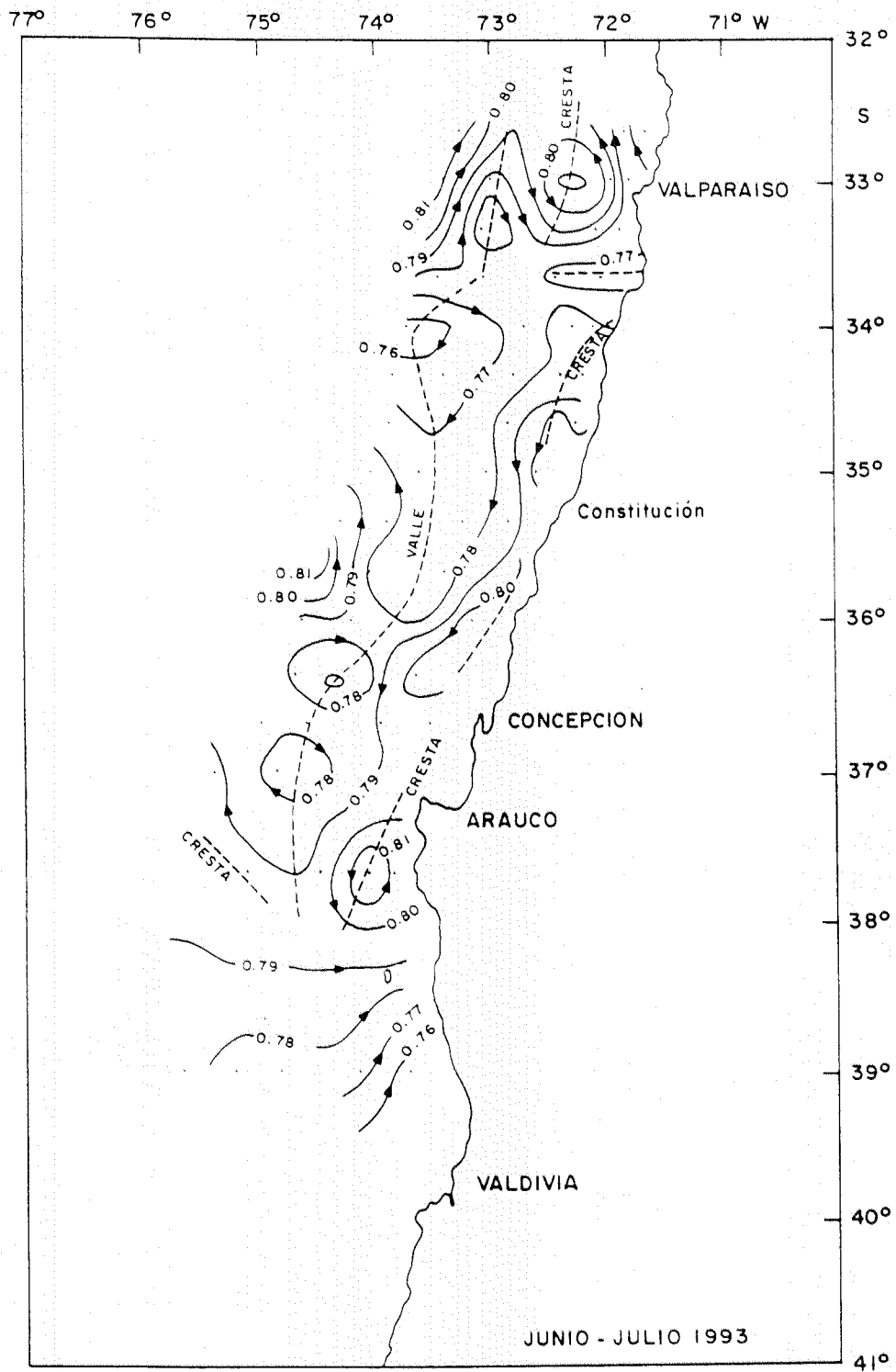


Fig. 14 Anomalia geopotencial de superficie, referido a 500 dbar. Crucero jurel; junio-julio 1993.

