

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 93 - 02

INFORME : EVALUACION DIRECTA DEL STOCK DE
FINAL : JUREL EN LA ZONA CENTRO - SUR

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
EJECUTORA



INFORME FINAL

PROYECTO

**"EVALUACION DIRECTA DEL STOCK DE JUREL EN LA ZONA
CENTRO-SUR"**

REQUIRENTE : FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

EJECUTOR : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

INFORME FINAL

PROYECTO

**"EVALUACION DIRECTA DEL STOCK DE JUREL EN LA ZONA
CENTRO-SUR"**

(*) Autores:

| | | |
|-----------------------|---|---------------------|
| Rodolfo Serra | - | Jefe de Proyecto |
| Hugo Aranciabia | - | Trofodinámica |
| Dagoberto Arcos | - | Zooplancton |
| María Angela Barbieri | - | Hidroacústica |
| José L. Blanco | - | Oceanografía Física |
| José Córdova | - | Hidroacústica |
| Hermann Muñoz | - | Biología Pesquera |
| Sergio Núñez | - | Zooplancton |
| Jorge Osses | - | Clorofila |
| Renato Quiñones | - | Análisis Integrado |
| Hugo Robotham | - | Estadística |

(*) Ordenados por orden alfabético

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la estimación de la biomasa de jurel, su distribución y la relación entre ésta y las condiciones ambientales (oceanografía y zooplancton), obtenidos durante un crucero de investigación, que abarcó el área entre Papudo (32°40'S) y Cta. Queule (39°20'S), desde 5 millas de la costa hasta una distancia máxima de 110 millas y que se ejecutó entre el 20 de junio y 20 de julio de 1993.

El crucero consideró evaluación hidroacústica del jurel; pescas de media agua para la identificación de ecotrazos y obtención de muestras de jurel para análisis biológico pesquero; y estaciones oceanográficas y de zooplancton, para la obtención de información que permita relacionar la distribución de la biomasa de jurel con las condiciones oceanográficas y con sus ítemes alimentarios más relevantes (zooplancton).

La zona se prospectó con un total de 21 transectas, separadas 20 mn entre sí. Las estaciones oceanográficas y zooplanctónicas se localizaron a 10, 20, 40, 70 y 90 millas de la costa. En ellas se tomaron registros de temperatura y salinidad, hasta una profundidad de 600 metros y se realizaron pescas planctónicas mediante arrastres oblicuos con redes Bongo. En las transectas pares se tomaron muestras de agua con botellas para la determinación de oxígeno y clorofila. Con los datos oceanográficos obtenidos se calculó además la densidad del agua ($\sigma-t$), la anomalía del volumen específico y la anomalía geopotencial.

La evaluación hidroacústica se realizó con un ecointegrador SIMRAD EK-500 y en la frecuencia de 38 KHz. Como apoyo para sondear la zona superficial se usó la frecuencia de 120 kHz. Para cuantificar la biomasa de jurel se usó un diseño de muestreo sistemático de conglomerado de tamaño variable. Cada conglomerado correspondió con una transecta.

La identificación de los registros acústicos de jurel se realizó por medio de dos métodos: a) por el análisis de los registros y el coeficiente volumétrico de dispersión y b) por la interpretación de los ecogramas en conjunto con las pescas de identificación. Además se consideró la información de la flota pesquera cuando fue posible.

De las pescas de identificación, obtenidas con red de media agua, se obtuvieron muestras para propósitos de análisis biológico pesquero del jurel, el que consideró la composición de tamaño, peso individual total, sexo, madurez sexual y análisis de los contenidos estomacales.

La biomasa estimada de jurel fue de 1.990.000 toneladas, +/- 43.8%.

La evaluación de los tres métodos propuestos (conglomerado de tamaño variable, estratos agrupados y bootstrap), para estimar la biomasa y su varianza, determinó que el método de estratos agrupados permitía estimaciones de biomasa con mayor precisión.

La mayor concentración de la biomasa de jurel se encontró entre Pta. Nugurne (36°00'S) y Pta. Morguilla (37°40'S). El 88% de la biomasa cuantificada se concentró en este sector.

Al comparar el resultado de la evaluación de biomasa y su distribución con los obtenidos en 1991 y 1992, se aprecian importantes variaciones interanuales. Representa un 42% del estimado de 1991 y un aumento de un 45% respecto de la cifra de 1992.

La distribución geográfica de la abundancia presenta también importantes variaciones respecto a dichos años; de hecho la zona de concentración detectada en años anteriores al norte de Constitución no fue encontrada durante la prospección realizada este año, al igual que la abundancia de jurel al sur de Lebu fue menor.

La estructura de tamaños del jurel no presentó una distribución geográfica diferenciada por tamaños, así mismo, el hecho que el 52% de los jureles capturados eran juveniles, sugiere que está ingresando a la pesquería al menos una clase anual fuerte.

En general, las condiciones oceanográficas encontradas son las características para la época y zona de estudio. La temperatura superficial presentó valores entre 11.29 y 15.28°C y la capa de mezcla alcanzó 40 metros de profundidad en el sector norte, al sur de 37°S se profundizó, alcanzando hasta 80 metros. Bajo la capa de mezcla se localizó la termoclina permanente de muy bajo gradiente y bajo ella una capa de aproximadamente 100 metros de grosor, de características homotermas o con importantes inversiones de temperatura.

En la zona se encontraron tres masas de agua, que son: el Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES) y Agua Intermedia Antártica (AIAA). El ASSA presenta valores de temperatura entre 10 y 14°C y salinidades entre 33.9 y 34.4 y oxígeno sobre 4 ml/l. Esta masa de agua se encuentra desde la superficie hasta aproximadamente 100 metros. Desde 34°S hacia el sur, presenta modificaciones en los primeros 20 metros, producto de las aguas fluviales.

El AESS se encontró con valores de temperatura entre 7 y 12°C, salinidad entre 34.4 y 34.7, oxígeno menores de 3 ml/l y con un grosor de más de 300 metros. Comparativamente con años anteriores esta masa de agua presenta una intensificación del flujo hacia el sur.

El AIAA se encuentra bajo los 500 metros y presenta valores de temperatura de 7°C, salinidad menor de 34.4 y oxígeno mayor de 3 ml/l.

La circulación determinada en el área corresponde a la rama costera de la corriente de Humboldt, encontrándose el patrón general de circulación en superficie de un flujo hacia el sur entre dos flujos hacia el norte. Además, en el sentido latitudinal es posible distinguir cinco flujos superficiales, tres hacia la costa y dos hacia mar afuera, los que formarían parte de los giros y meandros de la corriente de Humboldt.

Respecto de la clorofila tanto su abundancia como su distribución son similares a las descritas para la zona y época. Las más altas concentraciones de clorofila-a está asociada a campos de circulación y estructuras superficiales que son sistemas de lenguas de agua, vórtices y gradientes de densidad, estos últimos provocados por el ingreso de agua de origen continental.

La composición del zooplancton encontrada en el presente estudio, a nivel de taxa mayores, es coincidente con lo reportado para similar área y período de estudio (otoño, 1992) y para sectores costeros de la Octava Región, siendo los copépodos el grupo dominante en número. Presentan valores de abundancia intermedia los grupos de eufáusidos, ostrácodos, poliquetos, miscidáceos y quetognatos.

La distribución espacial de los grupos zooplanctónicos importantes en número, muestran, como patrón general, las mayores abundancias asociadas a la zona más costera (< 20 m.n.) del área de estudio. Similar patrón de distribución es reportado para la biomasa zooplanctónica total, la que presenta una distribución relativamente homogénea en la zona oceánica del área de estudio.

Los resultados de biomasa zooplanctónica se presentan bajos, en comparación con otros períodos del año, sin embargo, pueden ser considerados normales para el período de estudio (invierno).

El análisis cuantitativo de la distribución espacial del ictioplancton reveló ausencia de estados larvales de jurel (T. symmetricus murphyi) en toda el área de prospección, hecho que es concordante con lo encontrado en el análisis de los datos del muestreo biológico de las capturas. Lo anterior indica que la especie no presenta una actividad reproductiva de importancia

durante el período de estudio, lo que es sustentado por Serra et al. (1979) quienes determinan la época de desove a partir de octubre-noviembre para la pesquería de Talcahuano.

Los resultados en relación a la alimentación del jurel indican una diversidad trófica poblacional (1.0) similar a la obtenida en el período de primavera de 1992.

Los eufáusidos aparecen como la presa más importante del jurel capturado en el margen oriental del Océano Pacífico Sur (Índice de Importancia Relativa modificado), siguiéndoles un orden de magnitud menor los peces linterna. El resto de las presas se presentan de manera marginal.

En el período de estudio (otoño de 1993), el jurel exhibe un sólo período de alimentación diario, comenzando en el inicio de la noche, con un máximo alrededor de las 03 horas del día siguiente, para disminuir progresivamente hacia las 05 horas, comportamiento que coincide con lo informado por otras investigaciones realizadas en la misma zona de estudio y para períodos relativamente similares.

Respecto del consumo poblacional del jurel, los resultados indican que, considerando una biomasa de 1.9 millones de toneladas (biomasa prospectada hidroacústicamente durante el crucero) y para un período de un mes, el jurel habría consumido alrededor de 1 millón de toneladas, correspondiendo el 95% a eufáusidos y un 4.7% a peces linterna.

Por otra parte, en relación a su propia biomasa, el jurel habría removido (en el período de estudio) una cantidad de biomasa de presas correspondiente a 54% de la biomasa presente del stock. Estos antecedentes apoyan la hipótesis de que el jurel se concentra frente al litoral de Chile centro-sur, en otoño/invierno, con el propósito de alimentarse. Su menor disponibilidad a partir de septiembre de cada año se debe a migraciones estacionales reproductivas hacia el mar abierto.

En relación a la distribución del zooplancton y las variables oceanográficas, no se encontraron asociaciones significativas entre variables biológicas seleccionadas (biomasa zooplanctónica, densidad de eufáusidos y de copépodos) y: i) variables físicas (temperatura, salinidad, oxígeno), ii) clorofila-a, iii) gradientes térmicos superficiales.

La zona de mayor concentración de jurel presentó correspondencia con la zona de mayor frecuencia de inversiones térmicas. Además, existe una relación significativa entre la distribución espacial del jurel y la de sus ítemes alimentarios. Sin embargo, esta relación sólo explica el 8% de la variación observada. Es

importante destacar que a nivel cualitativo aparece una asociación importante entre el jurel y la distribución de eufáusidos, cuando la escala de análisis es mayor a aproximadamente 30 millas.

No se presentó ninguna asociación entre la distribución del jurel y las siguientes variables: temperatura superficial, salinidad superficial, oxígeno superficial; y temperatura, salinidad y oxígeno en el intervalo batimétrico del jurel, y concentración de biomasa fitoplactónica (clorofila-a integrada).

Las hipótesis sobre la relación entre la distribución espacial del jurel con la base de la termoclina y la presencia de frentes oceanográficos superficiales, no tuvieron sustentación de acuerdo a los resultados obtenidos.

2. INDICE GENERAL

| | <u>Pág.</u> |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. RESUMEN EJECUTIVO | 1 |
| 2. INDICE GENERAL | 4 |
| 3. INDICE DE FIGURAS | 14 |
| 4. OBJETIVOS GENERALES | 14 |
| 5. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 14 |
| 6. ANTECEDENTES | 15 |
| 7. METODOLOGIA | 15 |
| 7.1 Aspectos generales | 15 |
| 7.1.1 Crucero | 15 |
| 7.1.2 Personal participante | 16 |
| 7.2 Oceanografía | 17 |
| 7.2.1 Colecta de muestras y registro de datos | 17 |
| 7.2.2 Procesamiento de la información | 17 |
| 7.3 Zooplancton | 19 |
| 7.3.1 Diseño de muestreo | 19 |
| 7.3.2 Colecta de las muestras | 19 |
| 7.3.3 Procesamiento de la información | 20 |
| 7.4 Prospección hidroacústica | 21 |
| 7.4.1 Calibración electroacústica | 21 |
| 7.4.2 Diseño muestral | 23 |
| 7.4.3 Información acústica | 23 |
| 7.4.4 Análisis estadístico de la información acústica | 25 |
| 7.4.5 Cálculo de la abundancia y su varianza | 28 |
| 7.4.6 Medida de precisión del estimado | 33 |
| 7.5 Biología Pesquera | 34 |
| 7.5.1 Estructura de las capturas | 35 |
| 7.5.2 Aspectos reproductivos | 35 |
| 7.5.2 Alimentación | 36 |
| 7.6 Relación entre las condiciones ambientales y la distribución del jurel | 40 |

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.6.1 | Relación entre la distribución del jurel y las variables oceanográficas | 40 |
| 7.6.2 | Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton | 41 |
| 7.6.3 | Relación entre la distribución del jurel y la concentración de clorofila | 42 |
| 7.6.4 | Análisis multivariado de las relaciones entre la biomasa de jurel y las variables oceanográficas y planctónicas | 43 |
| 7.6.5 | Relaciones entre la distribución zooplanctónica y las variables oceanográficas | 44 |
| 8. | RESULTADOS Y ANALISIS | 46 |
| 8.1 | Condiciones oceanográficas | 46 |
| 8.1.1 | Oceanografía | 46 |
| 8.1.2 | Clorofila | 50 |
| 8.1.3 | Discusión de las condiciones ambientales | 54 |
| 8.2 | Zooplancton | 60 |
| 8.2.1 | Composición y Abundancia Zooplancton | 60 |
| 8.2.2 | Distribución Espacial de Zooplancton | 62 |
| 8.2.3 | Biomasa Zooplanctónica | 63 |
| 8.2.4 | Composición y Abundancia Ictioplancton | 66 |
| 8.2.5 | Distribución Espacial de Ictioplancton | 70 |
| 8.2.6 | Muestreo Intensivo | 71 |
| 8.2.7 | Discusión del zooplancton | 75 |
| 8.3 | Evaluación hidroacústica del jurel | 78 |
| 8.3.1 | Calibración electroacústica | 78 |
| 8.3.2 | Abundancia del recurso | 80 |
| 8.3.3 | Distribución geográfica del recurso | 88 |
| 8.3.4 | Distribución batimétrica del recurso | 88 |
| 8.3.5 | Comportamiento diurno y nocturno del recurso | 89 |
| 8.3.6 | Comportamiento del recurso frente al arte de pesca | 90 |
| 8.3.7 | Discusión de los resultados de hidroacústica | 90 |
| 8.4 | Aspectos biológico pesqueros | 92 |
| 8.4.1 | Información derivada de las capturas | 92 |

| | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.4.1.1 | Estadísticas | 92 |
| 8.4.1.2 | Composición de tamaños | 94 |
| 8.4.1.3 | Relación longitud-peso | 95 |
| 8.4.1.4 | Proporción sexual | 98 |
| 8.4.1.5 | Aspectos reproductivos | 98 |
| 8.4.2 | Alimentación | 100 |
| 8.4.2.1 | Diversidad Trófica | 100 |
| 8.4.2.2 | Importancia Relativa de las Presas | 101 |
| 8.4.2.3 | Análisis de Similitud | 101 |
| 8.4.2.4 | Selectividad de Presas por Tamaño | 102 |
| 8.4.2.5 | Consumo Poblacional | 103 |
| 8.4.3 | Discusión aspectos biológico pesqueros | 104 |
| 8.5 | Relación entre las condiciones oceanográficas, zooplancton y la distribución del jurel | 106 |
| 8.5.1 | Variables superficiales | 106 |
| 8.5.2 | Variables en dimensión vertical | 107 |
| 8.5.3 | Relación del jurel con la base de la termoclina y con la capa de mezcla | 107 |
| 8.5.4 | Relación entre la distribución del jurel y la presencia de gradientes de temperatura superficial | 107 |
| 8.5.5 | Relación entre la distribución del recurso jurel y aquellas zonas con presencia de inversiones térmicas | 107 |
| 8.5.6 | Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton | 110 |
| 8.5.7 | Relación entre la distribución del jurel y la concentración de clorofila | 113 |
| 8.5.8 | Análisis multivariado de la relación entre el jurel y las condiciones bio-oceanográficas | 113 |
| 8.5.9 | Relaciones entre variables biológicas y ambientales | 118 |
| 9. | DISCUSION GENERAL | 121 |
| 10. | CONCLUSIONES | 126 |
| 11. | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 132 |
| 12. | ANEXO DE FIGURAS | |

3. INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1. Distribución geográfica de las estaciones y transectas
- Fig. 2. Distribución superficial de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y b) salinidad. Crucero Jurel. Junio-julio 1993.
- Fig. 3. Distribución superficial de a) Sigma-t (Kg/m^3) y b) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Crucero Jurel. Junio-julio 1993.
- Fig. 4. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 1. Crucero Jurel. Junio 1993.
- Fig. 5. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 2. Crucero Jurel. Junio 1993.
- Fig. 6. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 3. Crucero Jurel. Junio 1993.
- Fig. 7. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 4. Crucero Jurel. Junio 1993.
- Fig. 8. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 5. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 9. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 6. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 10. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 7. Crucero Jurel. julio 1993.

- Fig. 11. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 8. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 12. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 9. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 13. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 10. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 14. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 11. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 15. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 12. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 16. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 13. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 17. Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), a) en la transecta 14 y b) en la transecta 15. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 18. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 16. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 19. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 20. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 20. Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), en a) transecta 18, b) transecta 19 y c) en transecta 21. Crucero Jurel. julio 1993.
- Fig. 21. Diagramas t-s para las estaciones de la transecta a) 2, b) 11, c) 20 y d) paralela a la costa. Crucero Jurel. junio-julio 1993.

- Fig. 22. Anomalia geopotencial de superficie, referida a 500 dbar. Crucero Jurel. junio-julio 1993.
- Fig. 23. Distribución a) superficial y b) integrada entre 0 y 100 m, de clorofila a (mg/m^3). Crucero Jurel junio-julio 1993.
- Fig. 24. Gráfico de la relación entre la clorofila a superficial (mg/m^3) y la clorofila a integrada (mg/m^3). Crucero Jurel junio-julio 1993.
- Fig. 25. Distribución a) superficial y b) integrada entre 0 y 100 m., de los feopigmentos (mg/m^3). Crucero Jurel junio-julio 1993.
- Fig. 26. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como $\sigma\text{-t}$) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 2. Crucero Jurel junio-julio de 1993.
- Fig. 27. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como $\sigma\text{-t}$) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 4. Crucero Jurel junio-julio de 1993.
- Fig. 28. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como $\sigma\text{-t}$) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 6. Crucero Jurel junio-julio de 1993.
- Fig. 29. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como $\sigma\text{-t}$) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 8. Crucero Jurel junio-julio de 1993.
- Fig. 30. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como $\sigma\text{-t}$) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 10. Crucero Jurel junio-julio de 1993.
- Fig. 31. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como $\sigma\text{-t}$) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 12. Crucero Jurel junio-julio de 1993.

- Fig. 32. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como sigma-t) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 16. Crucero Jurel junio-julio de 1993.
- Fig. 33. a) y b) Registro continuo de temperatura superficial en las transectas 1 a 21. Los triángulos representan sectores de alta agregación de jurel y los círculos indican las mayores biomásas de zooplancton. Crucero Jurel. junio-julio 1993.
- Fig. 34. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta paralela a la costa. Crucero Jurel. Junio-julio 1993.
- Fig. 35. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind. m^{-3}). Transectas 1 a 6.
- Fig. 36. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind. m^{-3}). Transectas 7 a 12.
- Fig. 37. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind. m^{-3}). Transectas 13 a 18.
- Fig. 38. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind. m^{-3}). Transectas 19 a 21.
- Fig. 39. Distribución espacial de la abundancia de copépodos ($\text{ind. } 1000 \text{ m}^{-3}$) en el área de estudio.
- Fig. 40. Distribución espacial de la abundancia de eufáusidos ($\text{ind. } 1000 \text{ m}^{-3}$) en el área de estudio.
- Fig. 41. Distribución espacial de la abundancia de ostrácodos ($\text{ind. } 1000 \text{ m}^{-3}$) en el área de estudio.
- Fig. 42. Distribución espacial de la abundancia de apendicularias ($\text{ind. } 1000 \text{ m}^{-3}$) en el área de estudio.
- Fig. 43. Distribución espacial de la abundancia de quetognatos ($\text{ind. } 1000 \text{ m}^{-3}$) en el área de estudio.

- Fig. 44. Distribución espacial de la abundancia de medusas (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.
- Fig. 45. Distribución espacial de la abundancia de miscidáceos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.
- Fig. 46. Distribución espacial de la abundancia de zoeas de crustáceos decápodos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.
- Fig. 47. Distribución espacial de la abundancia de larvas de eufáusidos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.
- Fig. 48. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica (g peso húmedo 1000 m⁻³) en el área de estudio.
- Fig. 49. Biomasa zooplanctónica promedio (g m⁻³) por sector de estudio. Evaluación perpendicular a la costa.
- Fig. 50. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²) por sector de estudio.
- Fig. 51. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²) por sector de estudio.
- Fig. 52. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector I.
- Fig. 53. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector I.
- Fig. 54. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector II.
- Fig. 55. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector II.
- Fig. 56. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector III.
- Fig. 57. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector III.
- Fig. 58. Frecuencia acumulada relativa de huevos. Sector I.
- Fig. 59. Frecuencia acumulada relativa de larvas. Sector I.

- Fig. 60. Frecuencia acumulada relativa de huevos. Sector II.
- Fig. 61. Frecuencia acumulada relativa de larvas. Sector II.
- Fig. 62. Frecuencia acumulada relativa de huevos. Sector III.
- Fig. 63. Frecuencia acumulada relativa de larvas. Sector III.
- Fig. 64. Distribución espacial de huevos de H. brunni.
- Fig. 65. Distribución espacial de huevos de E. ringens.
- Fig. 66. Distribución espacial de huevos de S. sagax.
- Fig. 67. Distribución espacial de huevos de M. gayi.
- Fig. 68. Distribución espacial de Otros Huevos.
- Fig. 69. Distribución espacial de Huevos Totales.
- Fig. 70. Distribución espacial de larvas de H. brunni.
- Fig. 71. Distribución espacial de larvas de E. ringens.
- Fig. 72. Distribución espacial de larvas de S. sagax.
- Fig. 73. Distribución espacial de larvas de M. gayi.
- Fig. 74. Distribución espacial de Otras Larvas.
- Fig. 75. Distribución espacial de Larvas Totales.
- Fig. 76. Distribución geográfica de abundancia de jurel. Cruceros de 1991, 1992 y 1993.
- Fig. 77. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. Sector Punta Papudo a sur de Constitución. Crucero junio-julio de 1993.
- Fig. 78. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. Sector Punta Nugurne a Punta Morguilla. Crucero junio-julio de 1993.
- Fig. 79. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. a) Sector Punta Morguilla a Bahía Queule. Crucero junio-julio de 1993. b) Sector sur del crucero de noviembre-diciembre de 1992.

- Fig. 80. Distribución geográfica de jurel. Crucero junio-julio de 1993.
- Fig. 81. Distribución en profundidad de jurel por sectores. junio-julio de 1993.
- Fig. 82. Distribución en profundidad de jurel y su relación con la dinámica de la capa de dispersión profunda.
- Fig. 83. Distribución geográfica de jurel. Crucero junio-julio de 1991.
- Fig. 84. Distribución geográfica de jurel. Crucero mayo-junio de 1992.
- Fig. 85. Posición de la flota cerquera de la VIII región (14.06.93-26.07.93).
- Fig. 86. Posición de los lances de pesca realizados en el crucero de junio-julio de 1993.
- Fig. 87. Distribución de tallas por sexo y total en jurel. Crucero de junio-julio de 1993.
- Fig. 88. Distribución acumulada de tallas por sexo y total en jurel. Crucero de junio-julio de 1993.
- Fig. 89. Distribución de tallas por sexo y total en jurel. Muestreos de la flota cerquera de la VIII Región. Junio-julio de 1993.
- Fig. 90. Distribución acumulada de tallas por sexo y total en jurel. Muestreos de la flota cerquera de la VIII Región. Junio-julio de 1993.
- Fig. 91. Tamaño promedio y desviación estándar de la distribución de tallas de jurel por lance de pesca muestreado (muestras de 50 ejemplares). Crucero de junio-julio de 1993.
- Fig. 92. Distribución de tallas y pesos muestreados y modelo ajustado. Hembras de jurel. Crucero junio-julio de 1993.
- Fig. 93. Distribución de tallas y pesos muestreados y modelo ajustado. Machos de jurel. Crucero junio-julio de 1993.
- Fig. 94. Distribución de tallas y pesos muestreados y modelo ajustado. Jurel. Crucero junio-julio de 1993.

- Fig. 95. Modelos estimados para las relaciones longitud-peso en jurel muestreado en tres cruceros de evaluación.
- Fig. 96. Proporción sexual por rango de tallas en jurel. Crucero junio-julio de 1993. Las flechas indican los límites de las tallas muestreadas. La línea continua rangos con $n > 5$ ejemplares.
- Fig. 97. Proporción sexual por rango de tallas en jurel. Muestreo de la pesca de cerco en junio-julio de 1993. Las flechas indican los límites de las tallas muestreadas. La línea continua rangos con $n > 5$ ejemplares.
- Fig. 98. Proporción sexual por rango de tallas en jurel. Crucero mayo-junio de 1993. Las flechas indican los límites de las tallas muestreadas. La línea continua rangos con $n > 5$ ejemplares.
- Fig. 99. Importancia relativa de las presas de jurel.
- Fig. 100. Composición del alimento (porcentaje en peso) por grupos de tamaño del jurel
- Fig. 101. Selectividad de presas por tamaño del jurel en sus dos principales presas y total.
- Fig. 102. 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. 103. 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).
- Fig. 104. Distribución de tallas por sexo y total en jurel. Crucero de mayo-junio de 1992.
- Fig. 105. Distribución acumulada de tallas por sexo y total en jurel. crucero de mayo-junio de 1992.
- Fig. 106. Relación entre la biomasa del jurel (S_a) y la salinidad superficial.
- Fig. 107. Relación entre la biomasa del jurel (S_a) y la densidad superficial (kg/m^3).

- Fig. 108. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).
- Fig. 109. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la salinidad (promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).
- Fig. 110. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la concentración de oxígeno (ml/l; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).
- Fig. 111. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la densidad (kg/m^3 ; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).
- Fig. 112. Relación entre la profundidad de localización del jurel (m) y la profundidad de la base de la termoclina (m).
- Fig. 113. Relación entre la profundidad de localización del jurel (m) y la profundidad de la capa de mezcla (m).
- Fig. 114. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la profundidad de la capa de mezcla (m).
- Fig. 115. Presencia de inversiones térmicas en la zona de estudio.
a) superficiales (0-50 m), y b) subsuperficiales (70-200m).
- Fig. 116. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la biomasa de zooplancton (g/m^3).
- Fig. 117. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de eufáusidos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$).
- Fig. 118. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de anfípodos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$).
- Fig. 119. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de copépodos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$).
- Fig. 120. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de quetognatos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$).
- Fig. 121. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la concentración de clorofila integrada (mg/m^2).

- Fig. 122. Relación entre la biomasa de zooplancton (g/m^3) y: a) temperatura promedio ponderada ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad promedio ponderada, c) densidad promedio ponderada (en unidades de sigma t), y d) oxígeno promedio ponderado (mg/ml).
- Fig. 123. Relación entre la biomasa de zooplancton (g/m^3) y: a) clorofila integrada (mg/m^2), y b) feopigmentos integrados (mg/m^2).
- Fig. 124. Relación entre la abundancia de eufáusidos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$) y: a) temperatura promedio ponderada ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad promedio ponderada, c) densidad promedio ponderada (en unidades de sigma t), y d) oxígeno promedio ponderado (mg/ml).
- Fig. 125. Relación entre la abundancia de eufáusidos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$) y: a) clorofila integrada (mg/m^2), y b) feopigmentos integrados (mg/m^2).
- Fig. 126. Relación entre la abundancia de copépodos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$) y: a) temperatura promedio ponderada ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad promedio ponderada, c) densidad promedio ponderada (en unidades de sigma t), y d) oxígeno promedio ponderado (mg/ml).
- Fig. 127. Relación entre la abundancia de copépodos ($\text{ind.}/1000\text{m}^3$) y: a) clorofila integrada (mg/m^2), y b) feopigmentos integrados (mg/m^2).
- Fig. 128. Distribución batimétrica de las agregaciones de jurel y su relación con la capa de inversiones térmicas para cuatro transectas.

4. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general del estudio es cuantificar la biomasa de jurel (Trachurus symmetricus murphyi) en el litoral marítimo de las regiones V a IX, circunscrita a las primeras 150 millas medidas desde la costa, y la determinación de las condiciones oceanográficas asociadas a su distribución y abundancia relativa, con el propósito de disponer de información actualizada y oportuna del stock de jurel, de manera que permita evaluar el estado de explotación de dicho recurso.

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos del proyecto son:

- a) Determinar la distribución del recurso jurel en el área a prospectar.
- b) Determinar la biomasa total del recurso jurel en el área a prospectar.
- c) Establecer las relaciones tróficas que determinan la distribución espacial y batimétrica del jurel.
- d) Registrar las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución pelágica del recurso en el área a prospectar.
- e) Establecer relaciones entre las condiciones oceanográficas y los resultados de la evaluación hidroacústica.
- f) Caracterizar la comunidad zooplanctónica en el área a prospectar y evaluar su relación con procesos oceanográficos.

En el presente informe se entregan los resultados, análisis y conclusiones finales del proyecto.

6. ANTECEDENTES

La abundancia del jurel en la zona, da origen a una actividad pesquera importante, tanto en el sector costero como en el oceánico de la zona central, donde opera una flota de barcos fábrica de origen ruso. En los últimos años las capturas nacionales e internacionales, principalmente rusas superaron el nivel de 3.5 millones de toneladas, de las cuales más del 60% corresponden a la zona centro-sur, donde la mayor captura la obtiene la pesquería de

Talcahuano, la que entre los años 1990 y 1992 obtuvo 1.8, 2.3 y 2.2 millones de toneladas respectivamente. Este crecimiento sostenido de los desembarques, particularmente en la zona central, ha generado expectativas importante en relación a su potencial productivo, lo que últimamente se ha traducido en inversiones de magnitud en flota y plantas de reducción en San Antonio.

La relevancia de la pesquería del jurel en la economía del país hace necesario acrecentar el conocimiento biológico pesquero sobre este recurso, a objeto de sustentar el ordenamiento y desarrollo sustentable de su pesquería. Bajo este contexto el Consejo de Investigación Pesquera consideró necesario disponer de estimados de biomasa de jurel por métodos hidroacústicos, así como de información de las condiciones ambientales que podrían determinar la distribución espacial de la abundancia del recurso.

De acuerdo con las bases administrativas y especiales del proyecto corresponde entregar un preinforme final que incluya los resultados y conclusiones del trabajo desarrollado.

El estudio fue llevada a cabo por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y el Instituto de Investigación Pesquera - Octava Región.

7. METODOLOGIA

7.1 ASPECTOS GENERALES

7.1.1 Crucero

El crucero de investigación se desarrolló entre Puerto Papudo ($32^{\circ}40'S$) y Caleta Queule ($39^{\circ}20'S$), desde cinco millas de la costa y hasta un límite máximo de 110 mn. (Figura 1).

La zona de estudio se dividió en tres sectores:

| | |
|-----|--------------------------------------|
| I | $32^{\circ} 40'$ a $35^{\circ} 30'S$ |
| II | $35^{\circ} 31'$ a $37^{\circ} 30'S$ |
| III | $37^{\circ} 31'$ a $39^{\circ} 20'S$ |

El área de estudio se prospectó con un total de 21 transectas perpendiculares a la costa y equidistantes entre si cada 20 millas náuticas (mn); dieciséis de ellas tuvieron una extensión de 90 mn, en tanto que las seis restantes cubrieron entre 97 a 110 mn. La extensión de las transectas fue producto de la detección de concentraciones importantes de jurel en el límite de las 90 mn, siendo en consecuencia necesario delimitar estas zonas de alta concentración de acuerdo a lo señalado en la propuesta técnica (Figura 1).

La baja densidad del recurso jurel en el sector I no permitió llevar a cabo el muestreo intensivo programado para zonas de abundancia. Sin embargo, éstos se realizaron en el sector II, donde mayoritariamente se concentró el recurso. El muestreo intensivo se realizó específicamente en la transecta 11 a 30 mn de la costa y entre 70 y 87 mn; así como en la transecta 14 entre 50 y 64 mn. En esta zona se llevaron a cabo un total de 9 estaciones de zooplancton y 10 estaciones oceanográficas.

Es necesario señalar que las condiciones de mal tiempo imperantes durante la prospección en el sector sur (37°30'S a 39°20'S) no permitieron realizar algunas estaciones de oceanografía y zooplancton. También afectó la realización de muestreos intensivos en este sector, a pesar de permanecer dos días en la zona seleccionada para este efecto.

En cada una de las estaciones de muestreo se registró información de carácter complementario consistente en: profundidad de ecosonda, temperatura ambiental, estado del mar, nubes, velocidad del viento y posición geográfica de la estación de muestreo.

7.1.2 Personal participante

Instituto de Fomento Pesquero

| | |
|-------------------|--------------------|
| Rodolfo Serra | Jefe de Proyecto |
| José L. Blanco | Oceanografía |
| Jorge Osses | Oceanografía |
| Hernán Reyes | Oceanografía |
| José Córdova | Hidroacústica |
| María A. Barbieri | Hidroacústica |
| Adrián Paillamán | Hidroacústica |
| Hugo Robotham | Hidroacústica |
| Manuel Rojas | Hidroacústica |
| Hermann Muñoz | Biología Pesquera |
| Renato Quiñones | Análisis Integrado |
| Wladimir Garrido | Muestreo |

Instituto de Investigación Pesquera

| | |
|------------------|---------------|
| Sergio Núñez | Zooplancton |
| Dagoberto Arcos | Zooplancton |
| Jorge Olea | Zooplancton |
| Hernán Gaete | Zooplancton |
| Mario Herrera | Zooplancton |
| Hugo Arancibia | Trofodinámica |
| Marta Fuentealba | Trofodinámica |
| Lilian Troncoso | Trofodinámica |

7.2 OCEANOGRAFIA

7.2.1 Colecta de muestras y registro de datos

Se efectuaron 101 estaciones oceanográficas, distribuidas en 21 transectas separadas en 20 millas cada una (Figura 1). Las estaciones se localizaron en las transectas a 10, 20, 40, 70 y 90 millas de la costa. Además, en el contexto del muestreo intensivo se realizaron 10 estaciones, seleccionándose para este efecto las áreas donde se detectó gran concentración de jurel.

En 79 estaciones de la grilla de muestreo se obtuvieron registros verticales continuos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad, hasta un máximo de 600 dbar, mediante un CTD, equipado con un muestreador automático tipo roseta, con 12 botellas Niskin de 5 litros y termómetros de inversión. Por condiciones meteorológicas adversas en 22 estaciones se utilizó un batitermógrafo TSK MICOM-BT registrándose solamente el perfil de temperatura; la salinidad y oxígeno se obtuvieron de muestras superficiales.

La información oceanográfica fue complementada con datos de temperatura superficial, registrada cada 1 minuto con el equipo Electronic Plankton Counter System (EPCS).

En las transectas pares, de las botellas se colectó muestras de agua en las profundidades estándares de 0, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, y 600 metros como máximo, para la cuantificación de oxígeno disuelto, pigmentos fotosintéticos y sus productos de degradación, entre 0 y 100 m (i.e. clorofila a y feopigmentos) y eventualmente salinidad. Esto último para verificar el funcionamiento del sensor de conductividad del CTD.

7.2.2 Procesamiento de la información

El procesamiento de estas muestras se realizó con procedimientos oceanográficos estándares: la salinidad mediante un salinómetro de inducción marca AUTOLAB modelo 601; la concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler modificado por Carpenter (1965); la temperatura con termómetros de inversión; y los pigmentos vegetales fueron determinados por espectrofotometría, de acuerdo con Parsons *et al.* (1984).