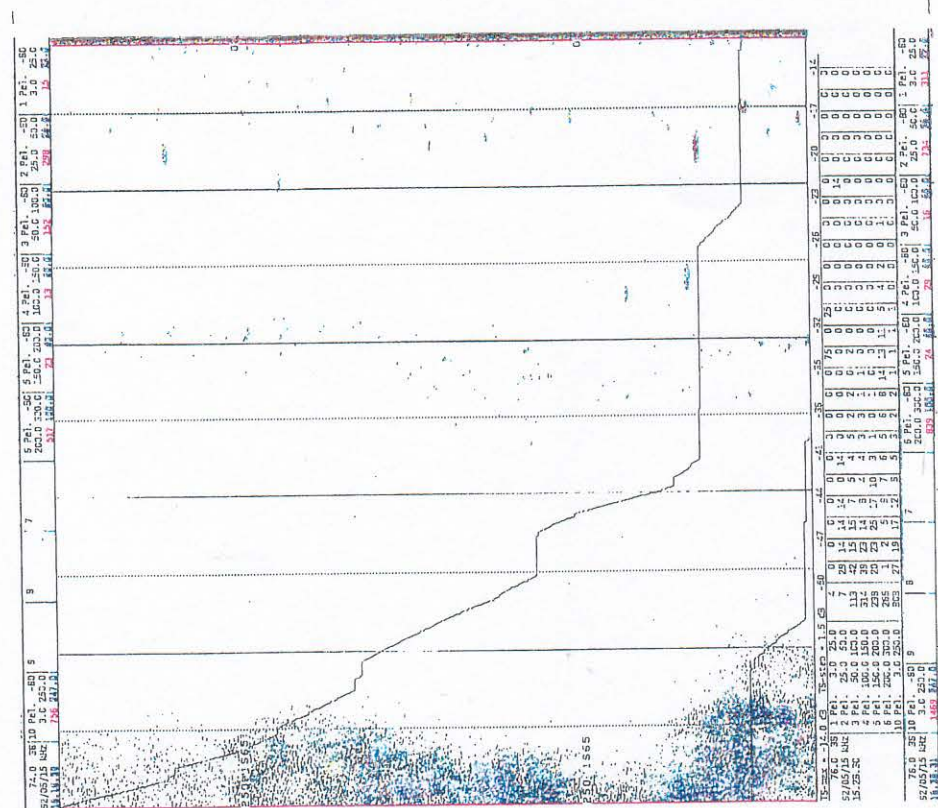
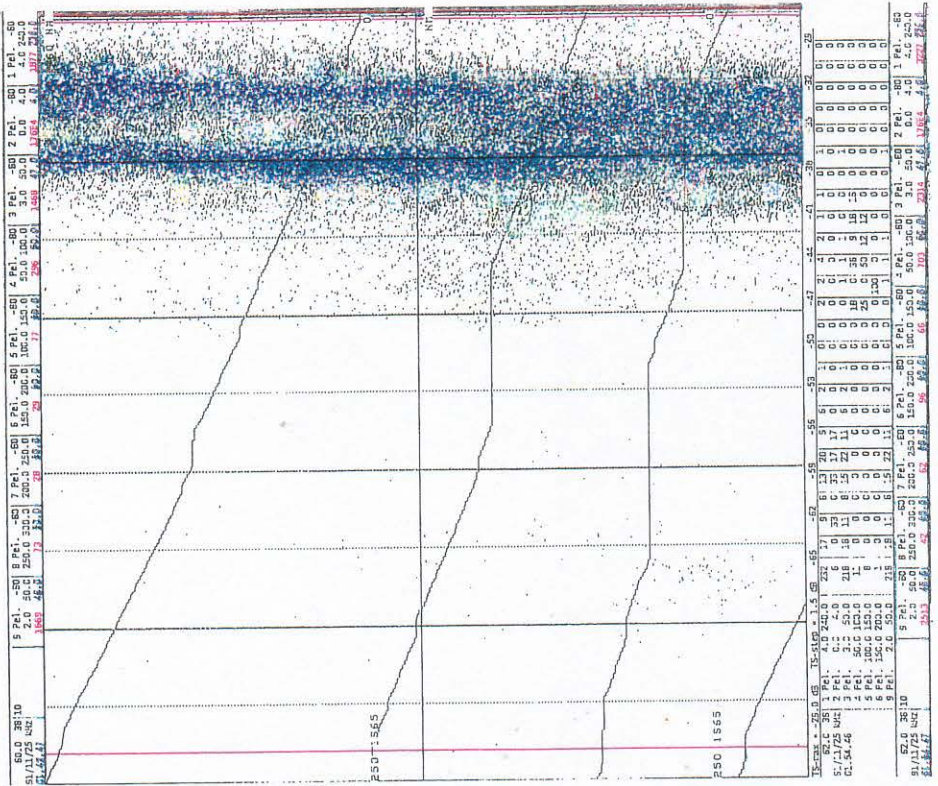


Fig.15 Distribución del jurel y capa de dispersión profunda (CDP).