Debido a que los registros del CTD no indicaron diferencias con los datos obtenidos de las muestras discretas, no fue necesario corregir la data. Posteriormente se revisó cada uno de los perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno, con el objeto de validar la información. Para ello se tuvo presente los perfiles típicos para

el área y época, las características oceanográficas generales del sector, el estado del mar y la operación y funcionamiento de los instrumentos.

Con los datos así obtenidos se calculó, para profundidades estándar del CTD, la densidad (σ_t) mediante la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980. (Millero y Poisson, 1981 y UNESCO 1981a y 1981b); la anomalía del volumen específico ($\times 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$), por la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 y la escala práctica de salinidad de 1978 (Millero *et al.*, 1980; Millero y Poisson, 1981; UNESCO, 1981a, 1981b y 1983); y la anomalía geopotencial ($10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$) de superficie (0 metro), referida al nivel de 500 dbar, mediante la ecuación de LaFond (1951).

En las estaciones costeras donde la profundidad fue inferior a 500 metros pero superior a 200, los valores de la anomalía geopotencial fueron calculados referidos a 500 metros, según el método propuesto por Reid y Mantyla (1976).

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981c), y por conveniencia se anotan omitiendo el factor 10^{-2} .

Se calculó el consumo o producción aparente de oxígeno (AOU/P), para lo cual, al valor de saturación obtenido mediante el polinomio de Weiss (1970), se le restó la concentración medida de oxígeno; los valores mayores de cero corresponden a consumo de oxígeno y los negativos a producción.

Con los datos ya procesados se confeccionaron cartas superficiales de distribución de las variables temperatura, salinidad, oxígeno, densidad y anomalía geopotencial de superficie, referida a 500 dbar, clorofila a (clo-a) y feopigmentos (feop).

Asimismo, se confeccionaron gráficos de distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto, en transectas perpendiculares a la costa. Además se graficó una transecta paralela a la costa. En este caso las estaciones incluidas están ubicadas en la franja entre 40 y 70 millas de la costa (línea punteada en Figura 1). El criterio de selección fue que se encontraran en un mismo sentido de flujo indicado en la carta de anomalía geopotencial.

Para el análisis de las masas de agua se utilizaron los diagramas t-s de las transectas 2, 11, 20 y de la sección paralela a la costa.

Finalmente, para determinar las áreas donde se encuentran los mayores gradientes horizontales de temperatura superficial, se utilizó un sistema de flujo continuo, cuya toma de agua está situada por la banda de babor a una profundidad de 2,5 metros y registra los datos cada un minuto.

En este informe se incluyen sólo las figuras con información más relevante, dado que en el segundo informe de avance se incluyó la totalidad de las figuras, que ilustran detalladamente la descripción de las condiciones oceanográficas.

7.3 ZOOPLANCTON

7.3.1 Diseño de muestreo

El diseño muestral involucró estaciones de muestreo planctónico, las que fueron realizadas en las transectas y estaciones según lo indicado en 7.2.1. El 60% de los lances planctónicos fueron nocturnos y el 40% diurnos.

El programa de muestreo intensivo, involucró actividades desarrolladas en áreas de interés, las que estuvieron centradas en el sector II del área de estudio, zona en la que fueron realizadas un total de 8 estaciones de muestreo, involucrando arrastres oblicuos y verticales (a diferentes estratos de profundidad).

7.3.2 Colecta de las muestras

Durante la realización del estudio, en cada una y todas las estaciones de muestreo, se realizaron pescas planctónicas a través de lances oblicuos con redes tipo Bongo de 65 cm de boca y mallas de 300 μ m de abertura, provistas de flujómetros TSK calibrados. La calibración de los flujómetros utilizados se realizó siguiendo la metodología descrita por Smith y Richardson (1979).

Las pescas nocturnas fueron realizadas considerando una profundidad máxima de 200 m, en tanto que, en las pescas diurnas se consideró, como información de tipo complementaria, la disposición vertical de la capa de plancton, proporcionada por el equipo SIMRAD EK-500. En consecuencia, se realizaron lances oblicuos, los que abarcaron desde una profundidad máxima entre 400 y 200 m hasta la superficie.

Las pescas planctónicas fueron realizadas bajando la red a una velocidad aproximada de 0.8 m/s e izadas a 0.6 m/s. Durante cada lance, la velocidad del buque se mantuvo entre 1.5 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas y del estado del mar, de

forma de mantener un ángulo aproximado de cable entre 45° y 50°, manteniendo el viento 30° a babor.

La profundidad real de muestreo fue corregida mediante la medición periódica del ángulo del cable a través de un clinómetro manual. Durante el crucero, el ángulo fluctuó entre 40 y 60°.

En las estaciones de muestreo intensivo se desarrollaron: (i) lances verticales con redes WP2 (estratos: 0-50, 0-100, 0-150 y 0-200), y (ii) arrastres oblicuos con redes Bongo. Ambos tipos de redes utilizaron mallas de 300 µm de abertura.

Durante la ejecución de cada lance se registraron los siguientes datos de carácter básico: (i) número de estación, (ii) fecha y hora, (iii) duración del lance y posición, (iv) tipo de red y de pesca, (v) lectura de flujómetro, (vi) lecturas de clinómetro y cable arriado, (vii) información climática de carácter complementario.

7.3.3 Procesamiento de la información

Las muestras obtenidas en cada una de las estaciones fueron fijadas, inmediatamente después de extraídas del copo colector de la red, con formalina al 5% en agua de mar tamponada con bórax. Las muestras fueron almacenadas en frascos plásticos de 500 ml de capacidad, etiquetados apropiadamente.

En el laboratorio, se procedió a extraer de cada una de las muestras, la totalidad de estados tempranos de peces (huevos y larvas), con la ayuda de estereomicroscopios Zeiss.

Para cada grupo zooplanctónico se cuantificó su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, en tanto que, para los de abundancias mayores se utilizó el submuestreador Folsom (Boltovskoy, 1981; Griffiths et al., 1984)

Para la muestra total de zooplancton se determinó su biomasa a través de la estimación de su peso húmedo (Omori & Ikeda, 1984). Se utilizó esta medida en lugar de cuantificar el peso seco, debido a que la evaluación mediante este último método involucra la destrucción parcial o total de la muestra. Lo anterior fue tomado en cuenta al evaluar las demás actividades relativas a las muestras planctónicas, vale decir: i) identificación de grupos mayores (abundantes y raros) del zooplancton, ii) composición específica del ictioplancton, y iii) evaluación de abundancia.

Los resultados de abundancia y biomasa de zooplancton fueron estandarizados a individuos/1000 m³ y gramos/m³, respectivamente; mientras que los resultados de abundancia del componente ictioplanctónico fueron estandarizados a individuos/10 m³. Lo anterior se realizó utilizando los datos de volumen de agua filtrada por la red (Smith & Richardson, 1979).

La identificación de grupos zooplanctónicos y la evaluación cualitativa de copépodos (grupo dominante) fue complementada por Rose (1933), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981). La identificación de especies del ictioplancton se complementó con descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores (Alhstrom y Counts, 1958; Fisher, 1958; 1959; Santander y Castillo, 1969; Moser y Alhstrom, 1970; 1972; Pérez, 1978; ; Orellana y Balbontín, 1983; Balbontín y Orellana, 1983; Fahay, 1983; Moser (ed.), 1984; Herrera et al., 1984; Muñoz et al., 1988; Pequeño, 1989).

7.4 PROSPECCION HIDROACUSTICA

7.4.1 Calibración electroacústica

La prospección se realizó con el sistema de ecosonda y econtegrador SIMRAD EK-500 que cuenta el B/I "Abate Molina".

La evaluación se realizó con la frecuencia de 38 Khz y secundariamente, en carácter de apoyo para sondear la zona superficial, se usó la frecuencia de 120 Khz. La escala de sondeo fue de 0 a 500 metros, con una longitud de pulso media de 0.3 msec para la frecuencia de trabajo (38 Khz); la razón de sondeo fue de 1/seg y la potencia de salida del equipo de 1/1.

La calibración electroacústica del sistema SIMRAD EK-500, se realizó utilizando blancos estándar, diseñados para las frecuencias de 38 y 120 Khz, según las recomendaciones de Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por el fabricante (ICES, Report 144; Foote, et al., 1981; Foote k., 1983; CAPMAD/SELA, 1982 y PNUD-CPPS/FAO RLA/O11, 1992).

Esta calibración, básicamente consiste en ubicar un blanco de referencia o estándar de una intensidad de blanco (TS) conocida (teórico), midiéndose con el equipo un nuevo TS (real). De este modo se determinan las diferencia entre ambos valores y se procede a ajustar los parámetros del equipo a través de la ganancia de transductor (Foote et al., 1987).

Los blancos de referencia son normalmente esferas de cobre, de 60 y 23 mm de diámetro para las frecuencias de 38 y 120 Khz respectivamente.

Los controles de los equipos en la calibración deben corresponder a lo utilizados durante la prospección, por lo tanto ante cualquier cambio en estos controles es necesario repetir la medición.

La esfera se debe situar al centro del haz acústico, para lo cual se utilizó tres líneas de monofilamento montada cada una en un sistema de carrete de cañas de pescar. Esta maniobra permite un adecuado manejo de la esfera desde la cubierta del barco.

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración es necesario efectuar el experimento en bahías protegidas de vientos y corrientes marinas intensas. Para este efecto se seleccionó el puerto de Valparaíso.

El procedimiento de medición del TS consiste en medir la ganancia del transductor, ajustando según:

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

donde:

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

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

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

siendo:

$$Sa(t) = \frac{4\pi r_0^2 \times \Phi_{ba} (1952)^2}{\Psi \times r^2}$$

donde:

| | | |
|---------|---|----------------------------------------------------------------------|
| Ξ | = | sección dispersante de la esfera |
| r | = | profundidad de la esfera (m) |
| Ψ | = | ángulo equivalente del haz acústico |
| $Sa(m)$ | = | energía retrodispersada medida |
| $Sa(t)$ | = | energía retrodispersada teórica |
| r_0 | = | distancia estándar de referencia para medir Ξ , igual a 1 metro. |

7.4.2 Diseño muestral

El diseño muestral utilizado corresponde a un muestreo sistemático de conglomerado de tamaño variable, donde cada conglomerado corresponde a una transecta. En ella se registra la información acústica mediante el sistema de ecosonda y ecoinTEGRADOR. Este diseño muestral ha sido recomendado para evaluación hidroacústica por diversos autores, como Shotton y Dowd (1975), Bahamonde (1980), Shotton y Bazigos (1984), Francis (1984), Simmonds (1984) y el grupo de estudio en acústica del ICES.

La evaluación acústica se llevó a cabo durante el período de luz solar. Esto se hizo en base a los antecedentes de migraciones nictamerales de jurel, y a los antecedentes obtenidos en estudios realizados por Guzmán *et al.*, 1982 y Rodríguez *et al.*, 1983. Sus estudios establecen para recursos pelágicos una alta variabilidad en la integración diurna y nocturna, lo cual se ha ratificado en los cruceros efectuados en la zona durante 1991 y 1992.

7.4.3 Información acústica

Para la identificación de los ecoregistros acústicos de jurel se utilizaron dos métodos. El primero consiste en el análisis de los ecoregistros, el que considera el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), de acuerdo a la

formulación dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*, 1982).

El segundo método corresponde a la interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de media agua. Esta información se complementó con las capturas de la flota cerquera de la VIII región, cuando coincidieron en el espacio y tiempo con el desarrollo de la prospección.

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (S_a), y los valores de intensidad de blanco (TS), detectados dentro de los límites de integración de la unidad básica de muestreo (UBM), que es el criterio aplicado para discretizar la información acústica continua.

La distribución espacial se presenta mediante cartas de distribución de la biomasa de jurel, para lo cual se utilizó una escala de densidad (t/mn^2) determinada por la siguiente expresión $75 \cdot 2^{(n-1)}$ siendo $0 < n < 4$ (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías por densidad

| Categorías | Intervalo (t/mn^2) | Calificación de densidad |
|------------|---------------------------|--------------------------|
| I | 1 - 75 | Muy baja |
| II | 76 - 150 | Baja |
| III | 151 - 300 | Regular |
| IV | 301 - > | Muy densa |

Para determinar la distribución espacial del recurso jurel se utilizó el método de interpolación lineal, para lo cual previamente se asignó las lecturas acústicas por UBM y especie a rangos de categorías (Tabla 1), se localizaron las densidades georeferencias, y se establecieron tendencias en transectas y UBMs.

La asignación de categorías y posterior ubicación georeferenciada se realizó con programas en QBASIC del IFOP, elaborados con anterioridad al presente proyecto y con fondos propios de la institución. Asimismo, el trazado de las respectivas isolíneas de densidad se llevó a cabo en ambiente Windows versión 3.0.

7.4.4 Análisis estadístico de la información acústica

A fin de determinar el patrón de distribución y comportamiento que presentó el jurel en la prospección, y evaluar el posible sesgo del diseño muestral, se determinó primero el patrón de dispersión de la abundancia y los índices de cobertura y abundancia relativa, para posteriormente realizar un análisis estadístico a la información acústica mediante el índice de Fisher, el parámetro de la Ley de Taylor, y tamaño de las macroestructuras espaciales:

Patrón de dispersión en la abundancia de jurel

Este consiste en un análisis gráfico que básicamente contiene un ploteo de las densidades por transectas en sentido latitudinal, con el objeto de estudiar el patrón de dispersión de la abundancia del recurso en la zona de estudio.

Determinación del índice de cobertura (IC) y abundancia relativa (ID).

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 :

$$IC (\%) = \frac{UBM^*}{UBM_{(t)}} * 100$$

donde:

UBM* = observaciones acústicas con presencia de jurel.
 UBM_(t) = observaciones acústicas totales en el crucero.

La abundancia relativa se determina a través del índice de densidad, que indica la concentración de la especie en la UBM donde se detectó. Su estimación es de acuerdo a:

$$ID (t/mn^2) = \frac{\sum Sa * C}{UBM^*}$$

donde:

S_a = densidad promedio por UBM
 C = constante de transformación ($t/mn^2/S_a$), determinada en base a un T_s (kg), de -32.5 dB/Kg.

La constante de transformación C se calcula según:

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

Indice de Fisher I_o .

Este indice está dado por la relación entre la varianza (S^2) y la media (x), de la siguiente forma:

$$I_o = S^2 / x$$

Este indice se aleja de la unidad ($I_o = 1$, distribución de Poisson), y la significancia de este alejamiento es medida a través de la Tabla chi-cuadrado con $n-1$ grados de libertad (Elliott, 1971).

Si el número de observaciones n es superior a 31, se supone que $\sqrt{2}\chi_o^2$ está normalmente distribuido alrededor de $\sqrt{2}(v-1)$, con una varianza igual a la unidad. Así $\sqrt{2}\chi_o^2 - \sqrt{2}(v-1)$ puede considerarse como una variable normal reducida ($d \approx z$), la cual se prueba con un test t de student.

$$d = \sqrt{2}\chi_o^2 - \sqrt{2}(v-1)$$

donde:

$$\chi_o^2 = I_o (n-1)$$

v = grados de libertad

Este test permite probar las hipótesis:

H_o : Distribución de Poisson ($S^2 = x$).
 H_1 : Distribución de Poisson ($S^2 \neq x$).

Luego, si d es inferior a 1.96 (valor de t cuando $n \rightarrow \infty$ y $\alpha/2 = 0.025$) no puede rechazarse al nivel de un 95% de confianza, que los

datos se ajustan a una serie de Poisson (no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad). En tanto, si \underline{d} es superior a 1.96, no es posible aceptar que la distribución de los datos corresponda a Poisson (al nivel de un 95% de confianza).

Elliot (1971), para \underline{d} superiores a 1.96, establece:

- Si \underline{d} es negativo, la distribución es de tipo regular.
- Si \underline{d} es positivo, la distribución es de tipo contagiosa.

Ley de Taylor.

Expresada de la siguiente forma:

$$S^2 = a \times x^b$$

Luego, una expresión lineal es:

$$\log S^2 = \log a + b \log x$$

El valor de \underline{b} , determinado de la relación entre la media (x) y la 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 \underline{b} señala el grado de agregación existente en los datos, pudiendo establecerse las siguientes alternativas:

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

Determinación y descripción de estructuras espaciales en la información acústica

Teniendo presente que los índices de cobertura y abundancia relativa en general señalan el grado de concentración, pero sin entregar una medida del tamaño de las agregaciones, se consideró apropiado incorporar el uso de correlogramas con la finalidad de mejorar el análisis. Esta es una herramienta analítica sensible, que es utilizada en estudios espacio-temporales de recursos marinos, que permite determinar y describir en términos visuales y cuantitativo la extensión de las agregaciones.

Con el fin de describir la distribución espacial del jurel, se construyó para cada transecta su correspondiente correlograma, el

cual es medido como el coeficiente de autocorrelación (R_0) entre las unidades básicas de muestreo (UBM).

Esta herramienta es ampliamente utilizada en el estudio de series de tiempo de información acústica y permite determinar el tamaño de macroestructuras en la información recolectada.

El coeficiente de autocorrelación R_0 está dado por:

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

donde

- k = orden de autocorrelación
- $Y_{j,i}$ = densidad i-ésima de la transecta j-ésima
- \bar{Y}_i = densidad media de la transecta j-ésima
- n_i = número de UBM en la transecta j-ésima
- n = número total de observaciones

7.4.5 Cálculo de la abundancia y su varianza

Abundancia

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

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

donde A es el área de estudio en millas náuticas cuadradas, R es un estimador de razón que mide densidad media por número de unidades básicas de muestreo; y C es la constante de transformación igual a 0.142 (t/mn²/Sa) determinada a partir de $TS_{(10,10)}$ de -32.5 dB/kg.

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

donde:

- n : número de transectas de la muestra
 x_i : densidad de la transecta i-ésima.
 y_i : número de UBM en la transecta i-ésima.

Varianza

Para diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra sistemática, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se propusieron tres estimadores alternativos de varianza $V_1(R)$, estando el estimador para la varianza de la biomasa estimada B, expresado por:

$$\hat{V}(B) = A^2 \times \hat{V}_1(\hat{R})$$

1) Conglomerado de tamaño variable (Hansen et al., 1954)

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

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

$$s_{xy} = \sum_1^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

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

$$\bar{x} = \sum_1^n \frac{x_i}{n} \quad ; \quad \bar{y} = \sum_1^n \frac{y_i}{n}$$

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

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

ii) Estratos agrupados (Volter, 1985)

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

donde:

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

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

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

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

iii) Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1987).

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} \sum_{i=1}^G (\hat{R}_i - \bar{R})^2$$

donde:

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

siendo R_i un estimador de razón obtenido de la i -ésima muestra de tamaño n , seleccionada con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

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

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

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

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

y donde

$$Z_0 = \Phi^{-1} (\hat{F}(\hat{R}))$$

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

7.4.6 Medida de precisión del estimado

Con el objeto de disponer de una medida de la precisión alcanzada en el estimado de biomasa, se utilizó el coeficiente de variación y el porcentaje de error del estimado.

Coeficiente de variación (Cv).

$$Cv = \frac{\sqrt{V_x}}{X}$$

donde,

V_x = varianza de la media
 X = media muestral

Porcentaje de error (E %).

$$E \% = \frac{t(1-\frac{\alpha}{2}) \times \sqrt{V(B)}}{\hat{B}} \times 100$$

$V(B)$ = Varianza de la abundancia.
 B = Abundancia
 t = t students
 α = nivel de confianza de un 95 %

7.5 BIOLOGIA PESQUERA

El material biológico para el análisis de los aspectos biológico pesqueros del jurel se obtuvo de las pescas de identificación con red de media agua. Se efectuaron en total 19 lances de pesca, siendo el jurel el principal recurso capturado. La Tabla 2 indica la fecha, posición, duración de cada lance y capturas de jurel y total obtenidas.

Tabla 2. Resumen de la información de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel de junio-julio de 1993.

| LANCE | FECHA | HORA | | POSICION | | PROFUNDIDAD ARRASTRE (*) | VELOCIDAD (nudos) | MUESTREO JUREL | CAPTURA (kg.) | |
|-------|----------|--------|--------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|---------------|--------|
| | | CALADO | VIRADO | CALADO | VIRADO | | | | JUREL | TOTAL |
| 01 | 22.06.93 | 21:11 | 22:11 | 32°57' 73°23' | 32°53' 73°21' | 15 | 3.5 - 3.7 | | | |
| 02 | 23.06.93 | 20:28 | 21:28 | 32°42' 71°41' | 32°45' 71°43' | 22 - 40 | 4.0 - 4.1 | | | |
| 03 | 24.06.93 | 19:43 | 21:04 | 33°18' 73°27' | 33°18' 73°30' | 12 - 35 | 4.0 | | | |
| 04 | 25.06.93 | 21:11 | 22:11 | 33°41' 71°52' | 33°40' 71°57' | 14 | 3.9 - 4.0 | | | 6.5 |
| 05 | 27.06.93 | 22:17 | 00:16 | 34°24' 72°08' | 34°32' 72°11' | 25 - 120 | 3.9 - 4.5 | 01 | 180.0 | 410.0 |
| 06 | 28.06.93 | 21:03 | 22:51 | 34°41' 73°50' | 34°46' 73°45' | 17 - 20 | 4.2 - 4.6 | 02 | 60.0 | 60.0 |
| 07 | 29.06.93 | 21:16 | 23:00 | 35°01' 72°29' | 35°04' 72°36' | 25 - 50 | 4.0 - 4.5 | 03 | 312.0 | 317.0 |
| 08 | 02.07.93 | 00:47 | 02:00 | 35°57' 73°04' | 36°02' 73°01' | 25 - 40 | 4.2 - 4.4 | 04 | 400.0 | 400.0 |
| 09 | 04.07.93 | 04:30 | 05:46 | 36°01' 74°30' | 36°01' 74°23' | 50 - 140 | 3.8 - 4.3 | 05 | 630.0 | 630.0 |
| 10 | 04.07.93 | 06:51 | 08:20 | 36°03' 74°22' | 36°02' 74°29' | 50 - 140 | 3.7 - 4.2 | 06 | 2200.0 | 2200.0 |
| 11 | 04.07.93 | 10:18 | 12:22 | 36°01' 74°22' | 35°58' 74°28' | 140 - 190 | 4.1 - 4.3 | 07 | 750.0 | 750.0 |
| 12 | 04.07.93 | 19:11 | 20:30 | 36°01' 74°32' | 36°01' 74°24' | 35 - 50 | 3.7 - 4.3 | 08 | 82.0 | 82.0 |
| 13 | 05.07.93 | 23:35 | 00:35 | 36°42' 73°25' | 36°46' 73°25' | 50 | 4.0 - 4.3 | 09 | 21.0 | 31.0 |
| 14 | 07.07.93 | 00:33 | 01:34 | 36°38' 75°00' | 36°42' 74°57' | 35 - 50 | 3.8 - 4.3 | 10 | 58.0 | 418.0 |
| 15 | 09.07.93 | 18:10 | 18:55 | 36°57' 74°47' | 36°54' 74°44' | 20 - 40 | 3.5 - 4.0 | 11 | 3000.0 | 3060.0 |
| 16 | 11.07.93 | 00:05 | 00:40 | 37°40' 73°53' | 37°37' 73°53' | 40 - 50 | 4.0 - 4.3 | 12 | 70.0 | 70.0 |
| 17 | 11.07.93 | 22:52 | 23:30 | 37°40' 75°35' | 37°38' 75°37' | 50 - 70 | 4.0 - 4.3 | 13 | 140.0 | 141.5 |
| 18 | 13.07.93 | 20:50 | 21:50 | 38°17' 75°53' | 38°12' 75°55' | 50 - 100 | 4.2 | 14 | 80.0 | 82.0 |
| 19 | 15.07.93 | 21:25 | 22:20 | 39°01' 75°43' | 38°59' 75°48' | 90 - 50 | 4.2 | 15 | 160.0 | 168.0 |

(*) Corresponde a la profundidad (en metros) de la relinga superior de la red de arrastre

Los lances de pesca se efectuaron regularmente al término de cada transecta, excepto cuando las condiciones del mar no lo permitían y durante los muestreos intensivos.

Cuando el lance de pesca fue exitoso, la captura se separaba por especie, las que se pesaban por separado.

Con respecto del jurel, de cada lance se separaba al azar una muestra de 50 ejemplares, registrándose la siguiente data de cada ejemplar: longitud horquilla (en centímetros), peso total, sexo, y estado de madurez sexual. No se registró el peso de las gónadas debido a su pequeño tamaño para la sensibilidad de las balanzas (precisión de +/- 1 gr.).

Asimismo, de estas muestras se extrajeron los estómagos, los que fueron etiquetados y fijados en formalina al 10%, para posterior procesamiento y análisis.

7.5.1 Estructura de las capturas

Los registros de talla se agruparon en intervalos de clases de 1,0 cm, para determinar la distribución de tamaños, por sexo y total, del jurel.

Para determinar la relación entre la longitud y el peso para cada sexo y total del jurel, se estimaron los parámetros de la relación potencial:

$$W = k * L^b$$

donde: W = peso corporal (gr.)
L = longitud horquilla (cm.)
k = peso teórico para L = 0 cm.
b = constante de crecimiento

La estimación de los parámetros se realizó ajustando una regresión a la relación funcional, la que fue linearizada aplicando una transformación logarítmica.

7.5.2 Aspectos reproductivos

Para la determinación macroscópica de la madurez sexual se utilizaron escalas específicas elaboradas por Serra (1976), que define 5 estados gonádicos para hembras y 4 para machos.

El Factor de condición (FC), que indica el estado fisiológico del jurel, se determina mediante la ecuación:

$$FC = \frac{W}{L^3} * 100$$

donde: W = Peso total (gr.)
L = Longitud horquilla (cm.)

7.5.3 Alimentación

Los estómagos de jurel se obtuvieron de 15 muestreos efectivos, de un total de 19 lances de pesca realizados (Tabla 2). Se muestrearon estómagos desde el quinto lance en adelante, abarcando distintas horas del día. Los cuatro primeros lances fueron negativos (sin pesca), o con muy escaso número de peces.

Debido al derrotero del crucero, al tiempo de ejecución de éste y a las otras actividades a bordo (hidroacústica y oceanografía), no fue posible realizar más lances de pesca. Sin embargo, los muestreos de estómagos fueron de muy buena calidad y adecuados, cubriendo desde antes del crepúsculo, intensificándose conforme avanzaba la noche e incluyendo apropiadamente el tiempo del día antes del amanecer, además de la mediamañana y la mediatarde. Esto se considera de extraordinaria relevancia, por cuanto se originó buena información para la cuantificación del consumo poblacional. Por otro lado, el hecho de no muestrear en 8 transectas no tiene ninguna incidencia metodológica en las cuantificaciones del consumo, puesto que no fue el propósito realizar análisis geográficos de la alimentación.

El número total de estómagos muestreados fue de 741. En el laboratorio se procedió a identificar, separar, pesar y contar las presas, de acuerdo a métodos estándares (Berg, 1979; Hyslop, 1980), tal como ha sido aplicado para estudios del jurel en Chile por Arancibia (1989), Cornejo (1991) y Medina y Arancibia (1992).

Debido a que la información obtenida fue de buena calidad, se ha calculado la diversidad trófica con el Índice de Shannon- Wiener, H' (Shannon y Weaver, 1949), según la expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i * \log_2 p_i)$$

donde p_i es la proporción de biomasa de la i -ésima especie de presa en los contenidos estomacales.

La importancia de cada taxón de presa fue determinada a través del Índice de Importancia Relativa, IIR_i (Pinkas *et al.*, 1971 *fide* Hyslop, 1980), modificado, siendo la expresión

$$IIR_i = \ln ((N + P) * F + 1)$$

donde N es el porcentaje en número; P es el porcentaje en peso; F es el porcentaje de frecuencia de ocurrencia. La modificación consiste en aplicar logaritmo natural al producto más 1, para dar cuenta incluso de aquellos taxa de presas con muy poca importancia.

Debido a que el IIR presenta valores altamente variables entre taxa de presas, abarcando varios órdenes de magnitud, la aplicación del logaritmo natural permite hacer los resultados presentables. Además, se sumó 1 al producto de la ecuación anterior, para dar cuenta incluso de aquellos taxa de presas con frecuencia menor a 1%, registrándose de esta forma apropiadamente el espectro trófico, sin modificar las tendencias ni afectar las distribuciones.

Debido a que las variables peso, frecuencia de aparición y número de presas están convenientemente representadas en conjunto a través del IIR, se decidió no presentar esta última variable en forma independiente, debido a que da demasiada importancia a las presas pequeñas y reduce la de las presas grandes. De igual forma, no se incluyó en los resultados los denominados "estado de repleción de estómagos" y "estado de digestión de presas", por ser considerados irrelevantes frente a los resultados obtenidos con la variable "peso del contenido estomacal", lo que permitió calcular directamente la tasa instantánea de evacuación gástrica (R, h^{-1}), el tiempo de digestión (TD, días), la ración diaria (porcentaje en peso de cada taxón de presa respecto del peso del depredador), la proporción de la presa (en peso) y el consumo poblacional del jurel (en peso). La variable "número" no permite obtener tales resultados.

Se aplicó un Análisis de Similitud, tomando arbitrariamente como estratos a grupos de tamaños de jurel, cada 5 cm de longitud horquilla, en el rango entre 22 y 56 cm, determinándose de esta manera 7 grupos de tamaños o estratos. La variable ingresada fue el peso de las presas (en porcentaje) y la comparación entre pares de grupos de tamaños del jurel se realizó utilizando como medida de similitud (SIM) el Índice de Bray-Curtis (Bloom, 1981), cuya expresión es:

$$SIM = \frac{2 \sum_{i=1}^m \min(x_{ij}, x_{kj})}{\sum_{i=1}^m (x_{ij} + x_{kj})}$$

donde x_{ij} es la ocurrencia (porcentaje en peso) del j -ésimo taxón de presa en el i -ésimo grupo de tamaño de jurel; x_{kj} es la ocurrencia (porcentaje en peso) del mismo taxón de presa en el k -ésimo grupo de tamaño de jurel. El Análisis de Similitud fue realizado con el Programa GEMEIN, facilitado por el Dr. D. Piepenburg (Instituto de Ecología Polar de la Universidad de Kiel, Alemania).

Se ha preferido informar la medida de similitud trófica entre grupos de tamaño de jurel con el índice de Bray-Curtis, debido a que entregó los mejores resultados, lo que se traduce en la fácil interpretación de ellos.

La selectividad de presas por tamaños fue determinada con el método de Ursin (1973), basándose en la frecuencia logarítmica de la razón entre el peso del depredador y el peso de la presa. Los datos fueron agrupados en intervalos de 1,0 puntos. El Índice de Selectividad de Ursin, ISU, se calcula según la expresión

$$ISU = \ln (w_i/w_j)$$

donde w_i es el peso del depredador i (g); w_j es el peso del taxón de presa por estómago de jurel (g).

La ración diaria de alimento (RD) fue determinada según el modelo de Diana (1979), de acuerdo a la expresión

$$RD = \frac{W}{TD} * \frac{N_z}{N_t}$$

donde W es el peso promedio inicial de la presa (porcentaje en peso respecto del peso del pez); N_z es el número de estómagos con el

taxón de presa; N_t es el número total de estómagos; TD es el tiempo de digestión (en días).

El tiempo de digestión se obtiene de la siguiente expresión propuesta por Elliott y Persson (1978) y aplicada por Worobec (1984):

$$S_t = S_o * e^{-R * TD}$$

donde S_t es el peso del alimento al final del periodo de digestión, arbitrariamente considerado igual al 2% del peso inicial de la presa; S_o es el peso inicial de la presa; R es el coeficiente instantáneo de evacuación gástrica (h^{-1}).

El coeficiente instantáneo de evacuación gástrica para los crustáceos pequeños, como los eufáusidos (R_{gr}), se calcula con la expresión propuesta por Mehl y Westgard (1983), según:

$$R_{gr} = 5 * 10^{-3} * e^{0.2 * T}$$

donde T es la temperatura promedio del agua a la profundidad de captura (12,5 °C, a 50 m de profundidad).

Para los peces pequeños, como los peces linterna, la tasa instantánea de evacuación gástrica (R_{po}) fue calculada con la expresión propuesta por Macpherson (1985), según:

$$R_{po} = 1.49 * 10^{-2} * e^{0.1209 * T}$$

En el presente documento, se han mejorado los cálculos de la tasa instantánea de evacuación gástrica (R), haciéndolos independientemente para los eufáusidos y los peces. Esto ha tenido un efecto positivo en los resultados, permitiendo obtener dos valores independientes en vez de uno conjunto, como hubiese ocurrido si se aplicara la expresión propuesta por Worobec (1984).

El consumo poblacional (C_{13M}) se calculó con la expresión propuesta por Livingston et al. (1986), modificada por Mehl y Westgard (1983), según:

$$C_{13M} = RD_{13} * D_1 * B_1 * P_{13M}$$

donde $C_{i,j,k}$ es el consumo en peso (ton) de la presa k por el depredador j durante la estación (o mes) i ; $RD_{i,j}$ es la ración diaria del depredador j en la estación (o mes) i , expresada como porcentaje respecto del peso del depredador; D_i es el número de días de la estación (o mes) i , considerado como una constante de 30 días; B_j es la biomasa del depredador j (en este caso la biomasa del jurel en la época de estudio); $P_{i,j,k}$ es la proporción en peso de la presa consumida por el depredador j en la estación (o mes) i .

7.6 RELACION ENTRE LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y LA DISTRIBUCION DEL JUREL

7.6.1 Relación entre la distribución del jurel y las variables oceanográficas

Para detectar la posible existencia de relaciones univariadas entre la distribución de la biomasa del jurel y las variables oceanográficas medidas, se procedió a una exploración de datos realizada principalmente a través de métodos gráficos. En primer lugar se llevó a cabo un análisis general exploratorio, y posteriormente se procedió a la contrastación de las siguientes hipótesis:

- i) La distribución del jurel está asociada a la profundidad de la termoclina, y
- ii) La distribución del jurel está asociada a la presencia de frentes oceanográficos.

Para la contrastación de esta última hipótesis se realizó un análisis cartográfico de la distribución del jurel en relación a los datos superficiales continuos de temperatura obtenidos con el equipo Electronic Plankton Counter System (EPCS).

Para confirmar lo observado a través del análisis gráfico, se procedió a realizar un análisis de correlación múltiple y correlación parcial múltiple entre las variables estudiadas.

La compatibilización de los datos hidroacústicos y oceanográficos se llevó a cabo a través de los siguientes pasos:

- definición de áreas con presencia de jurel a partir de las unidades básicas de muestreo contiguos con presencia del recurso.
- determinación de la posición geográfica y batimétrica de las áreas con presencia de jurel.

- determinación de la estación oceanográfica más cercana.
- cálculo de los promedios ponderados de las variables oceanográficas en los niveles de profundidad en que se encontraba el recurso.
- determinación gráfica de la profundidad de la capa de mezcla y de la base de la termoclina.
- generación de matriz con datos oceanográficos e hidroacústicos.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

a) En el intervalo de distribución batimétrica del jurel

- biomasa de jurel (Sa por UBM)
- rango de distribución batimétrica del jurel
- temperatura (promedio ponderado)
- salinidad (promedio ponderado)
- densidad (promedio ponderado)
- oxígeno (promedio ponderado)

b) Variables superficiales

- salinidad superficial (2 metros de profundidad)
- temperatura superficial (2 metros de profundidad)
- oxígeno superficial (2 metros de profundidad)

c) Otras variables

- profundidad de la capa de mezcla
- profundidad de la base de la termoclina.

7.6.2 Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton

A partir de un análisis gráfico y de correlación parcial se procedió a contrastar las siguientes hipótesis relacionadas al comportamiento trófico del jurel:

- i) La distribución espacial del jurel está asociada a la distribución de la biomasa total zooplanctónica.
- ii) La distribución espacial del jurel está asociada a la distribución de los eufáusidos.
- iii) La distribución espacial del jurel está asociada a la distribución de los copépodos.

- iv) La distribución espacial del jurel está asociada a la distribución de los anfípodos.
- v) La distribución espacial del jurel está asociada a la distribución de los quetognatos.

Estos grupos taxonómicos fueron seleccionados, por estar entre los cinco ítems alimentarios más importantes del jurel durante el presente crucero. Es necesario puntualizar que los peces linterna, no son muestreados apropiadamente por las redes de zooplancton y por lo tanto no se pudo llevar a cabo la contrastación de una eventual asociación entre la distribución de estas dos especies.

Para realizar el análisis se procedió a:

- definición de áreas con jurel a partir de UBM contiguas o aisladas, con presencia del recurso.
- determinación de la posición geográfica de las áreas con presencia de jurel.
- determinación de la estación planctónica más cercana.
- generación de la matriz de datos hidroacústicos y planctónicos.

7.6.3 Relación entre la distribución del jurel y la concentración de clorofila

Para contrastar la hipótesis que la distribución espacial del jurel está asociada a la distribución de la biomasa fitoplanctónica (clorofila) se procedió a:

- definición de áreas con jurel a partir de UBM contiguas o aisladas, con presencia del recurso.
- determinación de la posición geográfica de las áreas con presencia de jurel.
- determinación de la estación planctónica más cercana.
- cálculo de la clorofila integrada a través de integración por el método del trapecoide.
- generación de la matriz de datos hidroacústicos y de clorofila.

7.6.4 Análisis multivariado de las relaciones entre la biomasa de jurel y las variables oceanográficas y planctónicas.

Para determinar la probable existencia de asociación entre la distribución de la biomasa del jurel y una combinación de variables físicas o biológicas ambientales, se realizó un análisis de Componentes Principales (Morrison, 1967), donde las variables físicas y biológicas se trataron en forma independiente.

Las variables oceanográficas utilizadas fueron: temperatura superficial, salinidad superficial, temperatura en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado), salinidad en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado), oxígeno en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado). Las variables biológicas utilizadas fueron: biomasa de zooplancton, densidad de eufáusidos, densidad de copépodos, densidad de anfípodos, y densidad de quetognatos.

A través de este análisis, las variables observadas fueron representadas como funciones de componentes que son combinaciones lineales de estas. Los componentes principales se calcularon utilizando la matriz de correlación de las variables originales. Una vez obtenidos los componentes principales se procedió a realizar un análisis de regresión múltiple "paso a paso" (stepwise) por procedimientos de adición y remoción entre la biomasa de jurel y los componentes principales determinados. La variable dependiente fue biomasa de jurel expresada en Sa. Para este análisis se utilizó el programa estadístico SYSTAT (Wilkinson, 1988).

Adicionalmente, la independencia entre la distribución del jurel y las variables físicas fue re-examinada a través de un análisis de Correlación Canónica (Morrison, 1967; Programa estadístico Statgraphics). Las variables se agruparon en los siguientes grupos:

- a) Biológico: biomasa de jurel, biomasa de zooplancton, densidad de eufáusidos, densidad de copépodos, densidad de quetognatos.
- b) Físico: temperatura superficial, salinidad superficial, temperatura en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado), salinidad en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado), oxígeno en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado).

7.6.5 Relaciones entre la distribución zooplanctónica y las variables oceanográficas

Biomasa zooplanctónica total

Con el propósito de detectar las posibles asociaciones entre la distribución de la biomasa zooplanctónica total y las variables oceanográficas, se procedió a realizar: (i) un análisis gráfico, de carácter exploratorio, de la información y, (ii) un análisis de correlación en función de contrastar las siguientes hipótesis:

- la distribución de la biomasa zooplanctónica total está asociada a la distribución de las variables oceanográficas.
- la distribución de la biomasa zooplanctónica total está asociada a la presencia de regiones frontogénicas identificables a través de gradientes térmicos.

El análisis para la segunda hipótesis, fue realizado a través de un procedimiento de contrastación gráfica, tomando en consideración, (i) la distribución horizontal superficial (2,5 m) continua de temperatura para cada una de las estaciones realizadas, obtenida con el equipo Electronic Plankton Counting System (EPCS) y, (ii) la distribución de la biomasa zooplanctónica total en el área de estudio.

Se realizó un análisis de correlación parcial múltiple, entre la biomasa zooplanctónica total y las variables ambientales, para detectar asociaciones entre las variables.

Para cada variable oceanográfica, se calcularon los promedios ponderados en la columna de agua, con las matrices de datos oceanográficos originales. En la clorofila a y los feopigmentos se realizó una integración de las concentraciones discretas en la columna de agua a través del método del trapecioide. Tanto la ponderación en promedio como la integración, fueron realizadas tomando en consideración la profundidad efectiva de arrastre planctónico para cada estación de muestreo.

Con lo anterior se generaron nuevas matrices de datos, considerando: (i) información oceanográfica integrada y ponderada en promedio en la columna de agua (ii) la biomasa zooplanctónica total, con lo cual se realizó el análisis de correlación.

Las variables analizadas fueron las siguientes:

- biomasa zooplanctónica total (g P. Húm./m³)
- temperatura (°C)
- salinidad
- densidad (u. de sigma-t)
- oxígeno disuelto (ml/l)
- clorofila a (mg/m³)
- feopigmentos (mg/m³)

Densidad de eufáusidos y copépodos (individuos/m³)

Con el objeto de establecer relaciones entre la densidad de eufáusidos y de copépodos, organismos importantes en la dieta del jurel y dominantes en número, respectivamente, respecto de las variables ambientales, se realizó un análisis de correlación parcial múltiple considerando las mismas variables ambientales detalladas en el punto a), en función de contrastar la siguiente hipótesis:

- la distribución de la densidad de eufáusidos y copépodos está asociada a la distribución de variables oceanográficas.

8. RESULTADOS Y ANALISIS

8.1 CONDICIONES OCEANOGRAFICAS

8.1.1 Oceanografía

Viento

Los vientos durante el crucero (Tabla 3) fueron bastante variables, alcanzando intensidades hasta los 30 nudos, con predominancia de vientos del segundo y tercer cuadrante.

Tabla 3. Dirección e intensidad de los vientos diarios predominantes, medidos en las estaciones oceanográficas.

| transecta | día | mes | dirección | intensidad (nudos) |
|-----------|-----|-----|-----------|-----------------------|
| 1 | 22 | 6 | S-SW | 3-10 |
| 2 | 23 | 6 | S-SW | 6-16 |
| 3 | 24 | 6 | S-SW | 1-15 |
| 4 | 25 | 6 | S-SW | 8-10 |
| 5 | 26 | 6 | NW-NE | 8-15 |
| 6 | 27 | 6 | NW-NE | 4-14 |
| 7 | 28 | 6 | N-W | 4-17 |
| 8 | 29 | 6 | S | 5-10 |
| 9 | 30 | 6 | N-W | 7-15 |
| 10 | 1 | 7 | N-NW | 4-12 |
| i | 2 | 7 | N-WW | 12-20 |
| 11 | 3 | 7 | W-SW | 2-10 |
| i | 4 | 7 | W | 0-4 |
| 12 | 5 | 7 | NW-N | 10-18 |
| 13 | 6 | 7 | NW | 8-19 |
| 14 | 7 | 7 | NW-N | 15-30 |
| i | 9 | 7 | S-SW | 10-12 |
| 15 | 10 | 7 | S-SW | 15-22 |
| 16 | 11 | 7 | S-SW | 2-23 |
| 17 | 12 | 7 | S-SE | 20-30 |
| 18 | 13 | 7 | S-SE | 8-15 |
| 19 | 14 | 7 | S-SW | 10-15 |
| 20 | 15 | 7 | S-SW | 4-10 |
| 21 | 16 | 7 | N-NE | 8-25 |

i = muestreo intensivo

Temperatura

La temperatura superficial (Figura 2a) presentó valores que fluctuaron entre 11.29 y 15.28°C, con una distribución bastante homogénea y sin zonas de gradientes térmicos fuertes. Los valores más bajos (menores de 12°C) se ubicaron al sur de la Isla Mocha y los valores mayores de 15°C se encontraron frente a Valparaíso, próximo a las 90 millas de la costa. En la zona costera se observan dos pequeños focos de aguas más frías, uno frente a Valparaíso y otro frente a Pta. Nugurne.

En cuanto a la estructura vertical (Figuras 4a a 17a), ésta presenta una capa de mezcla de aproximadamente 40 metros de profundidad, la que tiende a aumentar hacia el sector oceánico y hacia el sur. Alcanza hasta más de 80 metros de profundidad en las transectas ubicadas al sur de los 37°S (Figuras 18a a 20a). Bajo ella se distingue en forma muy débil la termoclina permanente, con un grosor de aproximadamente 40 metros y un gradiente que no sobrepasa los 0.6 °C/10 m. En las transectas 16 y 20 (Figuras 10a y 11a), prácticamente no se observa la termoclina. Al norte de los 37°S la base de la termoclina puede ser representada por la isoterma de 12°C.

Inmediatamente bajo la termoclina aparece una capa de aproximadamente 100 metros de grosor, en la cual el agua tiene un comportamiento casi homotermo o presenta importantes inversiones de temperatura. A partir de esa profundidad la temperatura desciende monotónicamente, con un gradiente menor de 1.5°C/10 m.

Las inversiones de temperatura oscilaron entre 0.1 y 1.2°C y se presentaron principalmente en dos estratos:

- a) entre la superficie y los 50 metros de profundidad en casi el 50% de las estaciones, localizadas principalmente en el sector costero y
- b) entre los 80 y los 200 metros, en casi el 77% de las estaciones y distribuidas en toda la zona.

Salinidad

La salinidad superficial (Figura 2b) presenta valores descendentes hacia el sur y hacia la costa, con un mínimo de 25.6 frente a la desembocadura del río Itata y un máximo de 34.25 a 20 millas de la costa frente a Valparaíso; desde los 34°S al sur se presentan en gran parte del área oceánica valores de 33.8 y aguas de baja salinidad (< 33.6) en el sector costero, alcanzando estos bajos

valores hasta casi las 80 millas de la costa frente a Punta Lavapié.

La distribución vertical de la salinidad (Figuras 4b a 12b), presenta valores mínimos en superficie, los que aumentan con la profundidad. Se observa una marcada haloclina desde la superficie hasta alrededor de los 120 metros. La capa de mezcla sólo es evidente en las transectas de más al norte (Figuras 4b y 5b) y en las estaciones oceánicas del sector sur (Figuras 8b, 10b y 12b).

Bajo este fuerte gradiente vertical, se encuentra el máximo subsuperficial de salinidad, el que alcanza valores de 34.7 en el sector norte, pegado a la plataforma (Figura 4b). Este máximo de salinidad se observa centrado en 200 metros de profundidad y con un grosor de más de 250 metros a lo largo de toda el área (Figura 12b).

Por debajo del máximo subsuperficial la densidad disminuye lentamente hasta alcanzar valores menores de 34.4 a 600 metros.

Densidad

El campo de densidad presenta una distribución superficial muy similar a la descrita para la salinidad, con valores de $\sigma-t$ que fluctúan entre 19.2 y 25.7 Kg/m^3 (Figura 3a), encontrándose gran parte del área oceánica con valores mayores de 25.4 Kg/m^3 , los que disminuyen hacia el sector costero, donde las salinidades son menores.

En sentido vertical, las isopicnas se distribuyen casi horizontalmente, con una picnoclina de bajo gradiente, ubicada entre los 50 y los 100 metros. Bajo ella los valores aumentan monótonicamente, alcanzando hasta más de 27.0 Kg/m^3 a 600 metros (Figuras 4c a 12c).

Prácticamente en todas las transectas se observa un suave ascenso de las isolíneas entre los 100 y los 20 metros de profundidad, en las primeras 20 millas de la costa. Al sur de los 37°S el ascenso es más débil y muestra una fuerte haloclina superficial (primeros 20 metros), producto de la mezcla con aguas fluviales.

Oxígeno

La concentración de oxígeno superficial (Figura 3b) presenta valores muy homogéneos, que fluctúan alrededor de 6 ml/l, con un máximo de 7.7 ml/l en el sector exterior de la zona de estudio al

norte de Constitución y un mínimo de 5.1 ml/l en el sector costero frente a Valparaíso.

La distribución vertical de oxígeno (Figuras 4d a 12d) presenta los máximos valores en los primeros 20 metros, los que disminuyen rápidamente, para alcanzar la capa del mínimo ecuatorial subsuperficial y posteriormente aumentar paulatinamente, alcanzando valores sobre 3 ml/l a 600 metros. La capa del mínimo de oxígeno alcanza valores menores de 0.5 ml/l en toda la zona y menores de 0.25 ml/l en el sector de más al norte, centrada en 250 metros y con un espesor de más de 300 metros.

Masas de agua

En la zona de estudio y hasta una profundidad de 600 dbar, se encuentran presentes 3 masas de agua. Estas son, Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES) y Agua Intermedia Antártica (AIAA) (Figura 21).

En la figura 21 se presentan los diagramas t-s de las estaciones de las transectas 2, 11, 20 y de la transecta paralela a la costa. En ella se puede apreciar claramente definida el ASAA, la que se encuentra entre la superficie y 100 metros de profundidad en las transectas 1 a 5; de la transecta 6 al sur los primeros 20 metros de la columna se encuentran modificados por aguas fluviales.

El AEES alcanza valores de 34.7 en salinidad y 11.5°C en temperatura y el AIAA, de la que sólo se insinúa el mínimo intermedio, ya que éste queda por debajo de los 600 metros.

Circulación

La anomalía geopotencial de superficie (Figura 22), referida al nivel de 500 dbar, presenta un complejo sistema de corrientes, compuesto por gran cantidad de vórtices y meandros. Estos permiten observar líneas de flujo en sentido longitudinal, con dirección al norte desde los 38°S a los 33°S, por fuera de las 70 millas de la costa como promedio; líneas de flujo hacia el sur entre la costa y 70 millas; y un flujo hacia el norte, pegado a la costa. En el sector de Valparaíso alcanza hasta las 20 millas, y hacia el sur sólo se insinúa en las primeras 10 millas. Al sur de los 38°S las líneas de flujo van del área oceánica hacia la costa, produciendo una convergencia y cambio de dirección en el flujo hacia el sur.

En el sentido latitudinal es posible distinguir 5 flujos superficiales. Entre los 33°S y 34°S un flujo hacia la costa; entre

los 34°S y los 35.5°S uno hacia la zona oceánica; entre los 35.5°S y los 36.5°S hacia la zona costera; entre los 36.5°S y los 38°S otro hacia la zona oceánica; y por último al sur de los 38°S uno hacia la costa. Todos estos flujos formarían parte de los giros y meandros que componen la Corriente de Humboldt.

Por otra parte, de los datos de salinidad, oxígeno y la presencia de masas de agua (Figuras 4 a 17 y 21) es posible estimar la circulación en profundidad, observándose un flujo predominante hacia el norte, entre la superficie y los 100 metros entre la costa y las 100 millas. Bajo él, un flujo hacia el sur, en toda el área, con el núcleo pegado a la plataforma, centrado en los 250 metros de profundidad y con un espesor de casi 300 metros. El núcleo de esta corriente presenta un leve aumento en profundidad de norte a sur (Figura 12), algunos cambios en dirección y su división en dos pequeños núcleos (Figuras 6 y 8).

8.1.2 Clorofila

Clorofila superficial

La distribución superficial de la clo-a (Figura 23a), muestra que la concentración tiende a aumentar en sentido norte-sur, con la excepción de un núcleo mayor a 3 mg/m³, en las cercanías de Valparaíso. En toda la zona es posible observar estructuras oceanográficas tales como vórtices, lenguas y frentes costeros, los cuales podrían inducir la formación de áreas con concentraciones de clo-a particulares. Es así como los vórtices registran una alta concentración de clo-a (i.e. mayores de 2 mg/m³), en cambio las lenguas y frentes, entre Valparaíso y norte de Bahía Concepción, presentan bajas concentraciones de clo-a (i.e. menores de 1 mg/m³).

Pasada esta franja costera y entre Isla Mocha y Pto. Saavedra, las características biológicas de los frentes cambian y se transforman en áreas de alta concentración de clo-a, las que estarían asociadas al gradiente de densidad provocado por la entrada al ambiente marino de los ríos Bio-Bio, Valdivia y del Lago Budi.

Clorofila integrada

La clorofila integrada entre la superficie y los 100 m (Fig. 23b), presenta una distribución espacial similar a la clo-a superficial, lo cual es confirmado por el índice de correlación entre ambas variables (i.e. $r^2 = 0.68$; $P < 0.001$; Figura 24).

El núcleo de alta concentración superficial observado en la zona de Valparaíso, está asociado a valores altos de clo-a integrada (80-100 mg/m²). En la zona costera entre Valparaíso y Constitución los valores de la integración son los más bajos de toda el área (40-60 mg/m²). Por otro lado los vórtices detectados en la zona oceánica tienen valores altos de clo-a integrada (80-100 mg/m²). Entre Constitución y Bahía Concepción se observa un núcleo relativamente bajo de 60 mg/m².

Entre Bahía de Concepción y Pto. Saavedra, la clo-a integrada aumenta en forma continua hasta llegar a valores mayores de 100 mg/m², en toda el área comprendida entre la zona costera y las 100 mn.

Distribución de feopigmentos

La concentración de feopigmentos (feop), tanto superficiales (Figura 25a) como integrados (Figura 25b), presentan un patrón de distribución similar al de las correspondientes distribución de clo-a, pero con concentraciones inferiores, lo que era de esperar si se considera que los feop son parte de los productos de degradación de la clo-a, debido a la actividad de pastoreo de los consumidores primarios (e.g. eufáusidos y copépodos).

Relación entre variables bióticas y abióticas

Un análisis de regresión lineal entre la concentración de clorofila y las variables salinidad, temperatura y densidad superficiales, muestra que no existe ningún grado de asociación (Tabla 4) entre éstas, cuando se analiza toda la zona de estudio de manera global. Sin embargo, al dividir la zona de estudio en dos sectores, emerge cierto grado de asociación entre las variables. En la zona entre Valparaíso y el sur de Constitución (Tabla 5), no se aprecia correlación entre las variables. No obstante, en la zona entre el sur de Constitución y el norte de Valdivia (Tabla 6) la salinidad y la densidad se asocian negativamente con la clo-a.

Tabla 4. Análisis de regresión lineal entre las variables abióticas superficiales y la clorofila a, para toda la zona muestreada

| clorofila a | | | |
|-------------|-------|-------------|--------------|
| | r^2 | a | b |
| Salinidad | 0.01 | 5.98 (1.53) | -0.12 (0.13) |
| temperatura | 0.03 | 6.01 (1.50) | -0.31 (0.20) |
| densidad | 0.006 | 5.06 (1.53) | -0.13 (0.18) |

valores entre paréntesis = error estándar
n = 87

Tabla 5. Análisis de regresión lineal entre las variables abióticas superficiales y la clorofila a, para la zona correspondiente a las transectas 2 y 10

| clorofila a | | | |
|-------------|-------|--------------|--------------|
| | r^2 | a | b |
| Salinidad | 0.004 | -0.36 (1.38) | -0.06 (0.12) |
| temperatura | 0.004 | 3.86 (1.38) | -0.16 (0.34) |
| densidad | 0.006 | -0.69 (1.38) | -0.09 (0.17) |

valores entre paréntesis = error estándar
n = 53

Tabla 6. Análisis de regresión lineal entre las variables abióticas superficiales y la clorofila a, para la zona correspondiente a las transectas 11 y 19

| clorofila a | | | |
|-------------|-------|--------------|--------------|
| | r^2 | a | b |
| Salinidad | 0.61 | 29.81 (0.81) | -0.84 (0.12) |
| temperatura | 0.09 | 7.02 (0.82) | -0.43 (0.26) |
| densidad | 0.58 | 29.56 (0.55) | -1.10 (0.17) |

valores entre paréntesis = error estándar
n = 31 (se eliminaron 3 valores de densidad menores de 23 Kg/m³ debido a su procedencia estuariana)

Por otra parte, se observa una relación entre la concentración de clorofila y el campo de circulación, especialmente en aquellas zonas en las que las líneas de flujo configuran giros o anillos. Estas estructuras tienen asociadas altos niveles de concentración de pigmentos en zonas alejadas del área costera, especialmente en la latitud 35°S y entre las 30 y 100 mn. Entre los 34 y 35°S se observa la entrada de un flujo de agua que tiene asociado los más bajos valores de clo-a integrada (40 mg/m²).

En la latitud 36°S, aparece un núcleo de clo-a integrada de 60 mg/m², valor que para la zona es bajo, el que estaría asociado a la entrada de aguas proveniente desde el sector oceánico. Entre 37°S y 38°S, la clo-a alcanza valores superiores a los 120 mg/m².

Distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica

En la transecta 2 (Figura 26), la clo-a presenta concentraciones cercanas a 1 mg/m³ entre la superficie y aproximadamente 50 m de profundidad y entre las 20 y 70 mn. Los feop tienden a concentrarse entre la superficie y los 30 m y entre las 10 y 35 mn de la costa. Las estaciones en las que se midieron estas concentraciones fueron realizadas en la madrugada y están asociados a un núcleo de densidad más baja. Los valores de AOU/P, bajo los 5 m, sugieren procesos leves de fotosíntesis en toda la capa de mezcla.

En la transecta 4 (Figura 27) la clo-a presenta un máximo superficial mayor de 3 mg/m³ a 40 mn de la costa, que desciende suavemente hasta los 50 m. En la zona con mayor concentración de clo-a, se observa una estratificación leve, sin gradientes horizontales típicos de sistemas frontales. El AOU/P indica procesos considerables de producción de oxígeno por la clo-a (i.e. -1 ml/l). Bajo los 50 m se observa un núcleo de concentración mayor de 0.5 mg/m³ de feop.

En la transecta 6 (Figura 28) la clo-a presenta concentraciones bajas, los máximos de clo-a y feop son superficiales y no superan los 10 m de profundidad. La posición del máximo de clorofila está asociado a valores de densidad mayores de 25.6 Kg/m³. El AOU/P no presenta variaciones de importancia en la superficie.

En la transecta 8 (Figura 29) se observa en la zona oceánica (ca. 70 mn de la costa) un máximo superficial de clo-a mayor de 4.5 mg/m³, con un fuerte gradiente entre la superficie y los 50 m de profundidad. En la estación a 20 mn, se presenta un máximo subsuperficial de clorofila asociado a un intenso gradiente de densidad. Este máximo se localiza entre 5 y 10 m, y asociado a un núcleo de baja densidad claramente definido (25.2 kg/m³), además de

un núcleo de intensa actividad fotosintética (i.e. AOU/P superior a -1 ml/l).

En la transecta 10 (Figura 30), el máximo valor de clo-a es superficial, cercano a la zona costera y mayor de 4 mg/m³. Este máximo de clorofila se sitúa en el borde externo del gradiente de densidad. En la zona oceánica, los máximos valores son superficiales y cercanos a 1 mg/m³.

En la transecta 12 (Figura 31) los máximos valores de clo-a se encuentran tanto en la zona costera como en la oceánica, presentando valores mayores de 2 mg/m³. Los valores de AOU/P asociados al núcleo de alta concentración de clo-a en la zona costera, son mayores de -1 ml/l, no así en el núcleo oceánico, en el cual el AOU/P apenas supera los valores de saturación.

En la transecta 16 (Figura 32) entre la costa y 20 millas la clo-a alcanza valores sobre 3 mg/m³ en superficie y los feop presentan valores entre 0.5 y 1 mg/m³. Este patrón de distribución está asociado al fuerte gradiente horizontal y vertical de densidad observado en el área. La producción aparente de oxígeno tiene valores cercanos o iguales a cero.

8.1.3 Discusión de las condiciones ambientales

En general, los valores de temperatura superficial (Figura 2a) registrada en este crucero se encuentran dentro del rango de los encontrados por Wyrcki (1964) para los meses de junio y julio. Respecto a cruceros anteriores, el año 1993 presenta valores de aproximadamente 1°C más altos que los registrados en 1979 (Bahamonde *et al.*, 1979) y 1981 (Silva y Ramírez, 1982), y menores en casi 1°C que los encontrados en 1980 (Silva y Sievers, 1981a; Silva y Blanco, 1980), 1982 (Rodríguez, *et al.*, 1982) y 1991 (Osses y Blanco, 1991) y de alrededor de 2°C menos que 1992 (Arcos *et al.*, 1993) para la misma época. En consecuencia, 1993 se consideraría como un año normal.

En cuanto a la estructura vertical, tanto la capa de mezcla como la termoclina se encuentran a profundidades normales para la época y área.

En la zona se detectaron gran cantidad de inversiones de temperatura, las que se ubicaron entre la superficie y los 50 metros de profundidad y entre los 70 y 200 metros. Las inversiones de superficie tienen su origen en el sector costero producto de, por una parte, el agua dulce y fría de los ríos, y por otra, de la surgencia (Fonseca, 1974). Las inversiones más profundas se

encuentran ubicadas en una capa de aproximadamente 100 metros de profundidad, la que en algunas estaciones es casi homoterma, y estarían asociadas con el límite superior del agua de la corriente de Günther, de origen ecuatorial, y el límite inferior del agua temperada de origen subantártica, observándose principalmente donde el gradiente de salinidad es muy intenso (Branhordst, 1971).

Estas inversiones de temperatura tienen el carácter de permanentes, ya que han sido detectadas durante todos los periodos del año en esta zona (Alarcón y Pineda, 1969; Brandhordst, 1971; Silva y Sievers, 1974; Sievers y Silva 1975; Bahamonde et al., 1979; Blanco et al. 1992).

Si bien la distribución de temperatura superficial (Figura 2a) no muestra importantes gradientes horizontales, en la figura 33a y b, que corresponde al registro continuo de temperatura tomado durante la navegación, aparecen bruscos cambios de temperatura en pocas millas y que conformarían un frente térmico. Uno de los frentes más importantes detectados durante el crucero se encuentra ubicado a aproximadamente 80 millas de la costa en la transecta 1 y se mantiene hasta la transecta 5, a unas 40 millas de la costa.

La salinidad en superficie presenta bajos valores y fuertes gradientes horizontales, producto del aporte de aguas de los ríos Maule, Itata, Bío Bío y Valdivia, los que durante esta época del año tienen un notorio aumento en sus descargas. Tanto los valores como la distribución son similares a los encontrados en los años 1980, 1981, 1982 y 1991 y menores que los de los años 1979 y 1992, donde la influencia de los ríos fue de poca importancia.

La concentración de oxígeno superficial (Figura 3b) presenta valores muy homogéneos, los que son normales para el área y época (Silva, 1981 y Silva y Ramírez, 1982). La capa de mínimo de oxígeno alcanza valores menores de 1 ml/l en toda el área entre los 150 y 350 metros y menores de 3 ml/l entre los 70 y los 500 m, situación que es similar a la registrada los años 1979, 1991 y 1992. Sin embargo, en los años 1980 y 1981 la capa con valores menores de 3 ml/l se encontró entre 70 y 400 m, lo que estaría indicando que existe una importante variación interanual en el grosor de esta capa. Esto reflejaría la intensidad de la corriente de Günther, la que se encontraría fortalecida durante el crucero que se informa, dada la gran cantidad e intensidad de las inversiones de temperatura y el mayor grosor de la capa de mínimo de oxígeno.

Masas de agua

Los valores característicos con que se presentaron las tres masas de agua son similares a los encontrados por Brandhorst (1971), Silva y Konow (1975), Bahamonde et al. (1979), Silva (1981), Silva y Blanco (1980), Silva y Sievers (1981a y b), Silva y Ramírez (1982), Osses y Blanco (1991).

El ASAA se encuentra entre la superficie y la isopícnica de 26.34 Kg/m³, con valores de temperatura entre 10 y 14°C, salinidades entre 33.9 y 34.4 y oxígeno sobre 4 ml/l. De los 34° de latitud al sur, esta masa de agua presenta en los primeros 40 metros de la columna, modificaciones por aguas fluviales, las que han sido definidas por Silva y Sievers (1981) con un límite de 33.0 y Brandhorst (1971) como menor de 33.5. Con objeto de determinar la influencia del agua fluvial en el sector oceánico, para el presente estudio el límite se define en 33.9.

El AESS se encontró entre las isopícnas de 26.34 y 26.97, con valores de temperatura entre 7 y 12°C, salinidad entre 34.4 y 34.7 y oxígeno menor de 3 ml/l, con un espesor de más de 300 metros. Comparativamente con años anteriores, esta masa de agua presenta una intensificación del flujo hacia el sur.

El AIAA aparece bajo la isopícnica de 26.97, la que se encuentra bajo los 500 m de profundidad, con valores de temperatura menor de 7°C, salinidad menor de 34.4 y oxígeno mayor de 3 ml/l. Alcanza valores de hasta 5 ml/l en el núcleo y no muestra cambios estacionales ni interanuales importantes.

Surgencia

Las aguas más frías y salinidades más altas en superficie, acompañadas por el ascenso desde los 100 metros, de las isolíneas en las transectas 1 y 2, correspondería a una surgencia de aguas Subantárticas en el sector de Punta Curaumilla. En el resto del área, no es posible relacionar con procesos de surgencia el pequeño ascenso de las isolíneas entre 10 y 20 millas de la costa, ya que las bajas salinidades de toda el área costera los enmascararían. Además, el inicio de las transectas fue a 10 millas de la costa, distancia excesiva para detectar surgencias débiles, las que de acuerdo a Kelly y Blanco (1984) pueden tener un radio de influencia de sólo algunas millas.

Circulación

La zona de estudio se encuentra dentro del área descrita para la rama costera de la corriente de Humboldt, en la cual el patrón general de circulación a lo largo de la costa es de un flujo al sur entre dos flujos al norte, para la zona entre Arica y Valdivia (Günther, 1936; Wyrтки, 1963; Brandhorst, 1971; Robles *et al.*, 1974; Sievers y Silva, 1975; Silva y Sievers, 1981b; Silva y Ramírez, 1982; Silva y Fonseca, 1983; Kelly y Blanco, 1986; Blanco *et al.*, 1992).

Comparativamente, la circulación superficial durante junio-julio 1993 es similar a la observada para agosto de 1981 (Silva y Ramírez, 1982), donde se aprecia el flujo al sur entre los dos flujos al norte a lo largo de toda el área. Esta situación se repite para el verano de 1981 (Silva y Ramírez, 1982), sólo que el flujo en ambas direcciones es más intenso. Brandhorst (1971) encuentra el flujo al sur para el periodo de otoño de 1960, entre Arica y 34°S y entre 38° y 41°S; no aparece en el área intermedia probablemente debido al diseño de muestreo o a un hundimiento de la corriente en ese sector.

De los datos de salinidad y oxígeno subsuperficial a lo largo de la costa (Figura 34) se puede inferir un flujo con dirección al sur y que corresponde a la corriente de Günther (Günther, 1936; Wyrтки, 1963; Brandhorst, 1971; Robles *et al.*, 1974; Sievers y Silva, 1975; Silva y Sievers, 1981b; Silva y Ramírez, 1982; Silva y Fonseca, 1983; Kelly y Blanco, 1986; Blanco *et al.*, 1992), la que se observa en toda la zona entre los 100 y los 450 metros de profundidad. Se tienen registros de que esta corriente continúa hacia al sur, modificándose levemente las características de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial. En invierno se encuentra hasta los 45°S (Payá *et al.*, 1993) y en verano hasta los 48°S (Silva y Neshiba, 1977). La velocidad estimada para esta corriente, mediante geostrofia, alcanza valores entre 4 y 20 cm/s (Silva y Sievers, 1974; Sievers y Silva, 1975).

Biomasa fitoplanctónica

Las concentraciones de clo-a están en el rango 0.5 a 2 mg/m³ en el área muestreada entre Valparaíso y Sur de Constitución, con presencia de algunos núcleos mayores de 2 y 3 mg/m³. Estos valores son típicos para la zona en esta época del año (Osses y Blanco, 1991). En su gran mayoría las máximas concentraciones de clo-a son superficiales, lo que era de esperar en esta época del año en que la intensidad de la irradiación solar está en uno de los puntos más bajos.

Información de clo-a para la zona de estudio en el período otoño-invierno es escasa, siendo la única existente la descrita por Bahamonde et al, (1979), quienes registran concentraciones de clo-a de menos de 1 hasta 12 mg/m³. La mayor concentración se midió a la cuadra de Talcahuano con 12 mg/m³ y está asociada al borde externo del gradiente de salinidad. Las menores concentraciones observadas en la zona de estudio (menor que 1 mg/m³) se localizaron entre Valparaíso-Constitución y el sur del Golfo de Arauco.

Durante el verano la clo-a presenta concentraciones de 5 a 20 mg/m³, entre Valparaíso y la Isla Mocha (Arcos y Salamanca, 1983). Esto indica que la concentración de clo-a en el invierno, es entre 5 y 20 veces menor que la concentración de verano.

La estructura de mesoescala de la clo-a, en términos tanto cuali como cuantitativos, es muy parecida a la observada para julio de 1991 por Osses y Blanco (1991), con el mismo rango de concentración medido en esta ocasión y las mismas lenguas y gradientes, lo que sugeriría que la estacionalidad de las estructuras oceanográficas observadas es marcada y constante.

Las más altas concentraciones de pigmentos medidos en toda la zona, están asociados a algunas estructuras oceanográficas registradas durante los años 1991 y 1993. Estas estructuras pueden ser divididas en: sistemas de lenguas de baja concentración, vórtices y gradientes de densidad provocados por el ingreso de agua de origen continental.

En el caso de los vórtices, éstos son parcelas de agua bien delimitadas, tanto espacial como temporalmente, en cuyo interior los procesos de fotosíntesis así como los de transferencia de energía a eslabones superiores de la trama trófica, pueden ser cuali y cuantitativamente diferentes a las aguas que los rodean (McCarthy y Levins, 1986), lo que se refleja en la acumulación de material orgánico particulado mientras perduran en el tiempo (Bishop y Joyce, 1986). La duración de estos vórtices en el tiempo es dependiente de su diámetro, y de acuerdo con Cáceres (1992), ésta no debiera ser superior a una semana para anillos de diámetro ca. 25 mn, ya que pierden sus propiedades de estado iniciales debido a la mezcla activa con las aguas que los rodean.

La formación de los frentes costeros permite la existencia de algunas características particulares en lo que respecta a la distribución de la biomasa fitoplanctónica en el área. La primera de éstas es que la clo-a se concentra en el borde externo del gradiente de densidad. Esta localización permite a las células fitoplanctónicas tener acceso a concentraciones altas de nutrientes orgánicos e inorgánicos que provienen del continente. Este patrón

de distribución se aprecia tanto vertical como superficialmente en las cercanías de los ríos Itata, Maule, Mataquito y Maipo.

Una segunda característica es la probable exportación de pigmentos sintetizados en los sistemas estuarinos (e.g. ríos Queule y Valdivia y la desembocadura del Lago Budi) hacia las zonas oceánicas. Los sistemas estuarinos permiten la formación de gradiente de concentración de clo-a asociados a gradientes de densidad. El gradiente de clo-a observado en la zona de estudio tiene en su núcleo una concentración mayor de $4,5 \text{ mg/m}^3$, con un área de influencia que llega hasta las 100 mn. En este lugar la concentración de clo-a es de 1.5 mg/m^3 entre la superficie y los 20 m de profundidad. Otra evidencia que apoya la existencia de una exportación de clo-a estuarina hacia las zonas oceánicas, es el hecho que, no obstante los valores altos de clo-a encontrados, la biomasa fitoplanctónica no produce cantidades de oxígeno disuelto mayores que el valor de saturación.