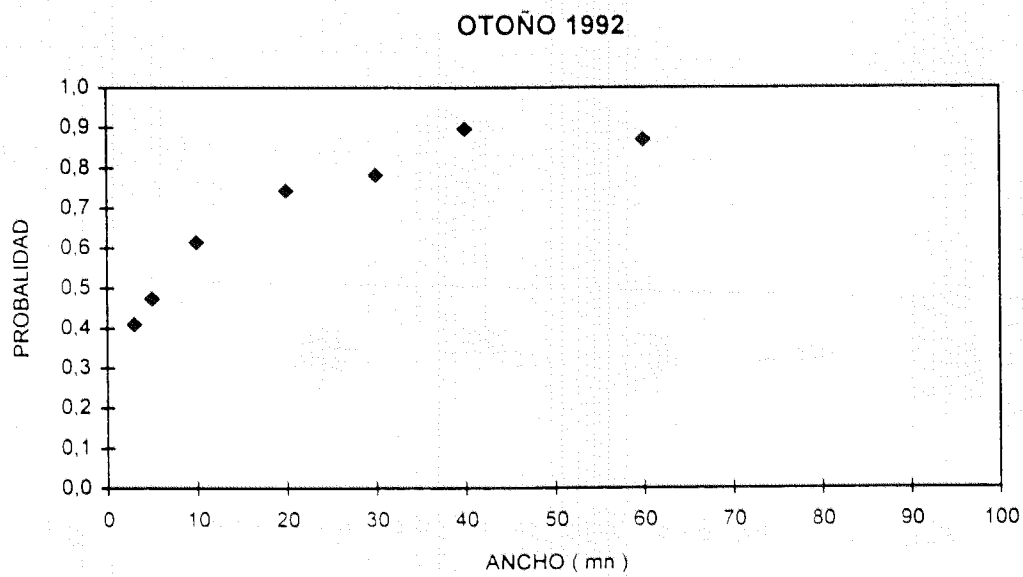
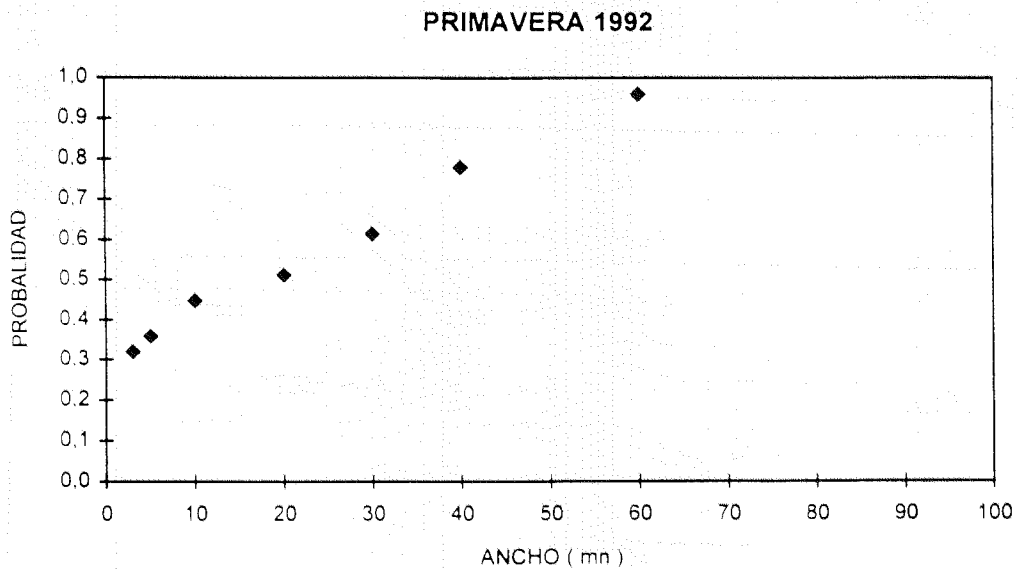


Fig. 16 Probabilidad de encuentros de jurel.