El aporte de los cuerpos de agua continentales al ambiente marino, especialmente de las lagunas salobres, tales como el Lago Budi, el cual ha sido caracterizado como un centro de alta producción primaria (Stuardo et al., 1989), y estuarinos, tales como el río Valdivia, puede ser muy alto, contribuyendo con cantidades de material particulado y disuelto superiores en órdenes de magnitud a los típicos del ambiente marino (De La Lanza y Rodríguez, 1993).

Otra situación que afecta a la estructura de mesoescala son los aportes de los sistemas de bahías que existen en la zona y que podrían exportar parte importante de la biomasa producida in situ a los cuerpos de agua adyacentes. Este proceso de exportación ha sido postulado para las bahías Concepción y San Vicente (Ahumada, 1976, 1979, Ahumada et al., 1983, Ahumada et al., 1984, Ahumada et al., 1988, Ahumada et al., 1988b), las que subsidian energéticamente al sistema costero en términos de la alta biomasa fitoplanctónica exportada (Ahumada et al., 1991), aún durante la época estival.

Un caso especial observado, fue un núcleo que no estaba asociado a ninguna estructura como las descritas anteriormente, como es el caso de la estación 73 (Figura 1). En esta estación el máximo de clorofila no correspondía al centro del vórtice que está en las inmediaciones, sino que está situado en la proximidades de éste. Para definir esta situación se recurrió al análisis más detallado del campo de circulación geostrofica y se observó que esta parcela de agua está casi estacionaria respecto del sistema de referencia. Esto permite que la biomasa fitoplanctónica, al estar en la periferia del núcleo (i.e. en la zona de mayor estabilidad), no sea dispersada y se potencie el crecimiento y acumulación de la población fitoplanctónica (Raimbault et al., 1993).

8.2 ZOOPLANCTON

8.2.1 Composición y Abundancia del Zooplancton.

La composición zooplanctónica de las muestras colectadas en 99 estaciones de muestreo durante el estudio, arrojó sobre 25 taxa diferentes durante el periodo de muestreo (Tabla 7).

Tabla 7. Listado de grupos mayores del zooplancton evaluados durante el estudio.

| HOLOPLANCTON | MEROPLANCTON |
|----------------|---------------------------|
| Anfípodos | Larvas de eufáusidos |
| Apendicularias | Larvas de briozoos |
| Copépodos | Zoeas (crust. Decápodos) |
| Doliólidos | Megalopas (crust. Decap.) |
| Eufáusidos | Estados naupliares |
| Foraminíferos | Larvas de poliquetos |
| Medusas | Larvas de molusc. (Biv.) |
| Ctenóforos | Larvas de molusc. (Gast.) |
| Pterópodos | Larva mysis |
| Miscidáceos | Larvas de braquiópodos |
| Ostrácodos | Larvas de balánidos |
| Poliquetos | Juv. Cefalópodos |
| Quetognatos | |
| Radiolarios | |
| Salpas | |
| Sergéstidos | |
| Sifonóforos | |
| Stomatópodos | |

Un análisis cualitativo del grupo copépodos dominante en número, indicó presencia de los Subordenes:

(i) CALANOIDA, principalmente de las Familias: Calanidae Dana, 1849 (Calanus chilensis); Eucalanidae Giesbrecht, 1892 (Rhincalanus nasutus, Eucalanus inermis, Eucalanus sp.); Paracalanidae Giesbrecht, 1892 (Paracalanus parvus); Euchaetidae Giesbrecht, 1892 (Euchaeta marina, Euchaeta acuta, Paraeuchaeta sp.); Metridinidae Dunn & Hülsemann, 1979 (=Metridiidae G.O.Sars, 1902) (Metridia lucens, Metridia longa, Metridia sp., Pleuromamma gracilis,

Pleuromamma xiphias); Centropagidae Giesbrecht, 1892 (Centropages brachiatus); Candaciidae Giesbrecht, 1892 (género: Candacia); Lucicutiidae G.O. Sars, 1903 Lucicutia flavicornis y,

(ii) CYCLOPOIDA, principalmente las Familias: Oithonidae Dana, 1853 (Oithona plumifera), Oncaeeidae Giesbrecht, 1892 (género Oncaea) y Corycaeeidae Dana, 1849 (género Corycaeus).

Los taxa que presentaron una abundancia numérica de carácter secundario fueron: eufáusidos (Familia Euphausiacea, principalmente: Euphausia mucronata y Nyctiphanes sp. G.O. Sars, 1883), ostrácodos, apendicularias, quetognatos, poliquetos, sifonóforos y medusas.

El meroplancton estuvo representado en el área de estudio principalmente por estados larvales de poliquetos, eufáusidos (estados de caliptopis y furcilia), briozoos y crustáceos decápodos. En estos últimos se encontró un escaso número de estados larvales correspondientes al InfraOrden Penaeidea (Familias Penaeidae y Sergestidae); InfraOrden Macrura (Familia Callianassidae, Callianassa uncinata); InfraOrden Anomura (Familias Porcellanidae, Paguridae, Hippidae); InfraOrden Brachyura (Familias Xanthidae, Cancridae); Orden Stomatopoda.

La composición de grupos mayores del zooplancton encontrada en el presente estudio es coincidente con lo reportado para similar área y periodo (otoño, 1992) de estudio por IFOP (1992).

La composición de grupos zooplanctónicos mayores evaluada en estaciones de muestreo costeras en el presente estudio, es también coincidente con lo reportado por otros investigadores que analizan el mesozooplancton costero de las costas de la Octava Región, tanto en la escala espacial como temporal (Arcos, 1987; Peterson *et al.*, 1988; Núñez, 1990; Arcos y Núñez, 1992).

El análisis cualitativo de las especies y géneros más importantes evaluados para el grupo copépodos (dominante en número) en el presente trabajo, es coincidente con lo reportado para la región costera de la Octava Región por Arcos (1987) y Peterson *et al.* (1988), autores que reportan dominancia en número de las especies Calanus chilensis, Paracalanus parvus, Centropages brachiatus y Acartia tonsa.

Núñez (1990) y Arcos y Núñez (1992) al evaluar la distribución espacial a mesoescala de la asociación de copépodos calanoideos, a través de una transecta perpendicular a la costa frente a Talcahuano, reportan abundancias numéricas importantes para las especies Calanus chilensis, Centropages brachiatus, Acartia tonsa,

Paracalanus parvus, Aetideus armatus (en la región nerítica costera, sobre la plataforma continental) y, Rhincalanus nasutus, Pleuromamma gracilis, Candacia curta, Eucalanus inermis, Eucalanus crassus, Euchaeta sp. y Metridia sp. (en la región oceánica). Estos resultados son concordantes con la evaluación cualitativa realizada para las especies importantes encontradas en el presente estudio.

Las Figuras 35 a 38 presentan la distribución de la abundancia promedio (ind. 1000 m³) de grupos zooplanctónicos por sector de estudio y en forma detallada para cada transecta realizada.

La Tabla 8 presenta la distribución de las abundancias promedios de los grupos zooplanctónicos más importantes en número, por sector de estudio.

Tabla 8. Abundancia promedio (Ind./ 1000 m³) de grupos zooplanctónicos más importantes en número, por sector de muestreo.

| GRUPOS/ESTACION | SECTOR I | SECTOR II | SECTOR III |
|---------------------|----------|-----------|------------|
| APENDICULARIAS | 2916.12 | 3324.89 | 879.70 |
| COPEPODOS | 68675.38 | 78137.92 | 81003.39 |
| EUFÁUSIDOS | 2705.05 | 3199.17 | 2651.53 |
| OSTRACODOS | 3918.50 | 1837.54 | 1857.47 |
| QUETOGNATOS | 7472.73 | 6510.62 | 6781.29 |
| POLIQUETOS | 725.38 | 529.59 | 399.33 |
| RESTO DE ZOOPLANCT. | 4598.77 | 7221.77 | 8020.77 |
| ZOOPLANCTON TOTAL | 91011.93 | 101430.48 | 100917.40 |

La distribución de abundancias para grupos mayores importantes, indica valores promedios similares para los tres sectores considerados en el crucero (promedio área de estudio = 97786.60 ind /1000 m³)

8.2.2 Distribución Espacial del Zooplancton

Las Figuras 39 a 47 muestran la distribución espacial de los grupos zooplanctónicos más importantes en número, evaluados durante el estudio.

Tanto los copépodos, eufáusidos, apendicularias, ostrácodos, quetognatos, miscidáceos y medusas, como las larvas de eufáusidos y

zoetas, muestran, en general, las mayores abundancias asociadas a la zona más costera (< 20 mn) del área de estudio.

No obstante esta distribución, la abundancia numérica de copépodos, también estuvo focalizada en la zona oceánica de los sectores II y III (Figura 39), las mayores abundancias de quetognatos en la región oceánica (>70 mn) del Sector I y II (Figura 43), y las altas abundancias numéricas de estados larvales de eufáusidos situados más allá de las 70 mn en el Sector III (Figura 47).

Así, el grupo dominante en número (copépodos) presentó abundancias mayores a 200.000 ind./1000 m³ asociadas a la zona nerítica costera frente a las costas de Valparaíso y San Antonio (Sector I) y en la zona oceánica de los Sectores II y III. Núcleos de abundancia intermedia se detectaron asociados a la zona costera frente a las costas de Talcahuano y al norte de Corral.

La distribución de los mayores valores de abundancia de eufáusidos (principalmente la especie Euphausia mucronata) (> 16.000 ind./1000 m³), se encontró muy focalizada en la zona nerítica costera frente a las costas de Valparaíso y Talcahuano. En esta última localidad, concentraciones intermedias se extienden hasta el límite longitudinal del área de estudio.

8.2.3 Biomasa Zooplanctónica

La distribución espacial horizontal de biomasa zoplanctónica total en el área de estudio se presenta en la Figura 48.

Las Tablas 9, 10 y 11, presentan las biomásas promedio para los sectores I, II y III, respectivamente.

Tabla 9. Distribución de la biomasa zooplanctónica promedio (g. p. Húm./m³). Sector I.

| DISTANCIA DE LA COSTA (mn) | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 20 | 40 | 70 | 90 |
| TRANSECTA | | | | | |
| 1 | 0.793 | 0.042 | 0.038 | 0.055 | 0.125 |
| 2 | 2.269 | 0.043 | 0.080 | 0.029 | 0.060 |
| 3 | 0.335 | 0.004 | 0.049 | 0.051 | 0.133 |
| 4 | 0.163 | - | 0.042 | 0.067 | 0.091 |
| 5 | 0.131 | 0.051 | 0.072 | 0.093 | 0.114 |
| 6 | 0.802 | 0.042 | 0.049 | 0.068 | 0.137 |
| 7 | 0.146 | 0.092 | 0.121 | 0.133 | 0.107 |
| PROMEDIO | 0.663 | 0.046 | 0.064 | 0.071 | 0.110 |
| VARIANZA | 0.5032 | 0.0008 | 0.0007 | 0.0010 | 0.0006 |

Tabla 10. Distribución de la biomasa zooplanctónica promedio (g. p. Húm./m³). Sector II.

| DISTANCIA DE LA COSTA (mn) | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 20 | 40 | 70 | 90 |
| TRANSECTA | | | | | |
| 8 | 0.267 | 0.121 | 0.181 | 0.087 | 0.125 |
| 9 | 0.312 | 0.041 | 0.051 | 0.159 | 0.153 |
| 10 | 0.366 | 0.134 | 0.034 | 0.077 | 0.079 |
| 11 | 0.177 | 0.202 | 0.082 | 0.084 | 0.259 |
| 12 | 0.174 | 0.222 | 0.226 | 0.092 | 0.076 |
| 13 | 0.455 | 0.249 | 0.089 | 0.015 | 0.024 |
| 14 | - | 0.055 | 0.053 | 0.046 | 0.020 |
| PROMEDIO | 0.292 | 0.146 | 0.102 | 0.080 | 0.105 |
| VARIANZA | 0.0190 | 0.0056 | 0.0046 | 0.0017 | 0.0060 |

Tabla 11. Distribución de la biomasa zooplanctónica promedio (g. p. Húm./m³). Sector III.

| | DISTANCIA DE LA COSTA (mn) | | | | |
|-----------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 20 | 40 | 70 | 90 |
| TRANSECTA | | | | | |
| 15 | 0.123 | 0.128 | 0.079 | 0.050 | 0.097 |
| 16 | 0.162 | 0.046 | 0.024 | 0.241 | 0.053 |
| 17 | - | - | - | - | 0.036 |
| 18 | 0.193 | 0.018 | - | 0.063 | 0.042 |
| 19 | 0.108 | 0.039 | 0.024 | 0.036 | 0.047 |
| 20 | 0.156 | 0.184 | 0.044 | 0.046 | 0.057 |
| 21 | - | - | 0.025 | 0.091 | 0.036 |
| PROMEDIO | 0.148 | 0.083 | 0.039 | 0.088 | 0.053 |
| VARIANZA | 0.0051 | 0.0042 | 0.0006 | 0.0052 | 0.0004 |

Las mayores biomazas zooplanctónicas se encuentran asociadas a la región más costera del área de estudio (i.e., 10 mn), siendo lo anterior más evidente para el sector I (promedio: 0.663 g/m³). Un análisis por sector indica valores relativamente homogéneos a partir de las 40 mn desde la costa en los tres sectores considerados (Figura 29).

Evaluaciones previas realizadas en la zona costera (0-100 mn) entre San Antonio y Corral, para los periodos invernal del año 1991 (Braun, 1991) y otoñal del año 1992 (IFOP, 1993), revelaron valores relativamente bajos en el 90% del área de estudio, fluctuando entre 5 y 150 ml/1000 m³ y entre 100 y 600 g/1000 m³, para ambos periodos, respectivamente. Ambos estudios comunican también que las mayores biomazas encontradas (900 ml/1000 m³, invierno 1991; más de 1000 g/1000 m³, otoño 1992) se detectaron frente a las costas de Talcahuano y eventualmente en las cercanías de Isla Mocha y Punta Lebu, tendencia que ya se reportó anteriormente en los trabajos de Rojas *et al.* (1983), Arcos (1987) y Peterson *et al.* (1988) para la zona frente a Talcahuano. Entonces, en el invierno de 1991 y otoño de 1992 la biomasa zooplanctónica estuvo focalizada frente a las costas de Talcahuano.

Esta distribución no es totalmente coincidente con la situación evaluada en el presente estudio, por cuanto los principales núcleos de biomasa se ubicaron en la zona costera del sector I. Sin embargo, la distribución de las mayores concentraciones de biomasa zooplanctónica asociadas a la zona costera es un patrón característico, encontrado en todas las evaluaciones de macro y mesoescala realizados en la región (Braun, 1992; Arcos y Núñez, 1992; IFOP, 1993).

8.2.4 Composición y abundancia del Ictioplancton

El análisis de las 99 estaciones de muestreo realizadas durante el desarrollo del crucero, permitió determinar la presencia de estados tempranos de peces (huevos y larvas) correspondientes a 31 taxa, identificados, en su mayoría, a nivel de especie (Tabla 12).

Existió presencia positiva de huevos de peces en el 89.89 % de las estaciones de muestreo realizadas en el estudio, presentando densidades importantes las especies E. ringens, H. brunni, M. gayi y S. sagax (Figuras 50).

Las mismas especies presentaron concentraciones importantes (particularmente H. brunni) a nivel de larvas, con un porcentaje de 98.9 % de estaciones positivas (Figura 51).

La densidad, frecuencia y dominancia numérica de los huevos de peces más importantes encontrados en el presente estudio se presentan en la Tabla 13.

Es notable la dominancia numérica de huevos de E. ringens (30.2 %) y de H. brunni (19.5 %). Cabe considerar el alto porcentaje de dominancia numérica de huevos clasificados como "Otros Huevos" (36.3 %), los que corresponden a otras especies de la Familia Mictophidae.

Los huevos de M. gayi y S. sagax representaron en conjunto una dominancia numérica de 13.9 %, para toda el área de estudio.

Los estados larvales (Tabla 14) correspondiente a las especies de peces más importantes encontradas en el estudio, indican una dominancia numérica para las especies H. brunni y E. ringens (72.7%), considerando el total de estados larvales colectados en el período de estudio.

Tabla 12. Listado de especies encontradas en el análisis del ictioplancton

| | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ATHERINIFORMES | EXOCOETIDAE <u>Scomberesox saurus</u> |
| AULOPIFORMES | PARALEPIDIDAE |
| CLUPEIFORMES | CLUPEIDAE <u>Brevoortia maculata</u> <u>Sardinops sagax sagax</u> <u>Strangomera bentincki</u> |
| | ENGRAULIDAE <u>Engraulis ringens</u> |
| GADIFORMES | GADIDAE <u>Merluccius gayi gayi</u> |
| | MACROURIDAE |
| GOBIESOCIFORMES | GOBIESOCIDAE <u>Gobiesox marmoratus</u> |
| MYCTOPHIFORMES | MYCTOPHIDAE <u>Diogenichthys atlanticus</u> <u>Gymnoscopelus</u> sp. <u>Hygophum brunni</u> <u>Lampanyctus ritteri</u> <u>Myctophum</u> sp. <u>Notoscopelus resplendens</u> P. (<u>Hierops</u>) <u>chilense</u> P. (<u>Hierops</u>) <u>crokeri</u> P. (<u>Hierops</u>) <u>subparallelum</u> |
| OPHIDIIFORMES | OPHIDIIDAE <u>Genypterus</u> sp. |

Tabla 12. (cont.): Listado de especies encontradas en el análisis del ictioplancton.

| | |
|-------------------|--------------------------------------------------|
| PERCIFORMES | BRANCHIOSTEGIDAE <u>Prolatilus jugularis</u> |
| | CARANGIDAE <u>Seriola</u> sp. |
| | BLENNIIDAE <u>Hypsoblennius sordidus</u> |
| | TRIPTERYGIIDAE <u>Tripterygion chilensis</u> |
| | STROMATEIDAE <u>Stromateus stellatus</u> |
| PLEURONECTIFORMES | BOTHIDAE <u>Hippoglossina macrops</u> |
| SALMONIFORMES | BATHYLAGIDAE <u>Bathylagus</u> sp. |
| SCORPENIFORMES | SCORPENIDAE <u>Sebastes</u> sp. |
| | NORMANICHTHYIDAE <u>Normanichthys crokeri</u> |
| STOMIATIFORMES | GONOSTOMATIDAE <u>Gonostomatidae</u> |
| | STERNOPTYCHIDAE |
| | PHOTICHTHYIDAE <u>Vinciguerria lucetia</u> |

Tabla 13. Densidad promedio (Ind./10 m²), frecuencia y dominancia numérica de huevos de peces.
Total área de estudio

| ESPECIE | Nro.Est. positivas | Nro.huevos Totales | Densidad promedio Totales | Frecuencia Positivas % | Dominancia Numerica |
|------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| E. ringens | 41 | 13068 | 389 | 2357 | 30.2 |
| H. gayi | 11 | 2519 | 75 | 674 | 5.8 |
| H. brunni | 36 | 8444 | 246 | 1243 | 19.5 |
| S. sagax | 32 | 3508 | 101 | 286 | 8.1 |
| O. huevos | 55 | 15719 | 485 | 578 | 36.3 |
| H. totales | 83 | 43259 | 769 | 839 | 100.0 |

Tabla 14. Densidad promedio (Ind./10 m²), frecuencia y dominancia numérica de larvas de peces.
Total área de estudio

| ESPECIE | Nro.Est. positivas | Nro.larvas Totales | Densidad promedio Totales | Frecuencia Positivas % | Dominancia Numerica |
|------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------|
| E. ringens | 23 | 10674 | 315 | 1014 | 30.6 |
| H. brunni | 98 | 14655 | 432 | 436 | 42.1 |
| H. gayi | 23 | 2462 | 72 | 268 | 7.1 |
| S. sagax | 25 | 4091 | 129 | 503 | 11.7 |
| O. larvas | 83 | 2946 | 90 | 107 | 8.5 |
| L. totales | 98 | 34828 | 1038 | 1060 | 100.0 |

La distribución de estados larvales (huevos y larvas) para especies importantes en número, en un sentido perpendicular a la costa, por sector de estudio, se presenta gráficamente en las figuras 52 a 57.

De estas figuras es posible notar la distribución costera de huevos y larvas de peces durante el estudio, particularmente de las especies E. ringens y S. sagax, asociados a las estaciones de muestreo más costeras de la zona de estudio (10 mn). Los estados larvales de H. brunni estuvieron homogéneamente distribuidos en el área de estudio.

Las Figuras 58 a 63, que presentan la frecuencia acumulada relativa de huevos y larvas de peces, reafirman la distribución restringida a la zona nerítica costera de estados larvales de E. ringens y S. sagax y la distribución relativamente uniforme del mictófido H. brunni en toda el área de estudio.

8.2.5 Distribución espacial del ictioplancton

Las Figuras 64 a 75 presentan las distribuciones horizontales de huevos y larvas de las especies de peces numéricamente más importantes encontrados en el estudio.

El análisis cuantitativo de la distribución espacial del ictioplancton reveló ausencia de estados larvales de jurel (T. symmetricus murphyi) en toda el área de estudio. Previamente, sólo se detectó la existencia de huevos del recurso en la misma área en el invierno de 1991, con dominancia numérica muy baja (0.2%) (Braun, 1991).

Los estados larvales de E. ringens fueron numéricamente importantes durante el presente estudio, con una distribución asociada a la franja más costera (20 mn) en el área prospectada. Tanto los huevos como las larvas de la especie presentaron una distribución muy restringida (núcleos de 700 ind./10 m² y 400 ind./10 m² para larvas y huevos, respectivamente), focalizada en los 35°40'S, notándose una distribución costera más extensa (35°-37°S) para las larvas de la especie. Esta situación caracteriza una actividad reproductiva importante en sectores muy definidos de la zona prospectada.

La distribución de huevos y larvas del mictófido H. brunni es extensa, abarcando prácticamente el 85% del área de estudio (Figuras 64 y 70, respectivamente). Los resultados de la distribución y abundancia numérica de huevos y larvas de la especie es coincidente con lo reportado por IFOP (1992) para un crucero otoñal desarrollado en la misma zona de estudio, en que se observó una dominancia numérica total del 52.16%.

La distribución de huevos y larvas de M. gayi evaluada en el presente estudio, estuvo circunscrita a la zona más costera (<25 mn) frente a las costas de Talcahuano, presentando densidades de 800 ind./10 m² y 200 ind./10 m², para huevos y larvas, respectivamente. Esta especie mostró importantes valores de dominancia numérica para huevos (sobre 25% en sector II), contrastando con los bajos valores de dominancia numérica en larvas (< 12%) para el área de estudio.

8.2.6 Muestreo Intensivo

Zooplancton

La distribución vertical de zooplancton mostró las mayores abundancias asociadas al estrato 0-50 m de profundidad, a excepción de los muestreos de carácter diurno donde las mayores abundancias se verificaron en los estratos 100-150 y 150-200 m.

Las tablas 15 a 17 presentan los resultados de abundancia numérica de los grupos zooplanctónicos más importantes, por estrato de muestreo. Los resultados indican que las mayores abundancias de copépodos se situaron en el estrato 100-150 m de profundidad para los muestreos intensivos A y B, realizados en el sector II (325.988 y 642.371 ind./1000 m³, respectivamente) y en el estrato 150-200 m de profundidad para el sector III (725.231 ind./ 1000 m³).

El resto de los organismos importantes en número (eufáusidos, apendicularias, poliquetos, quetognatos y ostrácodos) mostraron los mayores valores de abundancia en los estratos de 100-150 y 150-200 m de profundidad.

Tabla 15. Abundancia promedio (Ind./1000 m³) para los grupos zooplanctónicos más importantes en número. Muestreo Intensivo A. Sector II.

| ESTRATO | 50-0m | 100-0m | 150-0m | 200-0m |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| APENDICULARIAS | 755.1988 | 876.7472 | 3186.167 | 3246.804 |
| COPEPODOS | 134149.8 | 194126.6 | 520114.8 | 734759.9 |
| EUFÁUSIDOS | 567.226 | 2588.623 | 4956.75 | 15597.89 |
| OSTRACODOS | 214.9836 | 1072.989 | 2956.851 | 5762.663 |
| POLIKUETOS | 97.01824 | 696.4917 | 1371.485 | 3160.81 |
| QUETOGNATOS | 7571.833 | 9431.716 | 20697.96 | 49175.02 |

Tabla 16. Abundancia promedio (Ind./1000 m³) para los grupos zooplanctónicos más importantes en número. Muestreo Intensivo B. Sector II.

| ESTRATO | 50-0m | 100-0m | 150-0m | 200-0m |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| APENDICULARIAS | 975.6948 | 8175.165 | 6216.333 | 14159.15 |
| COPEPODOS | 115253.5 | 431019 | 428467.3 | 1153698 |
| EUFAUSIDOS | 421.6986 | 2046.479 | 2741.868 | 7628.61 |
| OSTRACODOS | 306.2689 | 2340.014 | 5588.251 | 14608.3 |
| POLIQUETOS | 727.3612 | 940.1398 | 3436.43 | 4723.851 |
| QUETOGNATOS | 3875.658 | 17483.79 | 21113.37 | 54122.62 |

Tabla 17. Abundancia promedio (Ind./1000 m³) para los grupos zooplanctónicos más importantes en número. Muestreo Intensivo Sector III.

| ESTRATO | 50-0m | 100-0m | 150-0m | 200-0m |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| APENDICULARIAS | 470.9795 | 496.116 | 7640.186 | 4961.10 |
| COPEPODOS | 90899.04 | 311560.8 | 953931.8 | 1531345 |
| EUFAUSIDOS | 470.9795 | 3472.812 | 21829.1 | 29766.96 |
| OSTRACODOS | 706.4692 | 1488.348 | 34926.57 | 46304.16 |
| POLIQUETOS | 235.4897 | 1488.348 | 5457.276 | 13229.76 |
| QUETOGNATOS | 7535.671 | 15875.71 | 52389.85 | 69456.24 |

Los resultados de la biomasa zooplanctónica promedio por área de muestreo intensivo se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Biomasa zooplanctónica promedio (g. peso húmedo/m³), por área de muestreo intensivo

| MUESTREO INTENSIVO | 50-0m | 100-0m | 150-0m | 200-0m |
|--------------------|-------|--------|--------|--------|
| INTENSIVO IIA | 0.110 | 0.117 | 0.110 | 0.118 |
| INTENSIVO IIB | 0.280 | 0.190 | 0.134 | 0.093 |
| INTENSIVO III | 0.256 | 0.215 | 0.096 | 0.068 |

Ictioplancton

El ictioplancton encontrado durante la realización de los muestreos de carácter intensivo, estuvo representado principalmente por larvas de la especie *H. brunni*, con dominancias numéricas de 78.6 % y 79.8 % para larvas y huevos, respectivamente. (Tabla 19).

Tabla 19. Densidad promedio (Ind./10 m²), frecuencia y dominancia numérica de huevos y larvas de peces. Muestreo Intensivo

| ESPECIE | Nro Est. positivas | Número ejempl. | Densidad promedio Totales | Frecuencia Positivas | Dominancia Numérica |
|------------------|--------------------|----------------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| Larvas | | | | | |
| <i>H. brunni</i> | 21 | 3539 | 98 | 169 | 75.8 |
| Otras larvas | 16 | 1140 | 31 | 71 | 24.2 |
| Larvas totales | 24 | 4669 | 130 | 195 | 100.0 |
| Huevos | | | | | |
| <i>H. brunni</i> | 14 | 2287 | 64 | 163 | 79.8 |
| Otros huevos | 11 | 580 | 16 | 53 | 20.2 |
| Huevos totales | 17 | 2867 | 80 | 169 | 100.0 |

El análisis de distribución vertical de huevos y larvas de las especies más importante en número, es presentado en las Tablas 20 y 21.

Tabla 20. Densidad (Ind./10 m²), frecuencia y dominancia numérica de huevos de peces por estrato de muestreo y por área de muestreo intensivo

| ESTRATO | ESPECIE | Nro Est. positiv. | Nro huevos | Densidad promedio Total | Frecuencia positiv. % | Dominancia Numérica | Total (%) | |
|----------|------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-----------|------|
| 50 -0m | H. brunni | 1 | 26 | 3 | 26 | 11.5 | 47.3 | 1.9 |
| | O. huevos | 1 | 29 | 3 | 29 | 10.3 | 52.7 | |
| | H. totales | 2 | 55 | 6 | 28 | 33.3 | 100.0 | |
| 100-50m | H. brunni | 3 | 127 | 14 | 42 | 33.3 | 37.5 | 11.8 |
| | O. huevos | 3 | 212 | 24 | 71 | 33.8 | 62.5 | |
| | H. totales | 5 | 339 | 38 | 68 | 55.9 | 100.0 | |
| 150-100m | H. brunni | 5 | 802 | 89 | 160 | 55.6 | 78.5 | 35.7 |
| | O. huevos | 4 | 220 | 24 | 55 | 43.6 | 21.5 | |
| | H. totales | 5 | 1022 | 114 | 204 | 55.9 | 100.0 | |
| 200-150m | H. brunni | 5 | 1332 | 148 | 266 | 55.6 | 91.8 | 50.6 |
| | O. huevos | 3 | 119 | 13 | 40 | 32.5 | 8.2 | |
| | H. totales | 5 | 1451 | 161 | 290 | 55.5 | 100.0 | |

Tabla 21. Densidad (Ind./10 m²), frecuencia y dominancia numérica de larvas de peces por estrato de muestreo y por área de muestreo intensivo

| ESTRATO | ESPECIE | Nro Est. positiv. | Nro larvas | Densidad promedio Total | Frecuencia positiv. % | Dominancia Numérica | Total (%) | |
|----------|------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-----------|------|
| 50 -0m | H. brunni | 9 | 1483 | 165 | 165 | 100.0 | 90.7 | 35.0 |
| | O. larvas | 4 | 149 | 17 | 37 | 45.9 | 9.3 | |
| | L. totales | 9 | 1632 | 182 | 182 | 100.0 | 100.0 | |
| 100-50m | H. brunni | 6 | 1477 | 165 | 246 | 67.1 | 69.9 | 45.4 |
| | O. larvas | 6 | 644 | 72 | 107 | 62.3 | 30.1 | |
| | L. totales | 7 | 2121 | 236 | 303 | 77.9 | 100.0 | |
| 150-100m | H. brunni | 4 | 472 | 53 | 118 | 44.9 | 73.6 | 13.8 |
| | O. larvas | 5 | 172 | 19 | 34 | 55.9 | 26.4 | |
| | L. totales | 6 | 644 | 72 | 107 | 67.3 | 100.0 | |
| 200-150m | H. brunni | 2 | 107 | 12 | 54 | 22.2 | 40.0 | 5.8 |
| | O. larvas | 1 | 165 | 18 | 165 | 10.9 | 60.0 | |
| | L. totales | 2 | 272 | 30 | 138 | 21.7 | 100.0 | |

Lo anterior es concordante con lo reportado por IFOP (1992, 1993) para cruceros costeros y oceánicos, abarcando el área de estudio, quienes reportan el 90% de los estados larvales en el estrato superior a los 50 m de profundidad.

8.2.7 Discusión del zooplancton

La composición de grupos mayores del zooplancton encontrada en el presente estudio, es coincidente con lo reportado previamente para similar área y período de estudio (IFOP, 1992), siendo el grupo dominante el de los copépodos y presentando valores de abundancia intermedia los grupos de eufáusidos, ostrácodos, poliquetos, miscidáceos y quetognatos. Esto coincide también con lo reportado por otros investigadores que analizaron el mesozooplancton costero en la Octava Región, tanto en la escala espacial como temporal (Arcos, 1987; Peterson *et al.*, 1988; Núñez, 1990; Arcos y Núñez, 1992).

Los resultados de la evaluación cualitativa del grupo copépodos concuerda con lo reportado en estudios temporales (Arcos, 1987; Peterson *et al.*, 1988) y espaciales (Núñez, 1990; Arcos y Núñez, 1992) de mesoescala, que evaluaron las zonas nerítica y oceánica frente a la Octava Región.

La distribución espacial de los grupos zooplanctónicos importantes en número muestran, como patrón general, las mayores abundancias asociadas a la zona más costera (< 20 mn) del área de estudio. Se observa similar patrón de distribución para la biomasa zooplanctónica total, siendo lo anterior más evidente para el sector I (promedio: 0.663 g/m³). En la zona más oceánica del área de estudio la distribución fue relativamente homogénea.

Los resultados de biomasa zooplanctónica se presentan bajos, considerando los tres sectores evaluados en el crucero, sin embargo, pueden ser considerados normales para el período de estudio (invierno). Estudios previos en la zona costera (0-100 mn) entre San Antonio y Corral, para los períodos invernal (1991) (Braun, 1991) y otoñal (1992) (IFOP, 1993), muestran también valores bajos en el 90% del área de estudio, fluctuando entre 5 y 150 ml/1000 m³ y entre 100 y 600 g/1000 m³, para ambos períodos, respectivamente.

Estudios en el dominio temporal, desarrollados en la zona costera frente a Talcahuano, comunican los valores más bajos de biomasa

zooplanctónica total (50-150 ml/1000 m³) para el período junio-julio, indicando los mayores valores para los meses de febrero y marzo (12.000 ml/1000 m³) (Arcos, 1987).

El análisis del ictioplancton en la zona de estudio reveló la presencia de huevos y larvas de 31 taxa, correspondiendo en su mayoría a las especies Hygophum brunni (mictófido), Engraulis ringens (anchoveta), Merluccius gayi (merluza común) y Sardinops sagax (sardina española). La dominancia en número de estas especies es coincidente con lo reportado en otras investigaciones realizadas en similar zona y período de estudio (Braun, 1991; IFOP, 1992).

El análisis cuantitativo de la distribución espacial del ictioplancton reveló ausencia de estados larvales de jurel (T. symmetricus murphyi) en toda el área de prospección. Estudios previos revelan ausencia de estados larvales de la especie, a excepción de Braun (1991) quien reporta sólo huevos de jurel con valores de dominancia numérica muy bajos (0.2%), al prospectar similar área de estudio.

Otro estudio realizado en la misma zona, durante el período otoño del año 1992, reveló la ausencia de huevos y larvas de jurel (IFOP, 1953).

Otras evaluaciones ictioplanctónicas en dominio espacial (Olea y Acuña, 1992; Olea, 1993; Núñez et al., 1993) y temporal en escalas estacional y diaria (Sepúlveda, 1988, 1990) para el área nerítica costera de la Octava Región, revelan también ausencia de estados larvales de jurel en el período otoño-invierno. Todo lo anterior indica que la especie no presenta actividad reproductiva en esta área y período, lo que es sustentado por Serra et al. (1979) y Serra (1991), quienes determinan la época de desove a partir de octubre-noviembre para la pesquería de Talcahuano y concuerda además con lo reportado por Arancibia y Cubillos (1993), quienes señalan que el período de mayor actividad reproductiva se verifica entre octubre y enero.

La especie E. ringens presentó huevos y larvas con una distribución muy restringida a la zona costera, focalizada principalmente en los 35°40'S, notándose una distribución costera más extensa (35°-37°S) para las larvas de la especie. Los núcleos de valores importantes de abundancia, caracterizan una actividad reproductiva importante en sectores muy definidos de la zona prospectada.

La distribución costera de estados larvales de anchoveta determinada en el presente estudio es también coincidente con lo reportado por Braun (1991), autor que señala que el 99% de los huevos de la especie se concentran en la franja costera delimitada por las 25 mn desde la costa y por Sepúlveda (1988, 1990) quien reporta concentraciones importantes de larvas en el área nerítica costera frente a Talcahuano.

La distribución de huevos y larvas de M. gayi evaluada en el presente estudio, estuvo circunscrita a la zona más costera (<25 mn) frente a las costas de Talcahuano, presentando densidades de 800 ind./10 m² y 200 ind./10 m², para huevos y larvas, respectivamente.

Los importantes valores de abundancia y la distribución costera (<25 mn) de estados larvales de M. gayi no coinciden con lo reportado por IFOP (1992) para similar área y período de estudio, donde se verifican valores de dominancia numérica extremadamente bajos para M. gayi (0.87%). Por su parte, Braun (1991) no reporta estados larvales de la especie para un crucero realizado en similar período y área de estudio. Sin embargo, los resultados para esta especie son concordantes con la distribución y dominancia de larvas de merluza común, encontrado por Núñez et al. (1993) para cruceros realizados en la franja costera (hasta 30 mn) desde la desembocadura del río Itata hasta Punta Lavapié (Octava Región).

8.3 EVALUACION HIDROACUSTICA DEL JUREL

8.3.1 Calibración electroacústica

Los resultados de la calibración se incluyen en la Tablas 22 y 23, junto con los resultados de todas las calibraciones realizadas a la fecha para las distintas longitudes de pulso y sus respectivos anchos de banda, en las frecuencias de 38 y 120 Khz.

Tabla 22. Valores de ganancia del transductor medidos para TS (Fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica). 38 Khz (EK-500)

| LUGAR | Ganancia Trans TS | | | Ganancia Trans Sv | | |
|----------------------------|--------------------------|------|------|-------------------|------|------|
| | longitud de pulso (mseg) | | | | | |
| | 0.3 | 1.0 | 3.0 | 0.3 | 1.0 | 3.0 |
| Shimizu (09/01/91) | 28.0 | | | 27.6 | | |
| Quintero (10/04/91) | 27.9 | | | 27.8 | | |
| I. Sta María (10/06/91) | 27.1 | 28.2 | 28.5 | 27.5 | 28.2 | 28.8 |
| I. Sta María (27/11/91) | 26.9 | 28.0 | 28.1 | 27.1 | 27.8 | 28.4 |
| Quintero (21/10/92) | 26.9 | 27.9 | 28.1 | 27.0 | 27.5 | 27.9 |
| Valparaíso (20/06/93) | 26.8 | 27.9 | 27.9 | 26.9 | 27.5 | 27.6 |

Tabla 23. Valores de ganancia de transductor medidos para TS (Fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica). 120 Khz (EK-500)

| LUGAR | Ganancia Trans TS | | | Ganancia Trans Sv | | |
|----------------------------|--------------------------|------|------|-------------------|------|------|
| | longitud de pulso (mseg) | | | | | |
| | 0.1 | 0.3 | 1.0 | 0.1 | 0.3 | 1.0 |
| Shimizu (09/01/91) | | 22.9 | | | 22.8 | |
| Quintero (10/04/91) | | 23.5 | | | 23.5 | |
| I. Sta María (10/06/91) | 22.1 | 23.2 | 23.4 | 22.5 | 22.9 | 23.3 |
| I. Sta María (27/11/91) | | | 22.8 | | | 22.4 |
| Quintero (21/10/92) | | | 23.8 | | | 24.4 |
| Valparaíso (20/06/93) | 24.1 | 25.1 | 25.7 | 24.5 | 24.8 | 25.7 |

Los resultados obtenidos en la frecuencia 38 Khz, indican en las distintas calibraciones realizadas una mayor estabilidad en los valores de ganancia del transductor medido para TS y Sv, a diferencia de lo observado en la frecuencia usada para discriminar recursos en superficie (120 Khz). En esta última se aprecia un rango de variación mayor en los valores de ganancia del transductor medido para TS y Sv. Esta diferencia se explica por la mayor inestabilidad que presenta la esfera de 120 Khz, dado su menor diámetro (23 mm) y peso, lo que la hace más sensible a los movimientos del barco.

Considerando que durante la calibración las condiciones climáticas fueron estables en la bahía de Valparaíso, y que éstas son un factor importante en el éxito de la calibración, los valores

utilizados durante el crucero para ambas frecuencias corresponden a los calculados en esta calibración.

Los resultados alcanzados en los valores de ganancia del transductor, medidos para TS y Sv en ambas frecuencias y para las distintas calibraciones efectuadas, indican que el sistema EK-500 se encuentra en buenas condiciones de operación, manteniendo dentro de rangos adecuados las características técnicas señaladas por su fabricante.

8.3.2 Abundancia del recurso

Identificación de los ecorregistros

Se efectuaron 19 lances de pesca que estuvieron dirigidos a identificar o validar ecorregistros de jurel (Tabla 2 y figura 86). Los lances de pesca se efectuaron al término de cada transecta y en zonas donde se detectó abundancia de recurso (zonas de muestreo intensivo), permitiendo, además de validar el procedimiento de identificación mediante coeficiente de dispersión volumétrica utilizado por el IFOP, obtener muestras para estudio biológico.

En los cuatro primeros lances que se efectuaron en el sector norte, donde se encontró baja concentración de jurel, no se logró éxito de captura (Tabla 2 y figura 86). Esto se debe a la existencia de cardúmenes aislados de baja densidad (bajo índice de cobertura), lo cual indica que bajo estas condiciones se produce una importante disminución de la efectividad en la captura de jurel con red de media agua.

Para fines de apoyo a la identificación de ecotrazos se contó con 15 lances de pesca con captura de jurel. En 8 de éstos se calculó el coeficiente de dispersión volumétrica (Sv) para validar ecorregistros que se apartaban de los patrones típicos para jurel (Tabla 2, figura 86; lances 5, 6, 7, 8, 16, 17, 18 y 19). Luego, para asignar los valores de Sa correspondientes a jurel, se aplicó el porcentaje de contribución de esta especie a la captura total por lance de pesca.

La no realización de lances de pesca en ocho transectas se debió a dos factores: condiciones meteorológicas adversas en dichas áreas y bajos niveles de abundancia detectados del recurso, que no aseguraban éxito de pesca.

Los resultados obtenidos en las pescas de reconocimiento permitieron caracterizar nuevos tipos de ecotrazos e incorporar antecedentes que mejorarán a futuro la identificación, así como

validar el método de identificación de especies utilizando el coeficiente de dispersión volumétrica (Sv) empleado por el IFOP. Esto, asegura un nivel de confiabilidad alto en los resultados obtenidos de distribución y biomasa del recurso.

Durante el periodo de prospección en el sector centro-sur del área de estudio, la flota cerquera de la VIII región obtuvo niveles altos de capturas, extrayendo principalmente jurel, que representó el 99% de las capturas totales tanto de junio (248.610 t) como de julio (245.954 t.). Esto es importante, ya que sirvió de apoyo para validar la identificación en esta especie cuando los ecotrazos no fueron los típicos para jurel. Esta información de captura fue obtenida en comunicación directa con cerqueros dentro de la zona de estudio o cuando la prospección coincidió en el espacio y tiempo con la zona de pesca (ejemplo, 5 y 6 de julio).

Análisis estadístico de la información acústica

Los resultados del análisis del patrón de distribución geográfica en la abundancia de jurel, indican la existencia de áreas de altas y bajas densidades en la zona de estudio (Figura 76). Este tipo de distribución también se observó durante las prospecciones realizadas en los inviernos de 1991 y 1992, representando un aspecto característico de las evaluaciones de jurel realizadas durante este periodo del año.

En la Tabla 24, se entregan los índices de cobertura (IC) y abundancia relativa (ID) obtenidos para las zonas de alta y baja abundancia dentro del área de estudio.

Tabla 24. Índices de cobertura y abundancia relativa por zona

| Zonas | IC (%) | ID (t/mn ²) |
|----------------------------------|-----------|----------------------------|
| Pto Papudo - sur de Constitución | 0.18 | 51.21 |
| Pta Nugurne - Pta Morguilla | 0.48 | 362.96 |
| Pta Morguilla - Bahía Queule | 0.32 | 31.38 |

Los resultados muestran la existencia de variaciones en el grado de agregación del jurel al concentrarse mayoritariamente su abundancia entre Pta. Nugurne a Pta. Morguilla (IC = 0.48 y ID = 362.38

t/mn²). Al norte y sur de esta zona, la abundancia relativa es menor, decreciendo hacia el sur conjuntamente con un aumento del índice de cobertura. Esto indica cambios en el tipo de distribución del recurso dentro del área prospectada.

El análisis estadístico realizado permite señalar para jurel una distribución de tipo contagiosa, al registrar valores positivos para el índice de Fisher (I_0) que oscilaron desde 141.15 a 38548.64 con valores altos en las zona de abundancia (Tabla 25). Asimismo, la variable normal reducida (d) por transecta fue superior a 1.96, con lo cual es posible rechazar con un 95 % de confianza que la distribución de los datos corresponda a Poisson, si no que es más bien gregaria (Elliott, 1971). Esta distribución contagiosa se corrobora con el parámetro poblacional $b = 1.98$, superior a la unidad en la zona de estudio.

Tabla 25. Índices de Fisher y variable normal reducida.

| Transectas | Índice Fisher (I_0) | Variable normal (d) |
|------------|----------------------------|------------------------|
| 01 | 141.15 | 95.89 |
| 02 | 353.85 | 158.45 |
| 03 | 319.03 | 149.79 |
| 04 | 479.18 | 185.38 |
| 05 | 3292.62 | 512.91 |
| 06 | 369.60 | 162.22 |
| 07 | 4985.85 | 630.27 |
| 08 | 423.16 | 175.53 |
| 09 | 443.23 | 181.02 |
| 10 | 776.95 | 241.02 |
| 11 | 13578.16 | 1139.51 |
| 12 | 6651.55 | 734.48 |
| 13 | 20258.32 | 1358.92 |
| 14 | 38548.64 | 1797.07 |
| 15 | 6588.67 | 730.94 |
| 16 | 5506.76 | 675.02 |
| 17 | 467.54 | 196.93 |
| 18 | 443.48 | 178.93 |
| 19 | 278.81 | 152.03 |
| 20 | 731.49 | 253.70 |
| 21 | 149.45 | 107.53 |

Los correlogramas por transectas muestran diferencias en el tamaño de las macroestructuras entre las áreas de alta y baja densidad (Figuras 77, 78 y 79a).

Para la zona entre Pto. Papudo ($32^{\circ}40'S$) y sur de Constitución ($35^{\circ}50'S$), la extensión de las macroestructuras fue de 1 y 2 millas náuticas, con un predominio del primer valor. En esta zona los valores de autocorrelación de primer orden fueron bajos (Figura 77). En la zona de concentración del recurso (Pta. Nugurne $36^{\circ}00'S$ a Pta. Morquilla $37^{\circ}40'S$), el coeficiente de autocorrelación de primer orden en general aumenta, al igual que la extensión de las macroestructuras, las que alcanzaron 2 mn (Figura 78). Finalmente, al sur de Pta. Morquilla el tamaño de las macroestructuras también aumenta debido a la distribución de tipo regular, con densidades homogéneas, del recurso (Figura 79a).

El último tipo de distribución descrito es también característico de la primavera, cuando se inicia el desove de jurel. En esta época se observan macroestructuras de mayor extensión, las que alcanzan entre 8 y 16 millas náuticas (Figura 79b).

Biomasa de jurel

La biomasa de jurel en la zona de estudio fue estimada en 1.990.000 toneladas (Tabla 26).

En esta zona no se detectó la presencia importante de otras especies, sólo la presencia de cardúmenes de sardina de carácter puntual y próximo a la costa, entre las 10 y 5 mn en la latitud $39^{\circ}20'S$.

El 87.8 % de la abundancia estimada se concentró en el sector frente a Talcahuano, desde Pta. Nugurne hasta Lebu, aproximadamente, en tanto el 7.6 y 4.6 % se distribuyó al norte y sur de esta zona respectivamente.

Tabla 26. Estimado de biomasa de jurel. Crucero Invierno 1993

| Subzona | Area (mn ²) | JUREL | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------|--------------|----------------------------------|
| | | Biomasa (t) | Error (%) | Densidad (t/mn ²) |
| Pto. Papudo (32° 40' S) | | | | |
| a | 34.942 | 1.990.000 | 43.8 | 57.0 |
| Bahía Queule (39° 20' S) | | | | |

Area calculada por planímetro digital.

Aplicación de Métodos propuestos para estimar biomasa y su varianza

El cálculo de varianza se realizó de acuerdo a la formulación presentada en el punto 7.4.5, que contiene la estructura de los estimadores propuesto en los Términos Técnicos de Referencia.

Se utilizó el coeficiente de variación Cv como indicador de la precisión de la estimación obtenida dado que es más indicativo que la varianza. Además, esto permite comparar los métodos propuestos en términos de esta medida.

En la Tabla 27 se presentan la varianza, coeficiente de variación (Cv) y los porcentajes de error (E%) de las estimaciones de biomasa obtenidas por la aplicación de los diferentes métodos propuestos.

Adicionalmente a los procedimientos de estimación señalados se aplicó un estimador por conglomerado estratificado. Sobre la base de los resultados del análisis estadístico realizado en punto 8.3.2, donde se identificaron los siguientes estratos o zonas (Tabla 28).

Tabla 27. Varianza, coeficientes de variación (Cv) y porcentaje de error del estimado (E%) por método de estimación.

| Métodos | Varianza | Coeficiente variación (Cv) | Porcentaje error (E %) |
|------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Conglomerado de tamaño variable | 5.722* 10 ¹¹ | 0.38 | 65.4 |
| Estratos agrupados | 2.576* 10 ¹¹ | 0.25 | 43.9 |
| Bootstrap | 5.498* 10 ¹¹ | 0.37 | 62.9 |

Tabla 28. Coeficientes de variación por zonas para conglomerado de tamaño variable

| Zonas | Cv |
|-----------------------------------|-------------|
| Pto. Papudo y sur de Constitución | 0.34 |
| Pta. Nugurne y Pta Morguilla | 0.29 |
| Pta. Morguilla a Bahía Queule | 0.23 |
| TOTAL | 0.27 |

En términos de precisión, el estimador de estrato agrupado es el que presenta una mejor medida, explicada porque el método de estrato agrupado se ajusta más al patrón de distribución estratificado que presentó el recurso durante la evaluación en la zona de estudio (Figuras 76, 77, 78 y 79a). Para un mejor entendimiento, este método toma en cuenta los efectos de variabilidad de las transectas contiguas, de modo que si éstas son homogéneas tenderán a aumentar la precisión, y por el contrario, al disminuir esta homogeneidad las varianzas tenderán a crecer.

Bajo el diseño original y sin considerar a priori alguna estratificación, los estimadores de tipo razón y bootstrap presentaron una menor precisión. Esto se explica por la presencia de valores extremos de densidad en algunas transectas, cuando el recurso presenta un alto grado de contagio, situación que se observó en esta evaluación.

En consecuencia, para mejorar los niveles de precisión se debería aumentar el tamaño de la muestra, o bien, analizar posibles estratificaciones, lo cual lleva a modificar el tipo de diseño original. De hecho, siguiendo un análisis en este sentido y adaptando el diseño inicial a uno post-estratificado según zonas de igual o similares densidades (tabla 28), se registra un considerable aumento en precisión, al disminuir el coeficiente de variación desde 0.38 a 0.27.

En este sentido, para la evaluación realizada el estimador de estrato agrupado se presenta como el más eficiente de los tres, no necesitándose bajo este enfoque modificar o alterar el diseño muestral.

Es importante adicionar a estos análisis, elementos que son relevantes de considerar. Uno de éstos tiene que ver con la incertidumbre asociada respecto al conocimiento a priori del patrón espacial de densidad del recurso que se evaluará, como por ejemplo, conocer su distribución para distinguir y delimitar posibles estratificaciones por densidad, que aseguren la precisión deseada a un menor costo posible. Otro importante elemento dice relación con los costos y tiempo involucrados en el estudio, en términos de que para alcanzar los niveles de precisión deseados, y frente a la incertidumbre mencionada sobre los patrones de densidad espacial, se requeriría necesariamente de un estudio piloto con el consiguiente encarecimiento de la evaluación.

En este contexto, y para aclarar la situación planteada en el estudio, se supondrá que la prospección reciente que proporcionó un estimado con coeficiente de variación del 0.38, constituye en la práctica un estudio piloto y que nuestro objetivo de error de estimación es alcanzar un coeficiente de variación igual a 0.20, entonces tendríamos que aumentar la muestra a un total de 76 transectas, es decir, casi cuadruplicar el esfuerzo de muestreo, aumentando así fuertemente los costos de la evaluación por efecto de los días de uso barco.

Lo anterior, muestra la importancia que tiene el patrón de agregación del recurso en la precisión esperada. Patrón que obedece a la naturaleza propia de cada recurso y que es variable de acuerdo a factores que están interrelacionados y sobre muchos de los cuales

no tenemos control. Podemos mencionar, por ejemplo: especie, fisiología, comportamiento, periodo de prospección, distribución del alimento y condiciones ambientales (frentes, mal tiempo, etc.).

Luego, al considerar el efecto del tipo de patrón de agregación que presenta el recurso sobre la precisión del estimado, así como su variación en el tiempo, no es posible establecer para futuras evaluaciones un solo método de estimación de varianza, a no ser que se realice una exploración piloto que permita conocer las características de este patrón.

En términos estrictos, ninguno de los estimadores propuestos es insesgado, sin embargo, si son consistentes, de modo que la muestra no debe ser muy pequeña para efecto de reducción de posibles sesgos del estimador, situación que en este caso se puede considerar como aceptable. Por otra parte, se tiene que el tamaño de la muestra influye directamente en las varianzas estimadas y por ende en la precisión de la estimación. Luego, se debe tener presente que las varianzas en todos los casos son solo aproximaciones, dada la característica sesgada de sus estimadores.

Los estimadores con los métodos de conglomerados y bootstrap, suponen que las muestras sistemáticas de las transectas recogen la condición azarosa, producto de la distribución aleatoria de los cardúmenes en la zona de estudio. Como éste es un supuesto fuerte que no necesariamente se puede cumplir, estaríamos agregando fuentes de sesgo por efecto de selección. El método de estratos agrupados no presenta este tipo de sesgo, puesto que considera una selección de tipo sistemática de la muestra.

El posible sesgo por errores internos, tales como posición del transductor (calado del buque), ruido de hélices (comportamiento de escape del recurso), errores de medición-identificación y ruido, se redujo en forma importante por lo siguiente: el realizar una prospección diurna aseguró no perder ecorregistros de jurel (variación diurna/nocturna); la ubicación del recurso principalmente bajo los 20 metros de profundidad disminuyó el escape; se realizó calibración electro-acústica previa al crucero; el ecointegrador no presentó saturación de señal; se realizaron lances de reconocimiento, y la captura de jurel por la flota cerquera en el área ayudó a confirmar la identificación del recurso.

El estimado de biomasa estuvo afectado a un aumento del error con respecto del esperado (C_v esperado = 0.20), alcanzando a 0.254. Evidentemente esto implica que la estimación tiene una mayor incerteza de la esperada (porcentaje de error), que es explicada por las razones anteriormente expuestas. Sin embargo, se debe

señalar que la precisión de la estimación de la biomasa de jurel alcanzada en este crucero, se encuentra en el nivel registrado en anteriores evaluaciones efectuadas durante el invierno en la zona de estudio, y en evaluaciones de recursos pelágicos efectuadas en la zona norte del país.

8.3.3 Distribución geográfica del recurso

La distribución del jurel se caracterizó por configurar agregaciones de forma alargada y paralelas a la costa. En la zona prospectada se pueden identificar tres sectores, de acuerdo a la diferencia que presenta el recurso en la frecuencia, tipo de agregación y nivel de densidad (Figura 80).

En el primer sector, comprendido entre Pto. Papudo y sur de Constitución, el recurso presenta una distribución relativamente contagiosa. Se observa en ella una baja frecuencia de focos puntuales de alta densidad ($> 300 \text{ t/mn}^2$), representados principalmente por agregaciones de tipo cardumen compacto.

En el segundo sector, que se extiende desde Pta. Nugurne a Pta. Morguilla, el grado de contagio de la distribución aumenta, así como el número de focos de alta densidad de jurel, configurando zonas de concentración de mayor tamaño. El recurso se localiza en este sector preferentemente entre las 40 y 90 mn de la costa, con agregaciones características de tipo cardumen compacto y estratos densos.

En el tercer sector, situado desde Pta. Morguilla al sur, se observa un predominio de bajos niveles de abundancia del recurso (categoría I). Asimismo, esporádicos incrementos en la densidad de jurel entre 76 a 150 t/mn^2 . En este sector las agregaciones observadas fueron de tipo cardumen y dispersos.

8.3.4 Distribución batimétrica del recurso

En el sector al norte de Constitución, el jurel se localizó entre 10 y 160 metros de profundidad, registrando las mayores frecuencias de cardúmenes en los rangos de 10 a 20; 50 a 70; y 80 a 140 metros de profundidad respectivamente. Básicamente el principal aporte a esta distribución son las agregaciones con densidades entre 1 a 75 t/mn^2 (categoría I), en tanto para las densidades sobre 300 t/mn^2 (categorías IV), su contribución es baja, localizándose estos cardúmenes entre 10 y 100 metros de profundidad (Figura 81).

Respecto al sector donde se concentró la mayor abundancia de jurel, su distribución batimétrica es amplia, variando desde los 10 a 260 metros de profundidad, distribuyéndose los cardúmenes principalmente en el rango de 30 a 130 metros de profundidad. Los cardúmenes de mayor densidad de jurel (categoría IV), se localizaron preferentemente entre 20 y 160 metros, pero el 74.1% de ellos se ubicó entre 50 y 100 metros.

En relación a la distribución en profundidad del jurel al sur de Pta. Morquilla, mantiene en este sector la amplitud de ella, variando entre 10 y 250 metros, con un 68.9% de las agregaciones entre los 50 y 120 metros. En este sector se observó además un incremento en la frecuencia de cardúmenes de categoría I entre 180 y 250 metros.

En general los límites en la distribución batimétrica del jurel, registrado en este crucero, fueron superiores a los observados en las evaluaciones realizadas en los inviernos de 1991 y 1992 (10 a 200 y 10 a 170 m, respectivamente). Esta situación también se observó en la distribución de las altas densidades de jurel detectadas durante este año, respecto a lo registrado en mayo-junio de 1992, donde el 87.5% de los cardúmenes de jurel se ubicaron entre 10 y 40 metros de profundidad.

8.3.5 Comportamiento diurno y nocturno del recurso

Durante el crucero se observó que el jurel comienza a desplazarse hacia la superficie durante el atardecer, dispersándose al anochecer dentro de los primeros metros de profundidad (10 a 90 m.). La dispersión del recurso se produce una vez finalizada la ascensión de la capa de dispersión profunda durante el período de ocaso (atardecer), como muestra la Figura 82.

Al respecto, se debe mencionar que en algunas oportunidades en sectores de alta concentración del recurso ($> 300 \text{ T/mn}^2$), la dispersión del jurel no es rápida. Estas agregaciones cambian de cardúmenes compactos a estratos, o bien de estratos densos a estratos menos densos.

Al amanecer se revierte el proceso, profundizándose los cardúmenes, configurando un patrón característico.

8.3.6 Comportamiento del recurso frente al arte de pesca

Los resultados alcanzados con los 19 lances de pesca a mediana profundidad permiten ratificar que el recurso jurel disminuye significativamente durante la noche su comportamiento de escape frente al arte de pesca, no siendo necesario ubicar el arte de pesca a una profundidad mayor que la del recurso. Este es el caso habitual en la pesca de día, en la que es necesario ubicar la red entre 30 y 60 metros más abajo que el recurso.

Este comportamiento característico del jurel ha sido observado también por Bahamonde (1988), Kuroiwa (1989), Oliva (1990) y Córdova et al. (1991 y 1992).

8.3.7 Discusión de los resultados de hidroacústica

La biomasa estimada de jurel en el crucero de invierno de 1993, se encuentra entre los valores estimados en evaluaciones hidroacústicas anteriores, realizadas en la zona centro-sur del país para el mismo período (Tabla 29).

Al confrontar la biomasa de jurel estimada para este crucero (1.990.000 t), con los estimados obtenidos para similar período en 1991 y 1992, se observa una disminución de un 41.6 % respecto al máximo valor de abundancia estimado en 1991 (3.410.000 t), y un incremento de 123, 184, y 45.2 % sobre lo cuantificado en 1982, 1984 y 1992. Estas variaciones en los volúmenes de biomasa del recurso también se reflejan, en forma independiente al área prospectada, por los respectivos índices de densidad registrados entre 1991-93 (Tabla 29). Estas importantes variaciones se explican por cambios interanuales en la disponibilidad de jurel en el área de estudio.

La distribución espacial de la abundancia del recurso también es variable entre años, lo que se deduce analizando las Figuras 80, 83 y 84. Cabe destacar que durante este crucero no se detectó el foco de alta densidad ubicado al norte de Constitución, el cual había sido detectado en las prospecciones de 1991 y 1992. Asimismo, a diferencia de años anteriores no se observaron concentraciones importantes al sur de Lebu, distribuyéndose éstas más al norte, entre Pta. Nugurne y Pta. Morguilla, como fuera señalado anteriormente.

Por otra parte, la principal zona de concentración de jurel detectada en la prospección hidroacústica, corresponde con una de las zonas donde operó y obtuvo sus capturas de jurel la flota cerquera de la VIII región durante el período de la prospección. En

esta zona, la flota se mantuvo desde el inicio del crucero dentro de los límites longitudinales 73°20' a 75°20'W, con desplazamientos latitudinales hacia el sur durante los días 14 a 22 de junio, alcanzando hasta Caleta Queule; entre el 23 y 26 de junio regresa hacia el norte, alcanzando hasta Punta Nugurne (Figura 85). Posteriormente, a partir del 3 de julio la flota permanece entre las latitudes 36° 40'S y 38° 20'S., desplazándose gradualmente en sentido longitudinal, alcanzando hasta los 79° 00' W, es decir, aproximadamente hasta 300 mn de la costa (Figura 85).

Tabla 29. Estimados de biomasa de jurel. (1991-92 y 93).

| Zona | Periodo | Area (mn ²) | Jurel | |
|-------------|-----------------------|----------------------------|----------------|----------------------------------|
| | | | Biomasa (t) | Densidad (t/mn ²) |
| 35°50' L.S. | 13.05.82 ¹ | 10.000 | 890.000 | 87.9 |
| 38°30' L.S. | 03.06.82 | | | |
| 33°00' L.S. | 16.04.84 ² | 37.000 | 700.000 | 18.7 |
| 40°00' L.S. | 13.05.84 | | | |
| 34°40' L.S. | 04.06.91 | 28.460 | 3.410.000 | 119.8 |
| 39°40' L.S. | 30.06.91 | | | |
| 33°40' L.S. | 09.05.92 | 23.738 | 1.370.500 | 47.3 |
| 39°00' L.S. | 04.06.92 | | | |
| 32°40' L.S. | 19.06.93 | 34.942 | 1.990.000 | 56.9 |
| 39°20' L.S. | 20.07.93 | | | |

Fuente: Rodríguez et al., 1983¹; Castillo et al., 1984²; Córdova et al., 1991-1992.

8.4 ASPECTOS BIOLOGICO PESQUEROS

8.4.1 Información derivada de las capturas

8.4.1.1 Estadísticas

La Figura 86 muestra la posición de los lances de pesca realizados. Esta información la complementa la Tabla 2, en la que se indica fecha, posición, duración de cada lance y captura de jurel y total obtenida.

En total se realizaron 19 lances de pesca, los que abarcaron el área comprendida entre los 32°40'S y 39°00'S y hasta 100 mn de la costa. En profundidad cubrieron la zona de 15 a 250 m. Los lances tuvieron valores promedio de 73 minutos de duración, siendo 5 mn la distancia recorrida. La velocidad de arrastre en promedio fue de 4.1 nudos. La Tabla 30 describe la composición de especies y nivel de las capturas en los lances de pesca. Del total de lances 16 lances fueron exitosos (84.2%), con 8.826 kg de pesca total. De éstos, 8.143 kg (92.3%), correspondieron a jurel, los que fueron capturados en 15 lances, los que en su mayoría eran prácticamente capturas puras de jurel.

El 7.7% de pesca restante correspondió a: juveniles de Carangidae (posiblemente Seriolla sp.), tiburón, cachorro de lobo marino, caballa, reineta, juveniles de merluza común, anchoveta, ejemplares de Centrolophidae y calamar.

Se aplicó un esfuerzo total de 23.1 hr de arrastre, con rendimientos de 381.8 kg/hr de pesca total y 352.3 kg/hr de pesca de jurel.

Tabla 30. Composición por especie en las capturas de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel de junio-julio de 1993.

| LANCE | CAPTURA POR ESPECIE (kg.) | | | | | | | | | | | TOTAL |
|-------|---------------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|-----|--------------|----------------|-------|-------------------|-----------------|--------|
| | JUREL (1) | MERLUZA (2) | REINETA (3) | ANCHOVETA (4) | CALANAR (5) | (6) | JIBIA (7) | TIBURON (8) | (9) | LOBO MAR. (10) | CABALLA (11) | |
| 01 | | | | | | | | | | | | |
| 02 | | | | | | | | | | | | |
| 03 | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | 3.5 | | 2.0 | 1.0 | | | | | | | 6.5 |
| 05 | 180.0 | | 30.0 | | | | | 100.0 | | 100.0 | | 410.0 |
| 06 | 60.0 | | | | | | | | | | | 60.0 |
| 07 | 312.0 | | 5.0 | | | | | | | | | 317.0 |
| 08 | 400.0 | | | | | | | | | | | 400.0 |
| 09 | 630.0 | | | | | | | | | | | 630.0 |
| 10 | 2200.0 | | | | | | | | | | | 2200.0 |
| 11 | 750.0 | | | | | | | | | | | 750.0 |
| 12 | 82.0 | | | | | | | | | | | 82.0 |
| 13 | 21.0 | 10.0 | | | | | | | | | | 31.0 |
| 14 | 58.0 | | | | | | | | 360.0 | | | 418.0 |
| 15 | 3000.0 | | | | | | | | | | 60.0 | 3060.0 |
| 16 | 70.0 | | | | | | | | | | | 70.0 |
| 17 | 140.0 | | 1.5 | | | | | | | | | 141.5 |
| 18 | 80.0 | | 1.0 | | | | | | 1.0 | | | 82.0 |
| 19 | 160.0 | | 3.0 | | | 4.0 | 1.0 | | | | | 168.0 |
| TOTAL | 8143.0 | 13.5 | 40.5 | 2.0 | 1.0 | 4.0 | 1.0 | 100.0 | 361.0 | 100.0 | 60.0 | 8826.0 |

- (1) *Trachurus symmetricus murphyi*
 (2) *Merluccius gayi*
 (3) *Brama brama*
 (4) *Engraulis ringens*
 (5) LOLIGINIDAE

- (6) *Centrolophus niger*
 (7) *Dosidicus gigas*
 (8) LAMNIDAE ?
 (9) CARANGIDAE (juveniles, ;*Seriola* sp.?)
 (10) *Otaria flavescens* (cachorro)
 (11) *Scomber japonicus*

8.4.1.2 Composición de tamaños

La Figura 87 describe la distribución de tallas, por sexo y total, para todos los ejemplares muestreados. Se encontró jureles entre 22 y 56 cm de longitud horquilla, distinguiéndose dos grandes estratos. La primera está formada por ejemplares juveniles, con la moda principal de toda la distribución de 25 cm, que corresponde a ejemplares de 2 a 3 años de edad. La segunda agrupación abarca a ejemplares adultos y presenta una composición multimodal; no obstante se puede definir una moda secundaria de 41 cm, correspondiente a peces de 9 a 10 años de edad.

La distribución para cada sexo no presenta diferencias marcadas con respecto a la general. En la Figura 88, que presenta la distribución acumulada de tallas, puede observarse con mayor claridad la importancia del segmento juvenil en las capturas, ya que el 30.5% de los jureles media menos de 26 cm, que es la talla mínima legal de captura, mientras que el 51.8% estaba bajo la talla media de primera madurez (32 cm estimada macroscópicamente).

Para comparar los resultados del crucero con la pesca desarrollada en el mismo periodo por la flota industrial de la zona centro-sur, se determinaron las distribuciones de talla relativa y acumulada obtenidas a partir de los muestreos regulares de IFOP, que se entregan en las Figuras 89 y 90. La composición de tamaños comprende entre 23 y 54 cm, lo que es similar a lo obtenido en el crucero. También puede observarse la presencia de un grupo juvenil y otro adulto, con una mayor importancia del segmento juvenil. Sin embargo, las frecuencias relativas son diferentes, especialmente bajo los 34 cm de longitud, ya que se observan dos modas principales de igual importancia de 28 y 31 cm. Estas corresponden mayoritariamente a ejemplares de 4 y 5 años de edad, respectivamente. En el grupo adulto la moda secundaria es similar a la del crucero, con 41 cm de talla. Las frecuencias acumuladas alcanzan a 11.6% de jureles bajo 26 cm y 48.2% bajo 32 cm.

En los lances de pesca realizados se observó en general una amplitud relativamente baja en la distribución de tamaños encontrados en cada muestreo. Esto puede apreciarse en la Figura 91, la que muestra la talla promedio y la desviación estándar de la distribución de tamaños en cada una de las muestras. Esto plantea la posibilidad de que los cardúmenes de jurel correspondan a agregaciones relativamente homogéneas en tamaño. Para probar este punto, se probó con el test de Kruskal-Wallis la hipótesis nula de igualdad en los tamaños promedios de las distribuciones muestrales. La Tabla 31 entrega los resultados de este análisis, pudiendo comprobarse que las distribuciones son significativamente diferentes. Para probar el grado de diferenciación entre los lances

se realizó comparaciones pareadas, de acuerdo al procedimiento de Miller (1969, fide Zar, 1984). Los resultados indican la presencia de dos grupos claramente diferentes, centrados respectivamente alrededor de las modas juvenil y adulta descritas previamente. En 3 de los lances (16, 17 y 18) se observa una mayor heterogeneidad en las distribuciones de tallas, con una estructura bimodal, en que cada moda corresponde a ejemplares grandes y chicos, respectivamente. Esto indica que en estos lances el arte de pesca pasó por, a lo menos, dos cardúmenes distintos en cada caso.

Los resultados no muestran la existencia de una distribución espacial diferenciada por tamaño del jurel.

Tabla 31. Análisis de Kruskal-Wallis para las distribuciones de tallas en muestreos de jurel. Crucero de evaluación de junio-julio de 1993.

| LANCE | No. DE EJEMPLARES | RANGO PROMEDIO |
|-------------|-------------------|----------------|
| 06 | 50 | 542.43 |
| 07 | 50 | 143.43 |
| 08 | 50 | 214.72 |
| 09 | 50 | 145.35 |
| 10 | 50 | 173.58 |
| 12 | 50 | 471.20 |
| 13 | 50 | 134.54 |
| 14 | 50 | 474.79 |
| 16 | 50 | 228.52 |
| 17 | 50 | 295.53 |
| 18 | 50 | 332.34 |
| 19 | 50 | 449.57 |
| Hc = 411.46 | | (P < 0.001) ** |

8.4.1.3 Relación longitud-peso

En la Tabla 32a se resumen los parámetros y estadísticas de las regresiones lineales longitud-peso por sexo y total, y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico. Las Figuras 92, 93 y 94 grafican los datos utilizados y los modelos correspondientes. En ellas se observa que el modelo describe adecuadamente la relación entre la longitud y el peso.

Las hembras tienen una tasa de incremento en peso mayor que los machos, luego de partir con un peso inicial más bajo, por lo que presentan pesos menores para cada rango de talla hasta los 34 cm. de longitud. A partir de esta talla el peso de las hembras es mayor. Sin embargo, esta diferencia no resulta significativa al probar la hipótesis nula $H_0: b_1 = b_2$, de acuerdo al procedimiento descrito por Steel y Torrie (1980).

En el crucero de mayo-junio de 1992 se obtuvieron resultados similares al comparar ambos sexos, como lo muestran los parámetros descritos en la Tabla 32b. Los modelos longitud-peso totales para ambos periodos son también muy similares (Figura 95); sin embargo, el análisis estadístico de las regresiones lineales totales establece que son significativamente diferentes (Tabla 33). Por lo tanto, para cada periodo se observa una dinámica propia, determinada probablemente por las relaciones establecidas entre la especie y las características del medio en que se encuentra a ese tiempo.