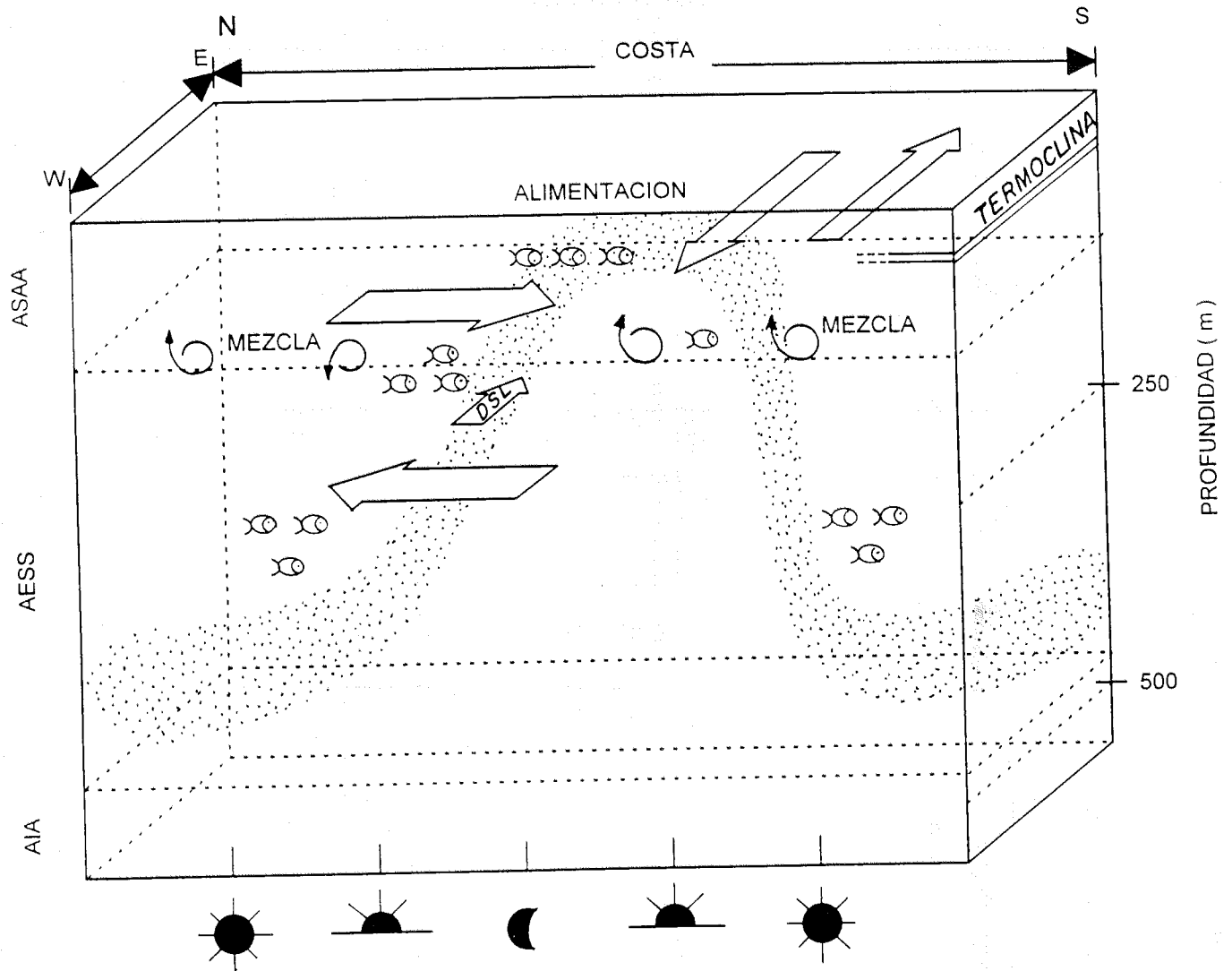


Fig. 17 Modelo conceptual de dinámica.