Tabla 32. Parámetros y estadísticos básicos de las regresiones longitud-peso en jurel.

a) Crucero de junio-julio de 1993.

| | HEMBRAS | MACHOS | TOTAL |
|---------------------|----------|----------|----------|
| No. de observ. | 346 | 397 | 743 |
| log. k | -1.93409 | -1.88041 | -1.90162 |
| k | 0.01164 | 0.01317 | 0.01254 |
| b | 2.96316 | 2.92197 | 2.93857 |
| Error est. (log. k) | 0.02987 | 0.03147 | 0.03107 |
| Error est. b | 0.01582 | 0.01549 | 0.01118 |
| r^2 | 0.99029 | 0.98902 | 0.98938 |

Tabla 32. Parámetros y estadísticos básicos de las regresiones longitud-peso en jurel.
b) Crucero de mayo-junio de 1992

| | HEMBRAS | MACHOS | TOTAL |
|---------------------|----------|----------|----------|
| No. de observ. | 133 | 299 | 432 |
| log. k | -1.79862 | -1.77861 | -1.78520 |
| k | 0.01590 | 0.01665 | 0.01640 |
| b | 2.88012 | 2.87053 | 2.87377 |
| Error est. (log. k) | 0.03426 | 0.04534 | 0.04224 |
| Error est. b | 0.02771 | 0.02614 | 0.01983 |
| r^2 | 0.98802 | 0.97596 | 0.97994 |

Tabla 33. Comparación de las regresiones longitud-peso de los cruceros de mayo-junio de 1992 y junio-julio de 1993

| Relac. long.-peso | Suma De Cuadrados | Gr. de Lib. | S. de C. Residual | Gr. de Lib. |
|-------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Junio-julio 1993 | 66.6406 | 1 | 0.71526 | 741 |
| Mayo-junio 1992 | 37.4620 | 1 | 0.76710 | 430 |
| Subtotal (1) | 104.1026 | 2 | 1.48236 | 1171 |
| JJ93 y MJ92 (2) | 104.0906 | 1 | 1.49436 | 1172 |
| (1) - (2) | 0.0120 | 1 | | |

$F_c = 9.4795$ (1 y 1171 g. de 1.) ($P > 0.05$) **

8.4.1.4 Proporción sexual

En los muestreos de jurel no se aprecia una segregación espacial entre los sexos, mostrando las capturas composiciones equilibradas de machos y hembras. Tampoco se observó un predominio relativo significativo en la abundancia de uno u otro sexo, con un 53.4% de machos. Esto último difiere de lo encontrado en el crucero de mayo-junio de 1992, en que predominaron los machos en las capturas en un 69.2%. No se dispone de bases para explicar esta diferencia. En la pesca industrial la proporción sexual es, también, equilibrada, con un 50.4% de machos.

La proporción sexual por rango de tallas (Figura 96), muestra un alto grado de variabilidad. Esto difiere de lo observado en la pesca industrial (Figura 97), en que se observa una marcada tendencia al predominio de los machos en tallas sobre los 40 cm.. También difiere de los resultados de mayo-junio de 1992, en que se observa un predominio de los machos prácticamente en todo el rango de tallas muestreado (Figura 98). Los antecedentes reunidos del muestreo y análisis de la pesca industrial que realiza rutinariamente el IFOP indican que usualmente no se observa una alta variabilidad en la proporción sexual por rango de talla, sino que es más común encontrar un predominio de machos en tallas grandes, sin tenerse, a la fecha, una explicación para este fenómeno.

8.4.1.5 Aspectos reproductivos

La Tabla 34 resume los aspectos biológicos básicos que permiten determinar el estado reproductivo del jurel. Para fines comparativos se incluye información para el muestreo de la pesca industrial en el periodo del crucero y de los resultados en los cruceros de mayo-junio de 1992 y noviembre-diciembre de 1992.

Las gónadas de jurel presentaron las características propias de una etapa de reposo reproductivo. En general eran de reducido tamaño (lo que impidió de hecho pesarlas a bordo), llegando a ser casi indetectables en algunas oportunidades. En hembras pequeñas se observaron traslúcidas y de pequeño tamaño, lo que es propio del estado virginal, mientras que en ejemplares mayores eran opacas y con vascularización nítida. En ningún caso se observó presencia de ovocitos. Los machos presentaron testículos pequeños, de forma alargada y comprimida, que variaban entre transparentes y semiopacos.

Las condiciones descritas resultan normales para el periodo otoño-invierno en el recurso, y se ha postulado en trabajos previos realizados por IFOP que en este periodo el jurel se encontraría

dedicado primordialmente a la acumulación de energía en las áreas costeras para: (i) recuperarse del desgaste del periodo reproductivo de la primavera-verano anteriores (en ejemplares grandes), y (ii) destinar energías para crecer, y acumular reservas para el próximo periodo reproductivo. En el presente caso, estas ideas se ven respaldadas por la observación de acumulaciones variables de grasa en la cavidad abdominal de los ejemplares muestreados, especialmente los de más de 35 cm. de longitud. Estas acumulaciones son mucho menos frecuentes en el periodo de primavera-verano, en que el recurso se encuentra abocado a la reproducción.

El factor de condición no resulta ser un buen indicador del estado fisiológico del jurel. Los resultados que entrega para cada sexo no son diferenciables de los obtenidos en otros periodos y condiciones, sobreponiéndose las desviaciones estándar en todos los casos considerados en la Tabla 34.

Tabla 34. Aspectos biológicos básicos de jurel, obtenidos en 3 cruceros de evaluación y del muestreo de la pesca industrial en la VIII Región.

| | CRUCERO MAY-JUN 92 (11.05.92-01.06.92) | | CRUCERO NOV-DIC 92 (02.11.92-21.12.92) | | CRUCERO JUN-JUL 93 (14.06.93-26.07.93) | | INDUSTRIAL JUN-JUL 93 (14.06.93-18.07.93) | |
|------------------------|-------------------------------------------|--------|-------------------------------------------|--------|-------------------------------------------|--------|----------------------------------------------|--------|
| | HEMBRAS | MACHOS | HEMBRAS | MACHOS | HEMBRAS | MACHOS | HEMBRAS | MACHOS |
| NUMERO DE EJEMPLARES | 133 | 299 | 431 | 456 | 346 | 397 | 145 | 170 |
| PROPORCION SEXUAL | 30.8 | 69.2 | 48.6 | 51.4 | 46.6 | 53.4 | 46.0 | 54.0 |
| INDICE GONADOSOMATICO | 0.37 | 0.36 | 3.50 | 3.10 | ----- | ----- | 0.71 | 0.22 |
| DESVIACION ESTANDAR | (*) | (*) | 1.45 | 1.20 | ----- | ----- | 0.25 | 0.08 |
| ESTADOS DE MADUREZ (%) | | | | | | | | |
| ESTADO 1 | 43.6 | 100.0 | 0.0 | 1.8 | 40.2 | 100.0 | 9.7 | 100.0 |
| ESTADO 2 | 56.4 | 0.0 | 10.2 | 13.9 | 59.8 | 0.0 | 80.7 | 0.0 |
| ESTADO 3 | 0.0 | 0.0 | 84.4 | 77.8 | 0.0 | 0.0 | 9.7 | 0.0 |
| ESTADO 4 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 6.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ESTADO 5 | 0.0 | //// | 0.3 | //// | 0.0 | //// | 0.0 | //// |
| FACTOR DE CONDICION | 1.05 | 1.07 | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 1.00 | 0.96 | 0.95 |
| DESVIACION ESTANDAR | 0.09 | 0.17 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.06 |

(*) El IGS es una aproximación determinada con pesos de gónadas de 1 gr.

8.4.2 Alimentación

El número total de estómagos con contenido estomacal fue de 327 (Tabla 35), de los cuales 256 estómagos presentaron eufáusidos; 59 estómagos presentaron peces linterna; 172 estómagos presentaron restos no identificables; y 20 estómagos presentaron restos de otros taxa, como copépodos (9), anfípodos (5), otros crustáceos (1), quetognatos (3) y calamares pequeños (2).

Tabla 35. Proporción de estómagos con y sin contenido por muestreo. Crucero Invierno de 1993.

| NUMERO MUESTREO | NUMERO DE ESTOMAGOS | ESTOMAGOS CON CONTENIDO |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 42 | 42 |
| 2 | 50 | 50 |
| 3 | 49 | 12 |
| 4 | 50 | 49 |
| 5 | 50 | 4 |
| 6 | 50 | 6 |
| 7 | 50 | 15 |
| 8 | 50 | 35 |
| 9 | 50 | 1 |
| 10 | 50 | 18 |
| 11 | 50 | 14 |
| 12 | 50 | 37 |
| 13 | 50 | 12 |
| 14 | 50 | 13 |
| 15 | 50 | 19 |

8.4.2.1 Diversidad Trófica

La diversidad trófica poblacional fue de 1.0. Este bajo valor es debido a la alta dominancia de eufáusidos (95%) en los contenidos estomacales analizados, siendo este resultado similar al obtenido en el crucero de primavera del año 1992.

Anteriormente, Arancibia (1989), informó valores de diversidad trófica poblacional entre 0 y 0.7 (promedio: 0.3) para esta especie capturada en Chile centro-sur. Sin embargo, Medina y Arancibia (1992), en un estudio de las relaciones tróficas del jurel del ecosistema pelágico del norte de Chile, comunican valores de

diversidad trófica entre 1.86 y 2.37. Estos antecedentes definen al jurel como un depredador facultativo (sensu Konchina, 1980).

8.4.2.2 Importancia Relativa de las Presas

De acuerdo al Índice de Importancia Relativa (modificado), los eufáusidos son la presa más importante del jurel capturado en el margen oriental del Océano Pacífico Sur, siguiéndoles un orden de magnitud menor los peces linterna. El resto de las presas se presentan de manera marginal (Figura 99).

8.4.2.3 Análisis de Similitud

En la Tabla 36 se entrega los valores del índice de similitud por pares de grupos de tamaños del jurel. Es posible diferenciar claramente dos asociaciones: una que incluye a los grupos 1, 2, 3 y 4 (tallas entre 26 y 41 cm); y otra que incluye a los grupos 5, 6 y 7 (tallas mayores que 41 cm). La diferencia se debe básicamente al incremento de los peces linterna en la alimentación del jurel, a partir de los 42 cm de longitud horquilla (Figura 100).

Tabla 36. Valores de similitud del Índice de Bray-Curtis para siete grupos de tamaños de jurel, cada 5 cm de longitud horquilla, a partir de los 22 cm (ver nomenclatura al pie de tabla)

| | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 | Grupo 6 | Grupo 7 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Grupo 1 | .93 | .98 | .93 | .57 | .45 | .35 |
| Grupo 2 | | .91 | .86 | .51 | .39 | .28 |
| Grupo 3 | | | .92 | .59 | .47 | .37 |
| Grupo 4 | | | | .62 | .53 | .36 |
| Grupo 5 | | | | | .88 | .74 |
| Grupo 6 | | | | | | .79 |

Nomenclatura: Grupo 1: (22-26 cm); Grupo 2: (27-31 cm); Grupo 3: (32-36 cm); Grupo 4: (37-41 cm); Grupo 5: (42-46 cm); Grupo 6: (47-51 cm); Grupo 7: (52-56 cm)

Estos resultados sugerirían que el jurel cambia su alimentación a partir de un determinado tamaño. Sin embargo, Arancibia (1989) y Medina y Arancibia (1992), señalan que el jurel capturado frente al litoral de Chile centro-sur y norte, respectivamente, presenta en ambos casos sólo una unidad ontogenética trófica. Esta posible discordancia, entre este estudio respecto a los citados, deberá ser sometida a prueba en estudios futuros de más largo plazo.

8.4.2.4 Selectividad de Presas por Tamaño

Los valores del Índice de Selectividad de Ursin, ISU, se entregan en la Tabla 37. La selectividad de presas por tamaño es inversamente proporcional a la desviación estándar del ISU. En este caso, los eufáusidos presentan significativamente una mayor desviación estándar que los peces linterna ($F_{(255,55)}=1.36$; $\alpha=0.05$), lo que se interpreta como que el jurel, en el invierno de 1993, selecciona mayormente a estos últimos, aunque los tamaños promedio entre ambas taxa de presas no difieren significativamente ($t_{(33)}=1.99$; $\alpha=0.05$).

Tabla 37. Promedio (Prom.) y desviación estándar (d.s.) del Índice de Selectividad de Ursin (1973) en jurel. Crucero Invierno de 1993. n= número de observaciones.

| PRESAS | Prom. | d. s. | n |
|----------------|-------|-------|------|
| Eufáusidos | 7,44 | 1,63 | 256 |
| Peces linterna | 6,93 | 0,89 | 59 |
| Copépodos | 10,18 | 0,98 | 9(*) |
| Anfipodos | 11,11 | 0,89 | 5(*) |
| Quetognatos | 6,90 | 0,69 | 3(*) |
| Calamar Loligo | 6,83 | 0,39 | 2(*) |

(*) Escaso número de observaciones

La distribución de frecuencia del ISU para las dos principales presas de jurel se muestra en la Figura 101. La moda de los eufáusidos ocurre en el valor del ISU igual a 8, y en los peces linterna en valores entre 6 y 7.

8.4.2.5 Consumo Poblacional

A fines del otoño de 1993, el jurel exhibe sólo un periodo de alimentación diario, cuando se consideran todas sus presas en el análisis, el que comienza después de las 18 horas (inicio de la noche), con su máximo alrededor de las 03 horas del día siguiente, disminuyendo progresivamente hacia la madrugada, hasta alrededor de las 05 horas (Figura 102). Este ritmo de alimentación diario sigue a la depredación que el jurel realiza sobre los eufáusidos (Figura 103). La diferencia entre las curvas ajustadas de las Figuras 102 y 103 da cuenta de la depredación sobre los peces linterna.

En relación al consumo que el jurel efectúa sobre sus presas en el invierno de 1993, los resultados de la tasa de evacuación gástrica (R , h^{-1}), el tiempo de digestión (TD , en días), el peso promedio de la presa (W , en porcentaje), la ración diaria de alimento (RD , en porcentaje), la proporción de la presa (P) y el consumo poblacional (C , en miles de toneladas), se entregan en la Tabla 38, para una biomasa de jurel de 1.9 millones de toneladas y un periodo arbitrario de 30 días.

Tabla 38. Consumo poblacional de jurel y otros parámetros asociados para su determinación (ver texto). Crucero Invierno de 1993.

| PRESAS | R | TD | W | RD | P | C |
|-----------------|--------|------|-------|--------|-------|--------|
| Eufáusidos | 0,0609 | 2,68 | 0,203 | 0,0262 | 0,654 | 978,28 |
| Peces linterna | 0,0675 | 2,41 | 0,141 | 0,0046 | 0,182 | 48,19 |
| Crustáceos ind. | 0,0609 | 2,68 | 0,112 | 1,1E-4 | 1 E-3 | 0,0093 |
| Quetognatos | 0,0609 | 2,68 | 0,006 | 2,5E-5 | 4 E-3 | 0,0066 |
| Copépodos | 0,0609 | 2,68 | 0,118 | 1,8E-4 | 6 E-4 | 0,0056 |
| Calamar Loligo | 0,0609 | 2,68 | 0,002 | 5,3E-6 | 6 E-3 | 0,0019 |
| Amfípodos | 0,0609 | 2,68 | 0,070 | 3,5E-5 | 1 E-4 | 0,0002 |
| TOTAL | | | | | | 1027,5 |

Por lo tanto, durante un mes en la época y área de estudio, el jurel habría consumido alrededor de 1 millón de toneladas, correspondiendo 95% a eufáusidos (primavera de 1992: 85.2%); y 4.7% a peces linterna (primavera de 1992: 14.7%). En relación a su propia biomasa, el jurel habría removido en el invierno de 1993 una cantidad de biomasa de presas correspondiente a 54% de la biomasa

presente del stock. Estas altas tasas de consumo apoyan la hipótesis de que el jurel se concentra frente al litoral de Chile centro-sur, en otoño/invierno, con el propósito de alimentarse. Su menor disponibilidad a partir de septiembre de cada año se debe a migraciones estacionales reproductivas hacia el mar abierto (Serra, 1991; Grechina, 1992).

8.4.3 Discusión de aspectos biológico-pesqueros

Información de capturas

Aún cuando las diferencias encontradas entre las distribuciones de tamaños del crucero y la captura industrial resultan significativas, de acuerdo al test de Kolmogorov-Smirnov para dos grupos ($D_{max} = 0,1906$, significativa a $P < 0,01$), debe rescatarse la importancia que tiene en ambos casos la contribución de los jureles pequeños a las capturas, lo que estaría indicando la presencia de un fuerte reclutamiento a la pesquería, especialmente de jureles en los grupos de 3 a 5 años de edad. En este mismo contexto, este proceso fué detectado ya en el crucero costero de mayo-junio de 1992, como lo muestran las Figuras 104 y 105. En esa campaña los juveniles aportaron con el 55.3% del muestreo total, y se centraron en torno a los 21 y 26 cm de longitud, correspondiente a ejemplares de 2 y 4 años, respectivamente. En cambio, en la pesquería industrial del período sólo se notó un leve aumento en la frecuencia de ejemplares juveniles en relación a años anteriores, alcanzando la proporción bajo 32 cm al 10.0% del total capturado. La diferencia establecida entre los resultados de los cruceros y de la pesca industrial en los períodos considerados parece deberse en gran parte a las condiciones de la pesquería; en mayo-junio de 1992 la flota parece haber tenido mejor acceso a ejemplares adultos, por lo tanto, los buques estuvieron en condiciones de evitar la captura de jureles de pequeño tamaño. En cambio, en junio-julio de este año hubieron períodos de mayor escasez de ejemplares adultos, lo que sugiere una mayor dificultad para evitar capturar peces de pequeño tamaño.

En relación a la distribución de tallas en el segmento adulto de las capturas, tanto en el crucero de evaluación, como en el muestreo de la pesca industrial, se observa que los tamaños predominantes corresponden mayoritariamente a las clases anuales de 1984-85, las que se reclutaron en 1987 y han mantenido a la pesquería de jurel en los últimos años.

Al nivel de las agregaciones o cardúmenes de jurel, se observó una baja amplitud en la distribución de tamaños propia de cada agregación muestreada, lo que indica que el recurso se agrega

localmente en forma diferencial por tamaños. Sin embargo, a nivel del área de estudio no se observó un patrón distintivo de distribución espacial diferenciada por tamaño del recurso.

El estado de madurez de las gónadas, virginales o en reposo, indican que el jurel no se reproduce en el periodo otoño-invierno. Esto es confirmado por el análisis del ictioplancton colectado en este crucero y por otros estudios adicionales mencionados anteriormente en este mismo informe.

Alimentación

La baja diversidad trófica (1.0) encontrada en los análisis de los contenidos estomacales muestreados durante el crucero de invierno de 1993, es similar a la obtenida en el crucero de primavera de 1992 ($H'=1.06$), el que se desarrolló en la zona centro-sur de Chile, pero abarcando entre las 100 y 300 millas náuticas desde la costa.

Otras especies del género Trachurus; por ejemplo, T. capensis (Andronov, 1983, 1985), T. trachurus (Dahl y Kirkegaard, 1987) y T. murphyi (Konchina, 1980, 1983), muestran también un reducido espectro trófico, alimentándose principalmente de eufáusidos y otros componentes del zooplancton. Sin embargo, Muck y Sánchez (1987) informan que esta especie en Perú se alimenta principalmente de anchoveta (Engraulis ringens) en años "normales", y de eufáusidos en años con presencia de eventos "El Niño".

Estos antecedentes, junto con los proporcionados por Arancibia y Medina (1992) que señalan índices de diversidad trófica entre 1.86 y 2.37, y por Konchina (1980), indican que el jurel es un depredador facultativo aún cuando los eufáusidos constituyen el ítem más relevante de su dieta.

El comportamiento trófico diario del jurel detectado en este estudio, i. e., un sólo periodo de alimentación comenzando después de las 18 horas, con un máximo alrededor de las 03 horas y una declinación progresiva hacia las 05 horas de la madrugada, coincide con lo informado por Cornejo (1991) y Cornejo et al. (en revisión), para la misma área, aunque ellos abarcaron un tiempo de muestreo más prolongado, entre fines de junio y comienzos de septiembre de 1990, destacando que en aquella oportunidad los peces linterna reemplazaron progresivamente a los eufáusidos como presa más consumida por el jurel, conforme terminaba el invierno.

Para otra especie pelágica, en este caso la anchoveta de Perú (Engraulis ringens), Pauly et al. (1989) y Jarre et al. (1991)

detectan igualmente un solo período de alimentación, el que ocurre mayormente entre mediodía y medianoche. Sin embargo, a diferencia del jurel caso de nuestro estudio, cuyo valor de alimentación residual es cercano a cero, en el caso de la anchoveta de Perú, éste ocurre alrededor del 20% del máximo, indicando que esta especie mantiene en el resto del día algún proceso de alimentación importante.

En el caso de la merluza común (Merluccius gayi) de Chile centro-sur, que es un pez demersal, Arancibia (1989, 1992) detecta que la depredación sobre langostino colorado (Pleuroncodes monodon) ocurre principalmente después del mediodía, hasta avanzada la tarde. En consecuencia, las tres especies de peces recién señaladas tienen un comportamiento trófico característico. Al respecto, y específicamente en cuanto al jurel, Cornejo (1991) y Cornejo et al. (en revisión) informan que esta especie frente al litoral de Chile centro-sur se agrega en cardúmenes con propósitos de alimentación, y que la abundancia del zooplancton es significativamente mayor en "zonas de pesca" que fuera de aquéllas.

En relación al consumo que el jurel efectúa sobre sus presas en el invierno de 1993, los resultados indican que el recurso habría consumido alrededor de 1 millón de toneladas durante un mes, en el área y período de estudio, correspondiendo 95% a eufáusidos (primavera de 1992: 85.2%); y 4.7% a peces linterna (primavera de 1992: 14.7%). Asimismo, en relación a su propia biomasa, el jurel habría removido en el período de estudio, una cantidad de biomasa de presas correspondiente a 54% de la biomasa presente del stock.

Estos antecedentes apoyan la hipótesis de que el jurel se concentra frente al litoral de Chile centro-sur, en otoño/invierno, con el propósito de alimentarse. Su menor disponibilidad a partir de septiembre de cada año se debe a migraciones estacionales reproductivas hacia el mar abierto (Serra, 1991; Grechina, 1992).

8.5 RELACION ENTRE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS, ZOOPLANCTON Y LA DISTRIBUCION DEL JUREL

8.5.1 Variables superficiales

Los resultados muestran que la concentración de la biomasa del jurel no presentó asociación con las variables temperatura y oxígeno superficial (Tablas 39 y 40). Las mayores densidades de jurel se encontraron por lo general en aguas donde la salinidad superficial presentaba valores entre los 33 y 34 (Figura 106) y una densidad de 24.8 y 25.8 Kg/m³ (Figura 107).

8.5.2 Variables en dimensión vertical

La distribución batimétrica de las concentraciones mayores de jurel (> 1000 Sa), permiten afirmar que éstas se encontraban en aguas cuyas temperaturas variaban entre 10.5 y 14 °C (Figura 108) y salinidades entre 33.9 y 34.6 (Figura 109) y, por lo tanto, en ASAA y AESS. No se detectó un rango preferencial de oxígeno (Figura 110) o densidad (Figura 111) en la distribución batimétrica del jurel (Tablas 39 y 40).

Los valores de oxígeno en los cuales se encontró el recurso permiten inferir que el jurel puede permanecer en aguas de la Corriente de Günther al menos por cortos períodos de tiempo.

8.5.3 Relación del jurel con la base de la termoclina y con la capa de mezcla

Al analizar la relación entre la distribución batimétrica del jurel y la localización batimétrica de la base de la termoclina y de la capa de mezcla, no emerge una asociación evidente a través de los análisis de correlación realizados (Figuras 112 y 113; Tablas 39 y 40). Por lo tanto, no se encontró evidencia para sustentar la hipótesis que plantea que la distribución del jurel está asociada a la profundidad de la termoclina. Por otra parte, las mayores concentraciones de jurel se encontraron en áreas donde la capa de mezcla era menor a los 65 metros de profundidad (Figura 114).

8.5.4 Relación entre la distribución del jurel y la presencia de gradientes de temperatura superficial

A partir de un análisis cualitativo basado en la sobreposición de la distribución de las agregaciones mayores del jurel sobre los registros continuos de temperatura superficial, no se aprecia una asociación entre los gradientes de temperatura y la presencia de agregaciones (Figura 33).

8.5.5 Relaciones entre la distribución del recurso jurel y aquellas zonas con presencia de inversiones térmicas

La zona que presenta la mayor proporción de biomasa del jurel, es decir aquella comprendida entre Punta Nugurne (36°00'S) y Punta Morguilla (37°40'S), es también una zona con alta presencia de inversiones térmicas, tanto a nivel superficial (0 a 50 m, Figura 115a), como a nivel subsuperficial (70 a 200 m, Figura 115b). Esta zona se caracteriza además, por la presencia de giros superficiales y flujos superficiales débiles, de acuerdo a la información proveniente del análisis de la anomalía geopotencial (Figura 22).

Tabla 39. Análisis de correlación múltiple entre la biomasa de jurel y las variables físicas para todas aquellas áreas con presencia del recurso. Valores entregados: índice de correlación y nivel de significancia (entre paréntesis)

| | BIOMASA JUREL | PROFUNDIDAD JUREL |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| Profundidad mínima recurso | -0.189 (0.0068) | --- |
| Profundidad máxima recurso | 0.0054 (0.9396) | --- |
| Profundidad media recurso | -0.0938 (0.184) | --- |
| Biomasa | ---- | -0.0938 (0.1841) |
| Temperatura Superficial | 0.041 (0.5705) | -0.0151 (0.8315) |
| Salinidad Superficial | 0.0569 (0.4329) | 0.1397 (0.532) |
| Sigma-t Superficial | 0.0366 (0.408) | 0.1474 (0.6132) |
| Oxígeno Superficial | 0.0051 (0.9428) | -0.0491 (0.4908) |
| Temperatura profundidad | 0.0531 (0.4531) | ----- |
| Salinidad profundidad | -0.1238 (0.1338) | ----- |
| Oxígeno profundidad | 0.1648 (0.1697) | ---- |
| Sigma-t profundidad | -0.1198 (0.1470) | ---- |
| Prof. Capa de Mezcla | -0.0787 (0.2781) | 0.1036 (0.1526) |
| Prof. Base de Termoclina | -0.0836 (0.2480) | 0.0577 (0.4255) |

Tabla 40. Análisis de correlación múltiple entre la biomasa de jurel y las variables físicas para zonas con presencia de jurel agregado (> 1000 Sa). Valores entregados: índice de correlación y nivel de significancia (entre paréntesis)

| | BIOMASA JUREL | PROFUNDIDAD JUREL |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| Profundidad mínima recurso | -0.2974 (0.1904) | ---- |
| Profundidad máxima recurso | -0.2892 (0.2036) | ----- |
| Profundidad media recurso | -0.3361 (0.1364) | |
| Biomasa | ---- | -0.3361 (0.1364) |
| Temperatura Superficial | 0.0082 (0.9717) | 0.0796 (0.7316) |
| Salinidad Superficial | 0.3992 (0.1007) | 0.1017 (0.6880) |
| Sigma-t Superficial | 0.3551 (0.1481) | 0.1705 (0.4989) |
| Oxígeno Superficial | 0.2194 (0.3394) | -0.5201 (0.0157) |
| Temperatura profundidad | 0.1510 (0.5136) | ----- |
| Salinidad profundidad | -0.1899 (0.4812) | ----- |
| Oxígeno profundidad | 0.2948 (0.5706) | ----- |
| Sigma-t profundidad | -0.2633 (0.3245) | ----- |
| Prof. Capa de Mezcla | -0.0026 (0.9916) | -0.0903 (0.7132) |
| Prof. Base de Termoclina | -0.1306 (0.5941) | 0.0262 (0.9152) |

8.5.6 Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton

Las Figuras 116 a la 121 muestran la relación univariada entre el jurel, la biomasa total de zooplancton y los items alimentarios más importantes en número (copépodos, eufáusidos, anfipodos, quetognatos), con la excepción de los peces linterna. Estos últimos no son muestreados adecuadamente por las redes de plancton utilizadas, por lo tanto no fueron incorporados al análisis.

Las figuras 116, 117 y 118 muestran que las mayores concentraciones de jurel parecen coincidir espacialmente con bajos valores de biomasa zooplanctónica, densidad de eufáusidos y anfipodos. Sin embargo, estos resultados deben ser interpretados con precaución debido a la influencia de las escalas de tiempo y espacio utilizadas en el muestreo. De hecho, si modificamos la escala de observación de unas pocas millas (como en el caso de asociar la estimación acústica de la biomasa de jurel a la estación oceanográfica más cercana) a una escala espacial mayor (e.g. >30 millas), se puede observar que las zonas con presencia de jurel coinciden generalmente con áreas de alta concentración de eufáusidos (Figuras 40 y 80). Estos resultados no deben sorprendernos, ya que existen numerosos mecanismos a través de los cuales una especie presa evita a sus predadores, pero presas y predadores coexisten en áreas geográficas comunes (e.g. Alcock, 1979).

Por otra parte, en escalas de observación de pocas millas no se aprecia ninguna tendencia en la relación univariada entre biomasa de jurel y densidad de quetognatos (Figura 120). Desde un punto de vista estadístico sólo la relación entre biomasa de jurel y copépodos es significativa (Tabla 41 y 42), aunque presentando una correlación baja (Figura 119).

Tabla 41. Análisis de correlación entre las variables biológicas. JUR = Biomasa jurel (SA); Zoop = biomasa de zooplancton (g/m³); DEUF = Densidad de eufáusidos (ind/1000 m³); DCOP= Densidad de copépodos (ind/1000 m³); DAMF= Densidad de anfípodos (ind/1000 m³); DQUET = Densidad de quetognatos(ind/1000 m³). Valores entregados: Coeficiente, tamaño muestral (entre paréntesis), y nivel de significancia.

| | JUR | ZOOP | D_EUF | D_COP | D_ANF | D_QUET |
|--------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| JUR | 1.0000 (221) | 0.0668 (221) | -0.0357 (221) | 0.2414 (221) | -0.0431 (221) | 0.1482 (221) |
| | 0.0000 | 0.3232 | 0.5977 | 0.0003 | 0.5235 | 0.0276 |
| ZOOP | 0.0668 (221) | 1.0000 (221) | 0.5571 (221) | 0.2405 (221) | 0.1703 (221) | 0.2687 (221) |
| | 0.3232 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0003 | 0.0112 | 0.0001 |
| D_EUF | -0.0357 (221) | 0.5571 (221) | 1.0000 (221) | 0.3310 (221) | 0.5341 (221) | 0.4692 (221) |
| | 0.5977 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| D_COP | 0.2414 (221) | 0.2405 (221) | 0.3310 (221) | 1.0000 (221) | 0.2016 (221) | 0.8372 (221) |
| | 0.0003 | 0.0003 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0026 | 0.0000 |
| D_ANF | -0.0431 (221) | 0.1703 (221) | 0.5341 (221) | 0.2016 (221) | 1.0000 (221) | 0.3784 (221) |
| | 0.5235 | 0.0112 | 0.0000 | 0.0026 | 0.0000 | 0.0000 |
| D_QUET | 0.1482 (221) | 0.2687 (221) | 0.4692 (221) | 0.8372 (221) | 0.3784 (221) | 1.0000 (221) |
| | 0.0276 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

Tabla 42. Análisis de correlación parcial entre las variables biológicas. JUR = Biomasa jurel (SA); Zoop = biomasa de zooplancton (g/m^3); DEUF = Densidad de eufáusidos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DCOP= Densidad de copépodos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DAMF= Densidad de anfípodos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DQUET = Densidad de quetognatos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$). Valores indicados: coeficiente y tamaño muestral (entre paréntesis).

| | JUR | ZOOP | D_EUF | D_COP | D_ANF | D_QUET |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| JUR | -1.00000 (221) | 0.08120 (221) | 0.10814 (221) | 0.19074 (221) | -0.01007 (221) | -0.04813 (221) |
| ZOOP | 0.08120 (221) | -1.00000 (221) | 0.53376 (221) | 0.06030 (221) | -0.16722 (221) | -0.03607 (221) |
| D_EUF | -0.10814 (221) | 0.53376 (221) | -1.00000 (221) | -0.04656 (221) | 0.43801 (221) | 0.20077 (221) |
| D_COP | 0.19074 (221) | 0.06030 (221) | 0.04656 (221) | -1.00000 (221) | -0.17087 (221) | 0.81863 (221) |
| D_ANF | -0.01007 (221) | -0.16722 (221) | 0.43801 (221) | -0.17087 (221) | -1.00000 (221) | 0.24224 (221) |
| D_QUET | -0.04813 (221) | -0.03607 (221) | 0.20077 (221) | 0.81863 (221) | 0.24224 (221) | -1.00000 (221) |

8.5.7 Relación entre la distribución del jurel y la concentración de clorofila

No se encontró ninguna asociación entre la biomasa del jurel y la concentración de clorofila a (Figura 121). Altas concentraciones de jurel (>100Sa) se encontraron en un amplio rango de concentración de clorofila a (10 a 150 mg/m²). Aunque no existe una relación trófica directa entre la clorofila a y el jurel, se decidió llevar a cabo este análisis gráfico en función de la relación trófica existente entre los productores primarios (clorofila a) y los consumidores primarios, de los que se alimenta el jurel.

8.5.8 Análisis multivariado de la relación entre el jurel y las condiciones bio-oceanográficas

En vista que el análisis univariado (gráfico y estadístico) no arrojó patrones explicativos claros de la distribución del jurel, se procedió a llevar a cabo un análisis de carácter multivariado. En primer lugar, se determinaron los componentes principales en forma independiente para las variables físicas y biológicas seleccionadas (Tablas 43 y 44). Posteriormente, se analizó la relación lineal entre cada uno de estos componentes y la variable "biomasa de jurel", a través de un análisis de regresión múltiple paso a paso (stepwise) de adición y remoción.

Tabla 43. Análisis de Componentes Principales para variables físicas seleccionadas. TSUP = Temperatura superficial (°C); SSUP = Salinidad superficial; TPOND = Temperatura en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado, °C); SPOND = Salinidad en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado); OPOND = Oxígeno en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado, ml/l).

| Componente | Porcentaje varianza | Valor Propio |
|------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 39.233 | 1.962 |
| 2 | 29.371 | 1.469 |
| 3 | 17.569 | 0.878 |
| 4 | 9.773 | 0.489 |
| 5 | 4.054 | 0.203 |

| Variables | Vectores propios de los Componentes | | | | |
|-----------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| TSUP | 0.820 | 0.451 | -0.105 | 0.138 | -0.308 |
| SSUP | 0.596 | -0.361 | 0.598 | -0.395 | -0.030 |
| TPOND | 0.476 | 0.808 | -0.101 | -0.199 | 0.265 |
| SPOND | 0.752 | -0.453 | 0.057 | 0.435 | 0.192 |
| OPOND | -0.376 | 0.526 | 0.705 | 0.292 | 0.001 |

Tabla 44. Análisis de Componentes principales para variables biológicas seleccionadas. Zoop = biomasa de zooplancton (g/m^3); DEUF = Densidad de eufáusidos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DCOP = Densidad de copépodos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DAMF = Densidad de anfípodos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DQUET = Densidad de quetognatos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$).

| Componente | Porcentaje varianza | Valor Propio |
|------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 52.754 | 2.638 |
| 2 | 21.626 | 1.081 |
| 3 | 16.719 | 0.836 |
| 4 | 6.122 | 0.306 |
| 5 | 2.779 | 0.139 |

| Variables | Vectores propios de los Componentes | | | | |
|-----------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ZOOP | 0.584 | 0.475 | -0.603 | 0.262 | -0.018 |
| DEUF | 0.794 | 0.440 | 0.009 | -0.418 | 0.041 |
| DCOP | 0.756 | -0.593 | -0.123 | 0.042 | 0.246 |
| DAMF | 0.609 | 0.332 | 0.675 | 0.248 | 0.041 |
| DQUET | 0.851 | -0.448 | 0.031 | -0.004 | -0.274 |

El análisis de regresión múltiple de los componentes principales obtenidos con la variable dependiente corroboró las conclusiones del análisis univariado, es decir, la no existencia de una función lineal significativa entre las variables físicas seleccionadas y la biomasa del recurso ($r^2 = 0.0$, $\alpha > 0.15$). Además, esta ausencia de asociación fue confirmada por los resultados del análisis de correlación canónica presentado en la Tabla 45.

Tabla 45. Correlación canónica entre las variables físicas y biológicas. TSUP = Temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$); SSUP = Salinidad superficial; TPOND = Temperatura en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado, $^{\circ}\text{C}$); SPOND = Salinidad en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado); OPOND = Oxígeno en el rango batimétrico del jurel (promedio ponderado, ml/l); JUR = Biomasa de jurel (SA); ZOO = biomasa de zooplancton (g/m^3); DEUF = Densidad de eufáusidos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DCOP = Densidad de copépodos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$); DQUET = Densidad de quetognatos ($\text{ind}/1000 \text{ m}^3$).

| Número | Eigenvalue | Correlación Canónica | Wilks Lambda | Chi-Cuadrad. | G.L. | Nivel Sign. |
|--------|------------|-------------------------|-----------------|--------------|------|----------------|
| 1 | 0.1435 | 0.3788 | 0.7712 | 52.357 | 25 | 0.0011 |
| 2 | 0.0518 | 0.2275 | 0.9004 | 21.142 | 16 | 0.1731 |
| 3 | 0.0267 | 0.1633 | 0.9496 | 10.430 | 9 | 0.3168 |
| 4 | 0.019 | 0.1379 | 0.9756 | 4.983 | 4 | 0.2891 |
| 5 | 0.0055 | 0.0742 | 0.9945 | 1.112 | 1 | 0.2917 |

Coefficientes para Variables Canónicas del primer grupo

| | | | | | |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TSUP | 0.2611 | -0.1598 | 1.3717 | -0.0684 | 0.8302 |
| SSUP | -0.7263 | -0.2299 | -0.1218 | -0.7863 | 0.2760 |
| TPOND | 0.3860 | -0.2734 | -0.8264 | -0.5133 | -1.0403 |
| SPOND | -0.3039 | 0.0685 | 0.0022 | 0.6267 | -1.2012 |
| OPOND | -0.2508 | -0.8748 | 0.0554 | 0.5771 | -0.0226 |

Coefficientes para Variables Canónicas del segundo grupo

| | | | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| JUR | -0.09176 | -0.63235 | -0.01468 | -0.48181 | 0.71212 |
| ZOO | 0.94270 | -0.32551 | 0.46097 | -0.16170 | -0.51313 |
| DEUF | -0.34751 | 0.02633 | -1.24822 | -0.35753 | 0.02966 |
| DCOP | -0.49464 | 1.09675 | 0.26658 | -1.31375 | -0.61345 |
| DQUET | 0.91324 | -0.13278 | 0.10632 | 1.38553 | 1.05591 |

En el caso de las variables biológicas, el análisis de regresión múltiple entre los componentes principales obtenidos con la variable dependiente demostró la existencia de una función lineal significativa con un r^2 de 8% (Tabla 46). Es decir, existe una asociación significativa entre la distribución del jurel y la de sus ítems alimentarios, aunque ésta asociación ($r^2 = 8\%$), dentro de las limitaciones de la escala espacio-temporal utilizada, no es suficiente para explicar los patrones de distribución del recurso. La diferencia de los resultados obtenidos entre el análisis univariado y multivariado, se debe a la mayor potencia de este último, ya que toma en cuenta la estructura de correlaciones de las variables biológicas.

Tabla 46. Modelo lineal seleccionado para el procedimiento regresión paso a paso (stepwise) para las variables biológicas. Tanto el modo "forward" como "backward" condujeron al mismo resultado. Modelo: Biomasa Jurel = Constante + Coef1 * PC1 + Coef2 * PC2 + Coef3 * PC3 + Coef4 * PC4 + Coef5 * PC5; $r^2 = 0.083$.

| Variable | Coeficiente | Error STD. | T | P (2 colas) |
|----------|-------------|------------|--------|----------------|
| CTE. | 802.364 | 127.445 | 6.296 | 0.000 |
| PC1 | 217.214 | 127.734 | 1.701 | 0.090 |
| PC2 | -375.646 | 127.734 | -2.941 | 0.004 |
| PC3 | -221.729 | 127.734 | -1.736 | 0.084 |
| PC4 | 199.144 | 127.734 | 1.559 | 0.120 |
| PC5 | 202.375 | 127.734 | 1.584 | 0.115 |

ANALISIS DE VARIANZA

| Fuente | Suma de Cuadrados | GL | Cuadrados Medios | F | P |
|-----------|--------------------|-----|--------------------|-------|-------|
| Regresion | $0.699 \cdot 10^6$ | 5 | $0.139 \cdot 10^6$ | 3.899 | 0.002 |
| Residual | $0.771 \cdot 10^6$ | 215 | $3.589 \cdot 10^6$ | | |

8.5.9 Relaciones entre variables biológicas y ambientales

Relación entre la distribución de la biomasa zooplanctónica total y las variables oceanográficas

La Tabla 50 presenta el rango de distribución de la biomasa zooplanctónica total respecto de las variables oceanográficas medidas. Los resultados indican valores de biomasa asociados a amplios rangos de variables físicas, no detectándose rangos preferenciales de distribución de la biomasa.

El análisis de correlación entre la biomasa zooplanctónica total y las variables oceanográficas medidas se entrega en la Tabla 47. Estos resultados revelan la no existencia de un grado de asociación entre ellas. Desde el punto de vista estadístico, se encontraron relaciones significativas sólo para temperatura ponderada la que, sin embargo, presentó una correlación extremadamente baja.

Las Figuras 122 a 123 muestran la relación univariada entre la biomasa zooplanctónica total y las variables ambientales, ponderadas e integradas en la columna de agua. Lo anterior confirma, por un lado el amplio rango de distribución de la variable dependiente, y por otro la no existencia de asociaciones estadísticamente significativas.

La relación gráfica entre la biomasa total de zooplancton y la distribución espacial horizontal de temperatura (datos obtenidos con el equipo EPCS) se presenta en la Figura 33.

El análisis (de carácter cualitativo) se realizó a través de la superposición de los mayores valores de biomasa zooplanctónica (símbolo flecha) en la gráfica de gradientes térmicos, con el objeto de relacionar los mayores valores de biomasa con regiones frontogénicas.

Al evaluar la superposición sobre los registros de gradientes térmicos para cada una de las 21 transectas estudiadas, los resultados no indican un patrón claro de asociación. Los mayores valores de biomasa zooplanctónica se correlacionan positivamente con los mayores gradientes térmicos sólo en un 40 % de los casos.

Relación entre la distribución de la densidad de eufáusidos y copépodos y variables oceanográficas

Las Tablas 48 y 49 muestran los resultados del análisis de correlación entre densidad de eufáusidos y copépodos, respecto de

variables ambientales ponderadas en promedio e integradas en la columna de agua.

Los resultados revelan la no existencia de correlación entre las variables ensayadas, a excepción de la temperatura ponderada, la que muestra relaciones significativas para ambas variables dependientes, pero con coeficientes muy bajos.

El rango de distribución de las variables biológicas respecto de las físicas es presentado en la Tabla 50.

Los resultados de las relaciones entre la densidad de eufáusidos y copépodos y las variables ambientales son presentados, graficamente en las Figuras 124 a 127.

Tabla 47. Relación entre la distribución de la biomasa zooplanctónica total y variables oceanográficas

| | n | r ² | Err. Est. | F | P |
|------------|-----|----------------|-----------|-------|------|
| T. POND. | 132 | 0.082 | 0.22 | 11.66 | 0.00 |
| S. POND. | 130 | 0.000 | 0.23 | 0.00 | 0.97 |
| ST. POND. | 130 | 0.006 | 0.23 | 0.83 | 0.36 |
| OXI. POND. | 132 | 0.000 | 0.23 | 0.03 | 0.87 |
| CL. INT. | 34 | 0.089 | 0.10 | 3.14 | 0.09 |
| FEO. INT. | 34 | 0.076 | 0.10 | 2.62 | 0.12 |

Tabla 48. Relación entre la distribución de la abundancia de copépodos y variables oceanográficas

| | n | r ² | Err. Est. | F | P |
|------------|-----|----------------|-----------|-------|------|
| T. POND. | 128 | 0.279 | 113.36 | 48.70 | 0.00 |
| S. POND. | 126 | 0.036 | 131.38 | 4.60 | 0.03 |
| ST. POND. | 126 | 0.097 | 127.64 | 13.29 | 0.00 |
| OXI. POND. | 128 | 0.007 | 133.00 | 0.91 | 0.34 |
| CL. INT. | 34 | 0.027 | 54.04 | 0.88 | 0.35 |
| FEO. INT. | 34 | 0.038 | 53.72 | 1.27 | 0.27 |

Tabla 49. Relación entre la distribución de la abundancia de eufáusidos y variables oceanográficas

| | n | r ² | Err.Est. | F | P |
|------------|-----|----------------|----------|------|------|
| T. POND. | 120 | 0.056 | 3.91 | 7.00 | 0.01 |
| S. POND. | 118 | 0.000 | 4.05 | 0.01 | 0.93 |
| ST. POND. | 118 | 0.004 | 4.05 | 0.51 | 0.48 |
| OXI. POND. | 120 | 0.006 | 4.01 | 0.74 | 0.39 |
| CL. INT. | 34 | 0.034 | 3.09 | 1.11 | 0.30 |
| FEO. INT. | 34 | 0.004 | 3.14 | 0.13 | 0.73 |

Tabla 50. Rangos de distribución de variables biológicas (biomasa zooplanctónica total, densidad de eufáusidos y copéodos), respecto de variables oceanográficas medidas

| | BIOMASA DE ZOOPLANCTON | DENSIDAD COPEPODOS | DENSIDAD EUFAUSIDOS |
|-----------------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| TEMPERATURA (°C) | 9.5 - 13.5 | 9.5 - 13.5 | 9.5 - 13.5 |
| SALINIDAD (x 10 ⁻³) | 33.0 - 34.7 | 33.0 - 34.7 | 33.0 - 34.7 |
| DENSIDAD (u. sigma-t) | 25.0 - 26.7 | 25.0 - 26.7 | 24.0 - 26.7 |
| OXIGENO (ml/l) | 1.0 - 8.0 | 1.0 - 8.0 | 1.0 - 8.0 |
| CLOROFILA (mg/m ²) | 5.0 - 150.0 | 20.0 - 180.0 | 20.0 - 180.0 |
| FEOPIGMENTOS (mg/m ²) | 5.0 - 100.0 | 0.0 - 120.0 | 0.0 - 120.0 |

9. DISCUSION GENERAL

En la zona de estudio la biomasa de jurel alcanzó 1.990.000 toneladas, valor que representa una disminución de un 41.6% respecto al estimado en 1991 (3.410.000 t), y un incremento de 123%, 184% y 45% de las estimaciones de 1982, 1984 y 1992 respectivamente. También se observan diferencias en los índices de densidad registrados en esos años. Estas variaciones se explican por cambios interanuales en la disponibilidad de jurel en la zona de estudio.

La estructura de tamaños del jurel en la zona de estudio, determinada por pesca de media agua, no presentó una distribución geográfica diferenciada por tamaños. Por otra parte, el hecho que el 52% de los jureles capturados eran juveniles, sugiere que está ingresando a la pesquería al menos una clase anual fuerte.

La distribución espacial de la abundancia del recurso es variable entre los años 1991-1993, siendo característico que esta sea altamente contagiosa en el periodo otoño-invierno (Figuras 80, 83 y 84), producto de la concentración del jurel en la franja costera para propósitos de alimentación. El grado de concentración fue variable en la zona de estudio, determinándose subzonas de acuerdo a los valores de densidad y tamaño de las agregaciones de jurel (correlogramas).

La precisión del estimado de biomasa, medida por el coeficiente de variación (0.25), indica un aumento de la varianza con respecto al valor esperado (0.20). Esto se explica por la variabilidad natural de la distribución del jurel la que afecta la estimación de la precisión de la biomasa. La precisión de la estimación de la biomasa del jurel se encuentra en el nivel registrado en evaluaciones anteriores, realizadas durante similar periodo en la zona de estudio, y a las evaluaciones de recursos pelágicos efectuadas en la zona norte del país.

Las condiciones oceanográficas encontradas durante el presente estudio pueden ser consideradas como típicas para la zona de acuerdo a los antecedentes históricos disponibles (e.g. Wyrski 1964, Silva y Ramírez 1982, Osses y Blanco 1991). La zona de estudio se encuentra dentro del área cubierta por la rama costera de la Corriente de Humboldt, presentando en los primeros 600 metros de profundidad tres masas de agua: Agua Subantártica (ASAA), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Agua Intermedia Antártica (AIAA).

Durante el estudio se detectó la presencia frecuente de inversiones térmicas superficiales y subsuperficiales. De hecho, un 77% de las estaciones presentan inversiones térmicas bajo la termoclina, las cuales estarían asociadas a la Corriente de Günther.

La distribución espacial de la biomasa zooplanctónica muestra, como patrón general, los mayores valores asociados a la zona más costera (< 20 mn) del área de estudio. No obstante estos resultados son bajos (promedio 0.19 g/m³), pueden ser considerados normales para el periodo invernal.

Estudios previos en la zona costera (0-100 mn) realizados entre San Antonio y Corral, para los periodos invernal del año 1991 (Braun, 1991) y otoñal del año 1992 (IFOP, 1993), muestran también valores bajos de biomasa zooplanctónica en el 90% del área de estudio para ambos periodos, respectivamente. De igual manera, estudios en el dominio temporal desarrollados en la zona costera frente a Talcahuano, revelan que en el periodo junio-julio ocurren los valores más bajos de biomasa zooplanctónica total y los más altos en los meses de febrero y marzo (Arcos, 1987).

Los resultados del análisis estadístico y de contrastación gráfica entre variables biológicas seleccionadas (biomasa zooplanctónica total, densidad de eufáusidos y densidad de copépodos) y variables físicas (temperatura, salinidad, densidad, oxígeno y clorofila), no mostraron ningún tipo de relación significativa. Esta falta de asociación se observa también al analizar la distribución de biomasa de zooplancton respecto de la presencia de regiones frontogénicas superficiales importantes.

El análisis cuantitativo de la distribución espacial del ictioplancton reveló ausencia de estados larvales de jurel (*T. symmetricus murphyi*) en toda el área de prospección. Estudios previos (Sepúlveda 1988, 1990; IFOP 1993) revelan ausencia de estados larvales de la especie en casi todos los casos, a excepción de Braun (1991), quien reporta sólo huevos de jurel con valores de dominancia numérica muy bajos (0.2%). Lo anterior indica, junto con los resultados de la captura del jurel, que la especie no presenta actividad reproductiva durante el periodo de estudio. Esto es concordante con lo señalado por Serra et al. (1979) y Serra (1991), quienes determinan la época de desove a partir de octubre-noviembre y concuerda además con lo reportado por Arancibia y Cubillos (1993), quienes señalan que el periodo de mayor actividad reproductiva se verifica entre octubre y enero.

La baja diversidad trófica (1.0) encontrada en los análisis de los contenidos estomacales de jurel, en el presente estudio, es similar a la obtenida en el crucero de primavera de 1992 (1.06), el que se

desarrolló en la zona centro-sur de Chile, pero abarcando entre las 100 y 400 millas náuticas desde la costa y a lo encontrado por Konchina (1980, 1983) fuera de la zona económica exclusiva. Otras especies del género Trachurus; por ejemplo, T. capensis (Andronov, 1983, 1985), y T. trachurus (Dahl y Kirkegaard, 1987), muestran también un reducido espectro trófico, alimentándose principalmente de eufáusidos y otros componentes del zooplancton.

Por otra parte, Muck y Sánchez (1987) informaron que T. s. murphyi se alimenta en Perú principalmente de anchoveta (Engraulis ringens) en años "normales", y de eufáusidos en años con presencia de eventos "El Niño". Estos antecedentes, junto con los proporcionados por Arancibia y Medina (1992), quienes estiman índices de diversidad trófica entre 1.86 y 2.37, y los proporcionados por Konchina (1980), indican que el jurel es un depredador facultativo aún cuando los eufáusidos constituyen el ítem más relevante de su dieta.

El comportamiento trófico diario del jurel detectado en este estudio, i.e., un sólo periodo de alimentación, el que comienza después de las 18 horas, con un máximo entre las 01 y las 03 horas y una declinación progresiva hacia las 05 horas de la madrugada, coincide con lo informado por Cornejo (1991) y Cornejo et al. (en revisión), para la misma área, aunque ellos abarcaron un tiempo de muestreo más prolongado, entre fines de junio y comienzos de septiembre de 1990, destacando que en aquella oportunidad los peces linterna reemplazaron progresivamente a los eufáusidos como presa más consumida por el jurel, conforme terminaba el invierno.

En relación al consumo de alimento del jurel en el invierno de 1993, los resultados indican, que en el área y periodo de estudio habría consumido alrededor de 1 millón de toneladas durante un mes, correspondiendo el 95% a eufáusidos (primavera de 1992: 85.2%); y el 4.7% a peces linterna (primavera de 1992: 14.7%). Asimismo, en relación a su propia biomasa, el jurel habría removido en el periodo de estudio, una cantidad de presas correspondiente al 54% de la biomasa presente del stock en la zona de estudio. Estas altas tasas de consumo apoyan la hipótesis de que el jurel se concentra frente al litoral de Chile centro-sur, en el periodo de otoño-invierno, con el propósito de alimentación. Su menor disponibilidad a partir de septiembre de cada año se debe a migraciones estacionales reproductivas hacia el mar abierto (Serra, 1991; Grechina, 1992).

Tomando en consideración lo observado en el presente estudio, los patrones espacio temporales del recurso parecieran estar determinados por la interacción de un conjunto de factores. Además de las variables analizadas en el presente informe, factores tales

como actividad pesquera y fases del ciclo lunar, entre otros, podrían tener un rol importante.

Si bien el análisis de tipo uni y multivariado realizado no detectó relaciones entre la distribución del jurel y las variables temperatura, salinidad, oxígeno, frentes de temperatura superficiales y profundidad de la termoclina, en la escala espacio-temporal utilizada, existen antecedentes que demuestran que cambios relativamente drásticos en las condiciones oceanográficas alteran la distribución del recurso (Córdova et al., 1992).

Los resultados indican que el jurel, dentro de los límites de su distribución batimétrica puede moverse libremente en toda la zona de estudio, aunque altas concentraciones de biomasa se encontraban en una distribución de temperatura y salinidad más estrecha que la total observada. La buena tolerancia fisiológica del jurel en relación con la variabilidad natural de las variables oceanográficas se ve manifestada por la gran amplitud de la distribución latitudinal y longitudinal en que vive la especie (Serra, 1992). Sin embargo, la oceanografía física del área de estudio tiene un grado de importancia en la distribución del recurso. Así, nuestros resultados indican que la zona donde se concentra la mayor proporción de biomasa del jurel (i.e. 36°00' S y 37°40' S) es también aquella que presenta la mayor presencia de inversiones térmicas tanto a nivel superficial como subsuperficial (Figuras 80 y 115).

La distribución batimétrica de gran parte de la abundancia observada de jurel (Figuras 81 y 128) está asociada con una capa de aproximadamente 100 metros de grosor ubicada bajo la termoclina, la cual presenta un bajo gradiente térmico y una gran cantidad de inversiones térmicas (Figuras 115 y 128). Estas inversiones térmicas se han registrado en el área de estudio durante todas las épocas del año (Alarcón y Pineda 1969; Brandhorst 1971; Silva y Sievers 1974; Sievers, y Silva 1975; Bahamonde et al. 1979; Blanco et al. 1992) y también fuera de la zona económica exclusiva de la zona centro-sur (Kuroiwa et al., 1989).

Las inversiones térmicas profundas observadas están asociadas al límite superior de la corriente de Günther, de origen ecuatorial, y al límite inferior del agua temperada de origen subantártica. La zona de interfase entre ambas corrientes con direcciones opuestas presentaría un flujo débil, el cual podría favorecer a la disminución del gasto energético del jurel para mantenerse en un área determinada. Cabe destacar, que esta zona de interfase presenta un bajo contenido de oxígeno. Un fenómeno similar, se presentaría en zonas costeras, donde por efectos topográficos, se generarían zonas con corrientes de baja velocidad. Sería importante

evaluar la presencia de este fenómeno en áreas de alta actividad pesquera tales como "Maní" y "La Feria".

Por lo general, el recurso se localizó a profundidades menores que 160 metros y por lo tanto en la zona de mezcla del ASAA y AESS. Sin embargo, existen casos donde se encontró el recurso hasta 260 metros de profundidad, correspondiente a AESS. Los bajos valores de oxígeno detectados a profundidades con presencia de jurel, permiten inferir que este recurso puede permanecer, al menos por periodos cortos de tiempo, en la Corriente de Günther. Esta capacidad del jurel para sobrevivir en el bajo contenido de oxígeno de esta corriente, podría tener importantes consecuencias en la movilidad del recurso.

La distribución del jurel observada en este crucero así como en estudios anteriores (Córdova et al. 1991, 1992; Figuras 80, 83 y 84), se caracteriza por configurar agregaciones de tipo alargadas paralelas a la costa. Este patrón podría estar relacionado con la disposición de los flujos principales norte-sur, tanto superficiales como subsuperficiales.

El análisis multivariado permitió detectar la existencia de una relación significativa entre la distribución del jurel y sus ítems alimentarios. El análisis estadístico indica que sólo un 8 % de la variación en la distribución de la biomasa del jurel puede ser explicada por la distribución de sus presas. Sin embargo, el análisis gráfico de sobreposición de la distribución de los eufáusidos (que corresponden al 95% del contenido estomacal) con la distribución del jurel, indica que ambas distribuciones están fuertemente asociadas (Figuras 40 y 80). La diferencia radica en que el análisis estadístico trabaja en una escala de observación espacial distinta (aprox. <20 mn) que el análisis gráfico (>20 mn). Todo esto indicaría que el jurel y sus presas se encuentran en áreas geográficas comunes, pero la coincidencia espacial entre el jurel y sus presas, que permita un fenómeno de predación, es de menor frecuencia.

Estos resultados hacen necesario re-examinar las escalas de espacio y tiempo más adecuadas para estudiar la incidencia de las relaciones tróficas del recurso en sus patrones de distribución.

10. CONCLUSIONES

HIDROACUSTICA

- 10.1 La biomasa de jurel para la zona comprendida entre Pto. Papudo (32°40' L.S.) y Bahía Queule (39°20' L.S.) fue estimada en 1.990.000 toneladas +/- 43.8%.
- 10.2 Se determinó que el método más adecuado para estimar la biomasa y su varianza es el de estratos agrupados.
- 10.3 El valor estimado de biomasa es un 45.2 % mayor que el resultado obtenido en mayo-junio de 1992, al igual que la densidad, que es 20.5 %. En tanto que es menor en un 41.6% con respecto a la biomasa cuantificada en 1991 (3.410.000 t).
- 10.4 Estas variaciones en la biomasa estimada indican que la biomasa disponible en la zona de estudio muestra una gran variabilidad interanual.
- 10.5 El 87.8 % de la biomasa de jurel se localizó entre Pta. Nugurne (36°00'S) y Pta. Morguilla (37°40'S).
- 10.6 La comparación de la distribución espacial del jurel con los resultados obtenidos en 1991 y 1992, muestran diferencias interanuales importantes, como por ejemplo, no se detectó la zona de alta concentración al norte de Constitución, así mismo, no se detectaron concentraciones importantes al sur de Lebu.

OCEANOGRAFIA

- 10.7 Los valores de temperatura superficial registrada en este crucero se encuentran dentro del rango de los encontrados para los meses de junio y julio en cruceros anteriores. Comparativamente, junio-julio de 1993 se presenta con valores mayores en 1°C respecto a 1979 y 1981; menores en 1°C respecto de 1980, 1982 y 1991; y menores en 2°C respecto a 1992, lo que pone en evidencia las condiciones anómalas observadas durante 1992.

En la estructura vertical, tanto la capa de mezcla como la termoclina se encuentran a profundidades normales para la época y área.

- 10.8 Se detectó gran cantidad de inversiones de temperatura, las que se ubicaron entre la superficie y los 50 metros de profundidad y entre los 70 y 200 metros. Las inversiones de superficie tienen su origen en el sector costero, producto del agua dulce y fría de los ríos o de la surgencia. Las inversiones más profundas se encuentran ubicadas en una capa de aproximadamente 100 metros de profundidad y estarían asociadas con el límite superior del agua de la corriente de Günther de origen ecuatorial y ligeramente más cálida, y el límite inferior del agua temperada de origen subantártica, observándose principalmente donde el gradiente de salinidad es muy intenso.
- 10.9 La salinidad en superficie presenta bajos valores y fuertes gradientes horizontales, producto del aporte de aguas de los ríos Maule, Itata, Bío Bío y Valdivia, los que durante esta época del año tienen un notorio aumento en sus descargas. Tanto los valores como la distribución son similares a los encontrados en los años 1980, 1981, 1982 y 1991 y menores que los de los años 1979 y 1992, donde la influencia de los ríos fue de poca importancia.
- 10.10 La concentración de oxígeno disuelto superficial presenta valores muy homogéneos, los que son normales para el área y época. La capa de mínimo de oxígeno alcanza valores menores de 1 ml/l en toda el área entre los 150 y 350 metros y menores de 3 ml/l entre los 70 y los 500 m.
- 10.11 En la zona de estudio y hasta una profundidad de 600 dbar se encuentran presentes las masas de agua Subantártica (ASAA), Ecuatorial Subsuperficial (AESS) e Intermedia Antártica (AIAA). Los valores característicos con que se presentaron las tres masas de agua son similares a los encontrados en cruceros anteriores. Sin embargo, el AESS refleja una intensificación del flujo hacia el sur, sugerido por la gran cantidad e intensidad de inversiones de temperatura y el mayor grosor por la capa de mínimo de oxígeno.
- 10.12 La circulación superficial durante junio-julio 1993 presenta un flujo al sur entre los dos flujos al norte a lo largo de casi toda el área. Se detecta además una importante componente este-oeste con 5 flujos alternados.
- 10.13 La distribución y los valores de biomasa fitoplanctónica, son semejantes a los descritos para la misma época del año 1991.

- 10.14 La relación de la clorofila-a respecto de la circulación geostrófica de superficie es directa, en términos que los flujos de entrada indican el ingreso de aguas con concentraciones de pigmentos característicos de zonas oligotróficas hacia el sector costero. En los vórtices y meandros se presentan altas concentraciones de clorofila-a.
- 10.15 Entre el Golfo de Arauco y norte del río Valdivia la clorofila-a se asocia con el gradiente de densidad, generado por la pluma de dilución de los sistemas estuarinos de los ríos Queule y Valdivia o el lago Budi, los que estarían subsidiando energéticamente al ambiente marino. Un antecedente que sustentaría esta conclusión es que los valores de AOU/P son mas bajos que los esperados para una alta concentración de clorofila-a.

PLANCTON

- 10.16 El análisis de la composición zooplanctónica durante el estudio reveló a los copépodos como el grupo dominante en número. Abundancias numéricas de carácter secundario correspondieron a los eufáusidos, queetognatos, apendicularias, ostrácodos y sifonóforos. Por otra parte, el grupo taxonómico dominante en peso fueron los eufáusidos.
- 10.17 La biomasa zooplanctónica presentó valores bajos, pero normales para el período invernal en el área de estudio. Los mayores valores de biomasa zooplanctónica estuvieron asociadas a la zona costera del área de estudio (10-20 mn), siendo lo anterior más evidente para el sector I de estudio, principalmente entre los 33°S y los 34°40'S.
- 10.18 Componentes del ictioplancton (31 taxa) estuvieron presentes en el 98% de las estaciones realizadas durante el estudio, siendo importantes las especies H. brunni, E. ringens, M. gayi y S. saqax.
- 10.19 El estudio reveló ausencia de estados tempranos (huevos y larvas) de jurel, lo que indica que la especie no presenta actividad reproductiva durante el período de estudio.
- 10.20 Las larvas de clupeiformes y gadiformes presentaron una distribución restringida a la zona más costera (10-20 mn) del área de estudio, en tanto que el mictófidio H. brunni mostró una distribución más extensa incrementando su abundancia hacia las estaciones más oceánicas (70 y 90 mn).

- 10.21 Los altos valtores de abundancia y de dominancia numérica de estados larvales de E. ringens y M. gayi caracterizan una actividad reproductiva importante en sectores restringidos al área nerítica costera en la zona de estudio.
- 10.22 Durante la investigación fueron importantes en número los estados larvales de las especies: E. ringens, H. brunni, S. sagax y M. gayi, encontrándose muy bajas densidades de L. ritteri y P. (Hierops) chilensis, especies numéricamente importantes en cruceros anteriores (otoño de 1992).
- 10.23 La distribución vertical de larvas de H. brunni, las más importantes en número, presentaron una mayor abundancia en los estratos superiores de la columna de agua (0-100 m). Por el contrario, los huevos de la especie fueron más abundantes en el estrato subsuperficial (50-200 m).

BIOLOGIA PESQUERA

- 10.24 El muestreo arrojó un 51.8% de ejemplares bajo la talla de primera madurez (32.0 cm), similar a lo obtenido en la pesca industrial para el mismo periodo, lo que indicaría el desarrollo de un fuerte proceso de reclutamiento del recurso a la pesquería.
- 10.25 Las clases anuales de 1984 y 1985, que han mantenido la pesquería en los últimos años, predominan en la composición del segmento adulto de la distribución de tallas, tanto en el crucero como en la pesca industrial de junio-julio de 1993.
- 10.26 El jurel se encontraba formando cardúmenes significativamente diferenciados por tamaños.
- 10.27 El recurso se encontraba en un periodo de reposo reproductivo.
- 10.28 La diversidad trófica poblacional del jurel fue de 1.0; muy similar al valor obtenido en el periodo primaveral de 1992 (1.06).
- 10.29 De acuerdo al Índice de Importancia Relativa (modificado), los eufáusidos son la presa más importante del jurel encontrado en el presente estudio, siguiéndoles en un orden de magnitud menor los peces linterna. El resto de las presas son marginales.

- 10.30 La selectividad de presas por tamaño (Índice de Selectividad de Ursin) indica que el jurel en el presente estudio, selecciona principalmente a los peces linterna en comparación con los eufáusidos, aunque los tamaños promedio entre ambas taxa de presas no difieren significativamente.
- 10.31 A fines del otoño de 1993, el jurel exhibe sólo un período de alimentación diario, el que comienza después de las 18 horas (inicio de la noche), con su máximo alrededor de las 03 horas del día siguiente, disminuyendo progresivamente hacia la madrugada, hasta alrededor de la 05 horas.
- 10.32 El consumo poblacional que el jurel efectuó sobre sus presas en el período de estudio (invierno de 1993), para una biomasa de jurel de 1.9 millones de toneladas y un período arbitrario de 30 días, fue de alrededor de 1 millón de toneladas, correspondiendo el 95% a eufáusidos y un 4.7% a peces linterna.
- 10.33 En relación a su propia biomasa, el jurel habría removido en el invierno de 1993 una cantidad de presas correspondientes a 54% de la biomasa presente del stock. Estas altas tasas de consumo poblacional apoyan la hipótesis que el jurel se concentra frente al litoral de Chile centro-sur, en otoño-invierno, con el propósito de alimentarse.

ANÁLISIS INTEGRADO

- 10.34 La zona de mayor concentración del jurel presentó correspondencia con la zona de mayor frecuencia de inversiones térmicas. Se requieren estudios orientados a esta eventual relación para poder establecer los mecanismos causales.
- 10.35 Existe una relación significativa entre la distribución espacial del jurel y la de sus ítems alimentarios analizados. Sin embargo, esta relación sólo explica el 8% de la variación observada. Es importante destacar que a nivel cualitativo aparece una asociación importante entre el jurel y la distribución de eufáusidos cuando la escala de análisis es mayor a aproximadamente 30 millas.
- 10.36 Las hipótesis sobre la relación entre la distribución espacial del jurel con la base de la termoclina y la presencia de frentes oceanográficos superficiales, no tuvieron sustentación de acuerdo con los resultados obtenidos.

- 10.37 No se presentó ninguna asociación entre la distribución del jurel y las siguientes variables: temperatura superficial, salinidad superficial, oxígeno superficial, temperatura en el rango batimétrico del jurel, salinidad en el rango batimétrico del jurel, oxígeno en el rango batimétrico del jurel y concentración de biomasa fitoplanctónica (clorofila a integrada).
- 10.38 El análisis cualitativo (contrastación gráfica) entre biomasa zooplanctónica total y gradientes térmicos importantes en la distribución horizontal superficial de temperatura (regiones frontogénicas) no presentó una relación evidente, aunque fue positiva para aproximadamente el 40% de los casos.
- 10.39 No fueron encontradas relaciones significativas entre variables biológicas seleccionadas (biomasa zooplanctónica, densidad de eufáusidos y densidad de copépodos) y variables físicas ponderadas en promedio o integradas en la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila a).

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

OCEANOGRAFIA

- Alarcon, E. y J. Pineda. 1969. Descripción oceanográfica estacional de las aguas frente a Valparaíso. Bol. Cient. N°11. IFOP, Chile.
- Ahumada, R. 1976. Contribución al conocimiento de las condiciones hidrográficas de la Bahía de Concepción y áreas adyacentes (Chile). Tesis de licenciatura en Biología. Universidad de Concepción.
- Ahumada, R. 1979. Algunas características hidrográficas de la Bahía de Concepción (36°40'S; 73°02'W) y áreas adyacentes. Chile. Gayana Miscel. 8:56 pp.
- Ahumada, R., A. Rudolph y v. Martínez. 1983. Circulation and fertility of waters in Concepción Bay. Est. Coast. and Shelf Sci. 16:15-26.
- Ahumada, R., A. Rudolph, S. Madariaga y F. Brito. 1988. Descripción de las condiciones oceanográficas y efectos de la contaminación. Seminario-Taller "Bahías: Procesos oceanográficos y contaminación". Talcahuano-Chile.
- Ahumada, R., P. Bernal, S. Pantoja y V. Troncoso. 1988b. Bahía de Concepción: revisión de algunos procesos dinámicos. Seminario-Taller "Bahías: Procesos oceanográficos y contaminación". Talcahuano-Chile.
- Ahumada, R., P. Matrai y N. Silva. 1991. Phytoplankton biomass distribution and relationship to nutrient enrichment during an upwelling event off Concepción Bay Chile. Bol. Soc. Biol. de Concepción. 62:7-19.
- Arcos, D. y M. Salamanca. 1984. Distribución de clorofila y condiciones oceanográficas superficiales frente a Chile Central (Latitudes 32°-38°S, febrero de 1982). Biol. Pesq. 13:5-14.
- Arcos, D., S. Nuñez, H. Arancibia. 1993. Condiciones bio-oceanográficas. Crucero otoño 1992. En: Estimación de la biomasa del recurso Jurel en la VIII Región y cuantificación de las condiciones Bio-oceanográficas.

Informe interno del Instituto de Investigaciones Pesqueras al Instituto de Fomento Pesquero.

- Bishop, J.K.B. y T.M. Joyce. 1986. Spatial distributions and variability of suspended matter in warm core ring 82B. *Deep Sea Res.* 33:1741-1760.
- Blanco, J. L., H. Reyes y A. Vega. 1992. Condiciones oceanográficas en la zona centro sur de Chile, durante noviembre-diciembre de 1991. En: Estimación de la biomasa del recurso Jurel en la VIII región y cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas, Noviembre-Diciembre 1991. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona centro sur. IFOP. Informe a Asociación Gremial de Industriales Pesqueros región del Bio-Bio.
- Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavéz, B. Ramírez y N. Silva. 1979. Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e isla Mocha. Informe para CORFO. (AP 79-40) Inst. Fom. Pesq. Chile.
- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 14 (3): 45-84.
- Cáceres, M. 1992. Vórtices y filamentos observados en las imágenes de satélite frente al área de surgencia de Talcahuano, Chile Central. *Invest. Pesq. (Chile)* 37:55-66.
- Carpenter, J. H. 1965. The Chesapeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceanogr.*, 10: 141-143.
- De La Lanza Espino, G. y M.A. Rodríguez. 1993. Nutrient exchange between subtropical lagoons and the marine environment. *Estuaries* 16:273-279.
- Dower, K. M. y M. I. Lucas. 1993. Photosynthesis-irradiance relationships and production associated with a warm-core ring shed from the Agulhas retroreflection south of Africa. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 95:141-154.
- Gunther, E. R. 1936. A Report on oceanographical investigation in Peru Coastal Current. *Discovery Rep.*, 13: 107.276.
- Kelly, R. y J. L. Blanco. 1984. Proceso de surgencia en punta Nugurme, Chile (lat. 36°S), marzo 1983. *Invest. Pesq. (Chile)* 31:89-94.

- Kelly, R. y J. L. Blanco. 1986. Características oceanográficas en el norte de Chile durante la declinación de El Niño 1982-83. Invest. Pesq. (Chile), 33: 77-90.
- LaFond, E. 1951. Processing Oceanographic Data. U.S. Navy Hydrographic Office, H.O. Publication N°614: 114 pp.
- McCarthy, J. J. y J. I. Nevins. 1986. utilization of nitrogen and phosphorus by primary producers in warm core ring 82-B following deep convective mixing. Deep Sea Res. 33:1773-1788.
- Millero, F., C. Chen, A. Bradshaw and K. Schleicher. 1980. A new high pressure equation of state for seawater. Deep Sea Res., 27a, 255-264.
- Millero, F. and A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Res., 28A, 625-629.
- Osses, J. y J. L. Blanco. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona centro sur de Chile, durante julio de 1991. Crucero INDUSUR 9102. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII región y cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Programa investigaciones pesqueras de recursos pelágicos - zona centro sur.
- Payá, I., S. Lillo, J. Córdova, A. Paillamán, R. Quiñones, J.L. Blanco, R. Céspedes, E. Figueroa e I. Céspedes. 1993. Evaluación directa de la abundancia de recursos demersales en aguas exteriores de la pesquería Sur - Austral. Informe final de proyecto a Subsecretaría de Pesca.
- Parsons, T .R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press 173 pp.
- Pond, S. y G. L. Pickard. 1983. Introductory Dynamic Oceanography. 241p.
- Raimbault, P., B. Coste, M. Boulhadid y B. Boudjellal. 1993. Origin of high phytoplankton concentration in the deep chlorophyll maximum (DCM) in a frontal region of the Southwestern Mediterranean Sea (Algerian Current). Deep Sea Res. 40:791-804.

- Reid, J. L. and A. W. Mantyla. 1976. The effect of the geostrophic flow upon coastal sea elevations in the Northern Pacific Ocean. *J. Geophysical Research*. 81:3100-3110
- Robles, F., E. Alarcón y A. Ulloa. 1974. Las masas de agua en la región norte de Chile y sus variaciones en período frío (1967) y en períodos cálidos (1969, 1971-73). Reunión de trabajo sobre el Fenómeno El Niño. Guayaquil - Ecuador, 9-12 diciembre, 1974. Santiago de Chile; Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 144 p.
- Rodríguez, L., O. Guzmán y P. Pineda. 1982. Programa de monitoreo de los recursos pelágicos. II Prospección Zona Constitución isla Mocha (35°20' - 38°22' S). Corporación de Fomento de la Producción. (AP 83 - 32). Inst. Fom. Pesq. Chile. 23 p.
- Silva, N. 1981. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en la zona Arica - Coquimbo y Constitución - Isla Mocha (oceanografía física). *Estud. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Católica Valparaíso*. 2/81: 178 pp.
- Silva, N. y J. L. Blanco. 1980. Condiciones oceanográficas presentes durante el crucero Langostino II. *Estud. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Católica Valparaíso*., 2/80:81 pp.
- Silva, N. y T. Fonseca. 1983. Geostrophic component of the oceanic flow off northern Chile. *Conferencia Internacional sobre recursos Marinos del Pacífico*. Viña del Mar, Chile. pp 59-70. P. Arana Ed.
- Silva, N. y D. Konow H. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición Krill. Crucero 3-4, julio-agosto 1974. *Rev. Com. Per. Pacífico sur*, (3):63-75.
- Silva, S. y S. Neshyba. 1977. Corrientes superficiales frente a la costa austral de Chile. *Cienc. y Tec. del Mar, CONA* 3:37-42.
- Silva, N. y B. Ramírez. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: zonas Arica - Coquimbo y Los Vilos - Chiloé. *Estud. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Católica Valparaíso*. 28-1/82: 212 pp.

- Silva, N. y H. Sievers. 1974. Masas de agua, velocidad geostrófica y transporte de volumen entre Valparaíso e isla Robinson Crusoe (Océano Pacífico Sudoriental). Comisión Permanente del Pacífico Sur. Ciencia y Derecho N°2: 253-280.
- Silva, N. y H. Sievers. 1981a. Condiciones oceanográficas asociadas a recursos demersales entre Papudo y Chiloé, 1980. Estud. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Católica Valparaíso. 1/81: 146 pp.
- Silva, N. y H. Sievers. 1981b. Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt. Latitudes 18°S - 33°S (Operación Oceanográfica Marchile X-ERFEN I). Cienc. y Tec. del Mar. CONA (5):5-50.
- Sievers, H. y N. Silva. 1975. Masas de agua y circulación en el Océano Pacífico sudoriental. Latitudes 18°S - 33°S. Operación oceanográficas MARCHILE VII. Cienc. y Tec. Del Mar. Contrib. CONA. 1: 7-67.
- Stuardo, J., C. Valdovinos y V. Dellarossa. 1983. Caracterización general del lago Budi: una laguna costera salobre de Chile Central. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 13:57-69.
- UNESCO, 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar., Sci. N°36.
- UNESCO, 1981b. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°37.
- UNESCO, 1981c. Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.
- UNESCO, 1983. Algorithms for computations of fundamental properties of seawater, Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°44.
- Weiss, R. F., 1970. Solubility of nitrogen, oxygen, and argon in water and seawater. Deep Sea Res. 17(4): 721-725.
- Wyrtki, K. 1963. The horizontal and vertical field of motion in the Peru Current. Bull. Scripps Institution of Oceanography. 8: 313-346.

- Wyrтки, K . 1964. The termal structure of the Easter Pacific Ocean Erga en zungsherst Reiche (8); Nr. 6 zur Deutschen Hydrogrphischen. Zeitschrift. 84 pp.
- Wyrтки, K .1967. Circulation and water masses in the Eastern equatorial Pacific Ocean. Institute of Marine Resources. Int. J. Oceanol. and Limnol. Vol 1(2).

ZOOPLANCTON

- Ahlstrom, E.H. & R.C. Counts. 1958. Development and distribution of Vinciguerria lucetia and related species in the Eastern Pacific. Fish. Bull., U.S. 58:363-416.
- Alarcón, R. 1992. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, Merluccius gayi gayi (Guichenot, 1848). Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología. Universidad de Concepción, documento fotocopiado, 76 pp.
- Alarcón, R. & H. Arancibia. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, Merluccius gayi gayi (Guichenot, 1848). Enviado a Revista CONA.
- Arancibia, H. y L. Cubillos. 1993. Análisis de la pesquería industrial de cerco, dinámica poblacional y situación actual del recurso jurel (Trachurus symmetricus murphyi). Documentos Técnicos. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano. Vol.2, Núm 1:2 pp + figs.
- Arcos, D. F. 1975. Copépodos calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. Gayana (Zoología) N°32. Universidad de Concepción.
- Arcos, D. F. 1987. Seasonal and short time-scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion coast, Chile. Ph.D. Thesis Dissertation. State University of New York, Stony Brook, 203 pp.
- Arcos, D. F. & S. Núñez. 1992. Zonación y mantención de asociaciones zooplanctónicas en un área de surgencia en Chile central. Informe Final Proyecto FONDECYT 790-88, 115 pp + Anexos.

- Balbontín, F. & W. Fisher. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza Merluccius gayi gayi, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., 17(3):285-334.
- Balbontín, F. & M.C. Orellana. 1983. Descripción de las larvas del pez linterna Hygophum brunni del área de Valparaíso, Chile. (Pisces, Myctophidae). Rev. Biol. Mar., 19(2):205-216.
- 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. Biol., 50: 263-273.
- Bloom, S. A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.
- Böhm, G., L. Caballero y C. Martínez. 1991. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales pelágicas. Zona centro-sur 1991. Estado de situación y perspectivas del recurso. SGI - IFOP 92/2.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación Especial de INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.
- Braun, M. 1991. Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII Región y Cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Capítulo V. Abundancia de huevos y larvas de jurel, sardina anchoveta en la zona centro-sur de Chile. Informe IFOP, 124 pp.
- Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao), 44:387.
- Evseenko, S. A. 1987. Reproducción del jurel del Perú Trachurus symmetricus murphyi (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Fahay, M. P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian shelf. J. North. Western Atlan. Fish. Sci., Vol. 4.
- Fischer, W. 1958. Primeras fases del desarrollo del blanquillo (Prolatilus jocularis). Rev. Biol. Mar. 8(1-3):1-24.

- Fisher, W. 1959. Huevos, crías y prelarvas de la merluza (Merluccius gayi). Rev. Biol. Mar., 9(2-4):224-249.
- Grechina, A.S. 1992. Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (Trachurus symmetricus murphyi) en alta mar del Pacífico Sur. H. Arancibia y L. Cubillos (eds.). Doc. Téc. inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol.1, Núm.2: 47 pp + 21 figs.
- Griffiths, F. B., G.H. Brown, D.D. Reid & R.R. Parker. 1984. Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. J. Plank. res. 6(5):721-731.
- Günther, E. R. 1936. A report on oceanographical investigation in the Peru coastal current. Discovery Report, 13:107-276.
- Herrera, G., E. Tarifeño & M.C. Orellana. 1984. Descripción de huevos y primeras fases larvales de la sardina común (Strangomera bentincki) y el machuelo (Ethmidium maculatum). Rev. Biol. Mar. 16:107-113.
- IFOP. 1992. Estimación de la biomasa del recurso jurel en la zona centro-sur de Chile. Capítulos III y IV. Crucero Otoño 1992. Informe IFOP, 235 pp.
- IFOP. 1993. Estimación de la biomasa del recurso jurel en la zona centro-sur de Chile. Capítulos III y IV. Crucero primavera 1992. Informe IFOP, 380 pp.
- Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (Trachurus spp.) in New Zealand waters. N.Z.Fish.Tech.Rep., 23: 28 pp.
- Moser, H. G. (ed.). 1984. Ontogeny and systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication No1.
- Moser, H. G. & E.H. Ahlstrom. 1970. Development of lanternfishes (Family Myctophidae) in the California Current. part I. Species with narrow-eyed larvae. Bull. L.A. City. Mus. Nat. Hist. Sci., 7: 145 pp.
- Muñoz, H., G. Herrera & H. Fuentes. 1988. Desarrollo larval del lenguado de ojos chicos Paralichthys microps. Rev. Biol. Mar., 24(1):37-53.
- Núñez, S. 1990. Descripción de la comunidad zooplanctónica asociada al sistema de surgencia de la Octava Región, Chile. Unidad de Investigación. Programa de Magister en

Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción. Documento Fotocopiado, 89 págs.

- Núñez, S. P., J. Olea & D. Arcos. 1992. Distribución espacial del ictioplancton en una zona de surgencia de la Octava región. Resúmenes XII Jornadas de Ciencias del Mar. PP: 126.
- Núñez, S. P., J. Olea & D. Arcos. 1993. Distribución espacial de estados larvales de Merluccius gayi (Guichenot, 1848) en el área de Talcahuano, Chile. Res. XIII Jor. Cs. Mar., Viña del Mar, 26-28 mayo, 1993. 122pp.
- Olea, J & A. Acuña. 1992. Distribución espacial del ictioplancton en el área de influencia del río BioBio (Golfo de Arauco). Res. XII Jor.Cs. Mar. 126pp.
- Olea, J. 1993. Distribución, abundancia, alimentación y estado de condición de larvas de clupeiformes (S. sagax y S. bentincki) en el Golfo de Arauco. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Ambientales. Centro EULA - Universidad de Concepción. 80 pp + Anexos.
- Omori, M. & T. Ikeda. 1984. Methods in marine zooplankton ecology. Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons Inc., 332 pp.
- Orellana, M.C. & F. Balbontín. 1983. Estudio comparativo de las larvas de clupeiformes de la costa de Chile. Rev. Biol.Mar., 24(1):37-53.
- Paulsen, E. 1952. Informe al Gobierno de Chile sobre investigaciones acerca de los peces alimenticios de Chile, con especial referencia a la merluza. Informe FAO/ETAP 46:1-78.
- Pequeño, G. R. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., 24(2):1-132.
- Pérez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces en la Bahía de Valparaíso. Informe de Práctica Profesional para optar al título de Técnico Marino. Universidad Católica de Chile, sede Talcahuano. 238 pp.
- Peterson, W. T., D.F. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson & P. Tiselius. 1988. The nearshore zone during coastal upwelling: daily variability and coupling between

primary and secondary production off central Chile. *Progress in Oceanography*, 20:1-40.

- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann & H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo (AP 83-31). Inst. Fomento Pesquero; Santiago - Chile, 98 pp.
- Sánchez, N. 1959. Contribución al estudio de la madurez sexual de Merluccius gayi gayi frente a la zona de Concepción. Memoria Título de Profesor de Estado en Biología y Química, Universidad de Concepción, 81 pp.
- Santander, H. & O.S. De Castillo. 1969. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, Merluccius gayi en la costa peruana. *Bol. Inst. Mar. Perú*. Vol.2, Nº.3.
- Sepúlveda, A. 1988. Daily variability on an ichthyoplanktonic assemblage and their relation to biological and environmental fluctuations. Unidad de Investigación. Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción. Documento fotocopiado, 46 pp.
- Sepúlveda, A. 1990. Variabilidad temporal del ictioplancton en un área de surgencia de Chile central: Procesos ambientales y biológicos asociados. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción, 81 pp.
- Serra, R., M. Aguayo, O. Rojas, J. Cañón & F. Inostroza. 1979. Anchoveta Engraulis ringens Jenyns. Teleostomi, Clupeiformes, Engraulidae. En: Corporación de Fomento de la Producción. Estado Actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Santiago - Chile, IFOP. V.1 (Peces) Parte 5 sp. (AP 79-18).
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, Trachurus symmetricus murphyi. *Invest. Pesq. (Chile)*. 36: 67-83.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, USA, 117 pp.

- Smith, P.E. & S.L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca (175):107 pp.
- Vidal, J. 1969. Copépodos calanoídeos epipelágicos de la Expedición MarChile II. Gayana (Zoología) Nº15. Universidad de Concepción.

HIDROACUSTICA

- Bahamonde R., O. Guzmán, y H. Robotham. 1980. Diseño de Muestreo Acústico y Metodología de Evaluación. En: cuantificación Acústica de Recursos Pelágicos. Fase Metodología Zona Norte. SUBPESCA e Inst. Fom. Pesq. Santiago Chile. (48 p.).
- Bahamonde, R., A. Aranís, A. Mujica y E. Estay. 1988. El Recurso. En: "Explotación de especies pelágicas adyacentes a las 200 millas náuticas". Informe a Subsecretaría de Pesca, IFOP-Chile, 127 pp.
- CAPMAD/SELA. 1982. Estandarización de la metodología a emplearse en la evaluación de los recursos por Ecuador-Perú-Chile. Santiago de Chile, 15-17 diciembre 1982.
- Castillo, J., O. Guzman, P. Pineda, S. Lillo. Estado de situación de las Pesquerías Pelágicas. 1983. Ampliación: Cuantificación de la abundancia de los recursos pelágicos. Zona Centro Sur 1984. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.
- Córdova, J., S. Lillo, M. Espejo. 1991. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile, en junio de 1991. 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 Bio-Bio, Instituto Investigaciones Pesqueras e Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile (p 16-57).
- Córdova, J., M. Prats, B. Leiva. 1991. 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 Bio-Bio, Instituto Investigaciones Pesqueras e Instituto Fomento Pesquero. Santiago , Chile (p 13-29).

- Córdova, J., M. Prats, B. Leiva. 1992. 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 Asociada. Mayo-diciembre 1992. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bio-Bio e Instituto Fomento Pesquero. Santiago , Chile (p 35).
- Córdova, J., A. Paillaman , M. Rojas. 1992. 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 Asociada. noviembre y diciembre 1992. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bio-Bio e Instituto Fomento Pesquero. Santiago , Chile (en prensa).
- Elliott, J.M. 1971. Some methods of statistical analysis to sample benthic invertebrates. Freshwater Biol. Assoc. Scient. Publ. 25: 1-156.
- Foote, K. 1981. Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres: Fisken og Havet Ser, B, 1981 (6) : 1 - 107.
- Foote, K. 1983. Journal of the Acoustical Society of America, Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
- Foote, K., H. Knudsen and G. Vestnes. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. International Council for the Exploration of the sea. Copenhagen. Denmark. pag 70.
- Francis R. I. C. C. 1984. Variability in hydroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825 - 826.
- Guzmán, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodríguez e I. Giakoni. 1982. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30' - 30°00' L.S.). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82) Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.

Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: Jhon Wiley and Sons, INC.

ICES Cooperative Research Report 144, 1987: Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.

IFOP 1991 - 1992. Sistema de Información Pesquera. Corporación de Fomento y la Producción, Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile.

Kuroiwa, M., K. Okada y R. Bahamonde. 1989. Report on Japan-Chile joint development survey of chilean jack mackerel stock in waters of the Southeastern Pacific. Japon. Japan Marine Fishery Resource Center. Japan, 76 pág.

Lillo, S., O. Guzmán, P. Pineda y L. Rodríguez. 1984. Estado de Situación de las Pesquerías Pelágicas 1983. Cuantificación de la Abundancia de Recursos pelágicos. II Zona Centro-Sur (Coquimbo-Punta Nugurne). Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.

Muñoz, H. 1992. Aspectos biológicos de jurel. En: Programa de Evaluación del Recurso jurel e Investigaciones Asociada. noviembre y diciembre 1992. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bio-Bio e Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile (en prensa).

Oliva, J. 1990. Investigación Biológico-Pesquera del jurel oceánico. Informe de Crucero. Convenio SUBPESCA-OFCE (1990). Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile.

PNUD-CPPS/FAO RLA. 1992. Ejercicio de estandarización e intercalibración de métodos acústicos para evaluación de recursos pelágicos. Callao, Perú 47p.

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.

Rodríguez, L.O. Guzmán y P. Pineda. 1983. Estudio de Recursos Pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos. II Prospección Zona Constitución-Isla Mocha (35°20' - 38°22' S). Corporación de Fomento de la Producción.

Gerencia de Desarrollo (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.

Shotton, R. 1979. Acoustic survey design. In Meeting on hydroacoustical methods for the estimation of marine fish population. Cambridge, MA, USA. 25-29 June 1979.

Shotton R. y Bazigos G. P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp. P. V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer 184: 34 - 57.

Shotton, R. and Dowd R. G. 1975. Current research in acoustic fish stock assessment at the Marine Ecology Laboratory. ICNAF Res. Doc., 75/16, Ser No. 3468, 17 pp

Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (figures).

Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature. 189: 732-735.

Volter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page.

BIOLOGIA PESQUERA

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 pp.

Arancibia, H. 1992. Análisis ecológico-pesquero del recurso langostino colorado (Pleuroncodes monodon) y su interacción con merluza común (Merluccius gayi) y lenguado de ojos grandes (Hippoglossina macrops). Biología Pesquera 20:37-48.

Aranis, A. y J. C. Mendieta. 1986. Manual de muestreo biológico. Documento técnico interno. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 23 p., anexos.

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. Biol., 50: 263-273.

- Bloom, S. A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.
- Cornejo, M. H. 1991. Causas posibles de las agregaciones de jurel (Trachurus symmetricus murphyi, Nichols): Disponibilidad de alimento. Tesis de Magister en Ciencias (mención Oceanografía). Universidad de Concepción, 108 pp.
- Cornejo, M. H., H. Arancibia & D. Arcos (en revisión). Análisis de corto tiempo de la disponibilidad de alimento y capturas de jurel (Trachurus symmetricus murphyi) en Chile central.
- Diana, J.S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (Esox lucius). Can. J. Zool. 57:2121-2127.
- Elliott, J.M. y L. Persson. 1978. The estimation of the daily rates of food consumption for fish. J. Anim. Ecol. 47:977-991.
- Holden, M. y D. Raitt. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Tec. FAO sobre pesca. 115: 221 p.
- Jarre, A., M.L. Palomares, M.L. Soriano, V.C. Sambilay, Jr, y D. Pauly. 1990. A user's manual for MAXIMS. A computer program for estimating the food consumption of fishes from diel stomach contents data and population parameters. ICLARM Software 4: 27 p.
- Jarre, A., M.L. Palomares, M.L. Soriano, V.C. Sambilay, Jr, y D. Pauly. 1991. Some new analytical and comparative methods for estimating the food consumption of fish. ICES mar. Sci. Sym. 193: 99-108.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish. Biol., 17:411-429.
- Konchina, Y.V. 1980. The Peruvian jack mackerel Trachurus symmetricus murphyi, a facultative predator in the coastal upwelling ecosystem. J. Ichthyol. 20(5):46-59.
- Livingston, P.A., D.A. Dwyer, D.L. Wencker, M.S. Yang & G.M. Lang. 1986. Trophic interactions of the key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North. Pacific. Fish. Comm. bull., 47:49-65.

- Macpherson, E. 1985. Daily ration and feeding periodicity of some fishes off the coast of Namibia. Mar. Ecol. Progr. Ser., 26: 253-260.
- Medina, M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el jurel y la caballa en el ecosistema pelágico del norte de Chile. Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar 2: 67-78.
- Mehl, S. & T. Westgard. 1983. Gastric evacuation rates in meckerel (Scomber japonicus L.). ICES C.M./H: 33. Pelagic Fish. Comm., 11 pp.
- Pauly, D., A. Jarre, S. Luna, V. Sambilay, Jr, B. Rojas de Mendiola y A. Alamo. 1989. On the quantity and types of food ingested by Peruvian anchoveta, 1953-1982. En: D. Pauly, P. Muck, J. Mendo e I. Tsukayama (eds.) The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. ICLARM Conference Proceedings 18:109-124.
- Serra, R. 1976. Escalas de madurez sexual para sardina española (Sardinops sagax musica, Girard) y jurel (Trachurus symmetricus murphyi, Nichols). Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 24: 20 p.
- Steel, R. y J. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. Second edition. Mc Graw-Hill Book Company. New York. 633 p.
- Ursin, E. 1973. On the prey size preferences of cod and dab. Meddr. Danm. Fisk.-og. Havunders 7: 85-98.
- Worobec, M. N. 1984. Field estimation of the daily ration in winter flounder, Pseudopleuronectes americanus (Walbaum) in a southern New England pond. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 77: 183-196.
- Zar, J. 1984. Biostatistical analysis. Second edition. Prentice-Hall Inc.. New Jersey. 718 p.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la contribución del Sr. Rubén Roa en el análisis de componentes principales.

ANALISIS INTEGRADO

- Alcock, J. 1979. Animal behavior: an evolutionary approach. Sinauer Assoc. Inc. Pub. Massachusetts, USA.
- Morrison, D. F. 1967. Multivariate statistical methods. McGraw-Hill Book Company, NY.
- Wilkinson, L. 1988. SYSTAT: the system for statistics. SYSTAT, Inc., Evanston, IL.

12. A N E X O F I G U R A S

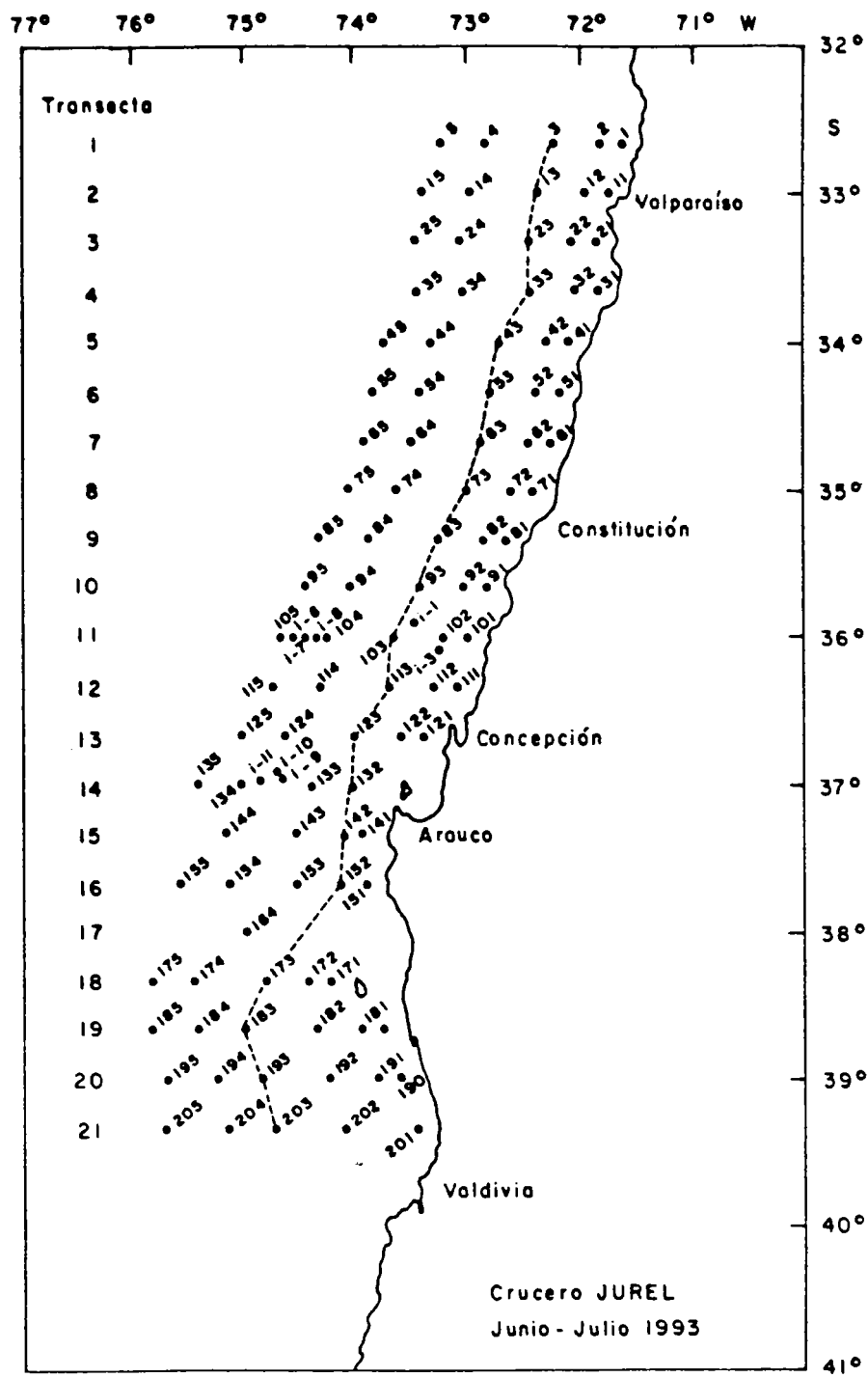


Fig. 1. Distribución geográfica de las estaciones y transectas

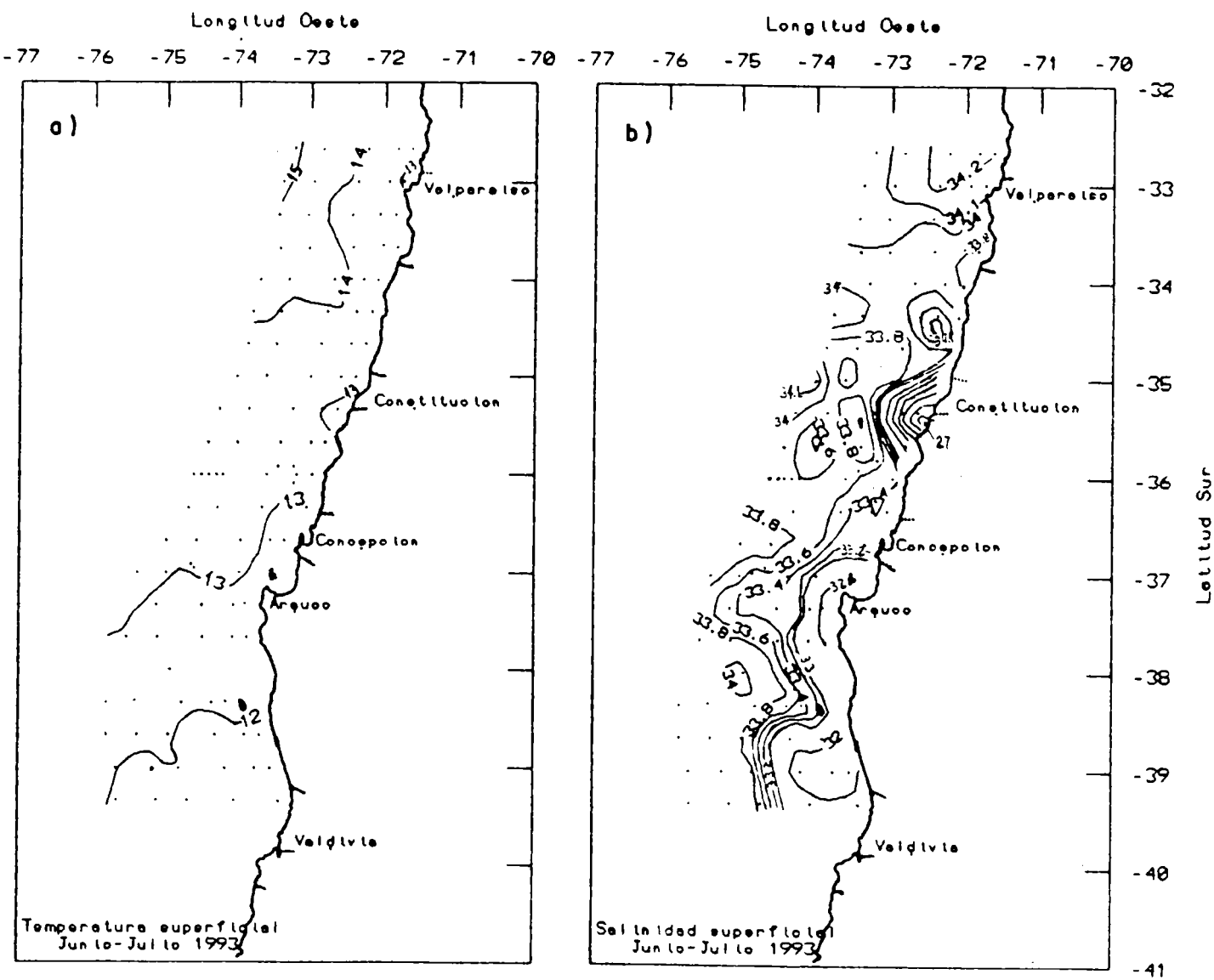


Fig. 2. Distribución superficial de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y b) salinidad. Crucero Jurel. Junio-julio 1993.

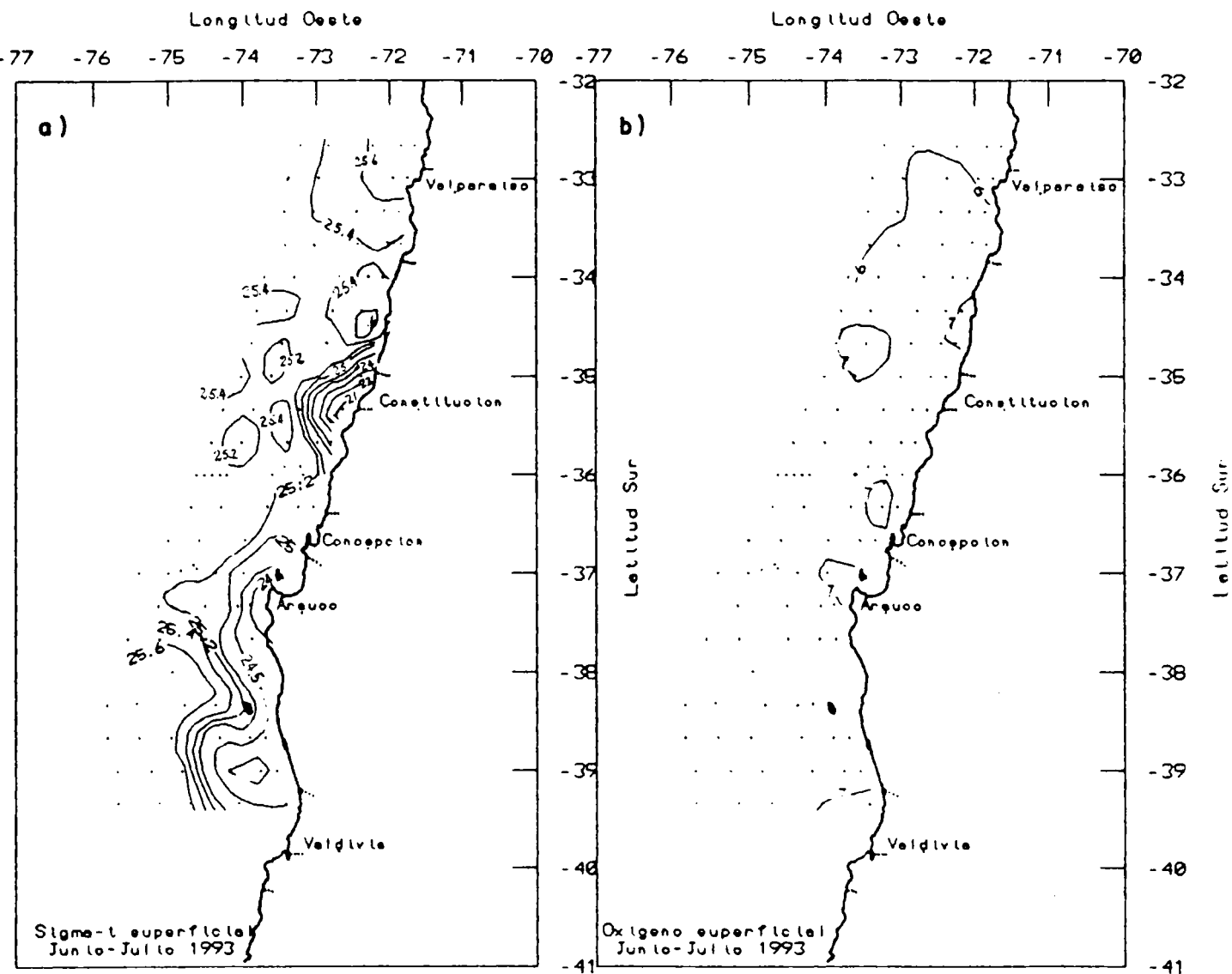


Fig. 3. Distribución superficial de a) Sigma-t (Kg/m^3) y b) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Crucero Jurel. Junio-julio 1993.

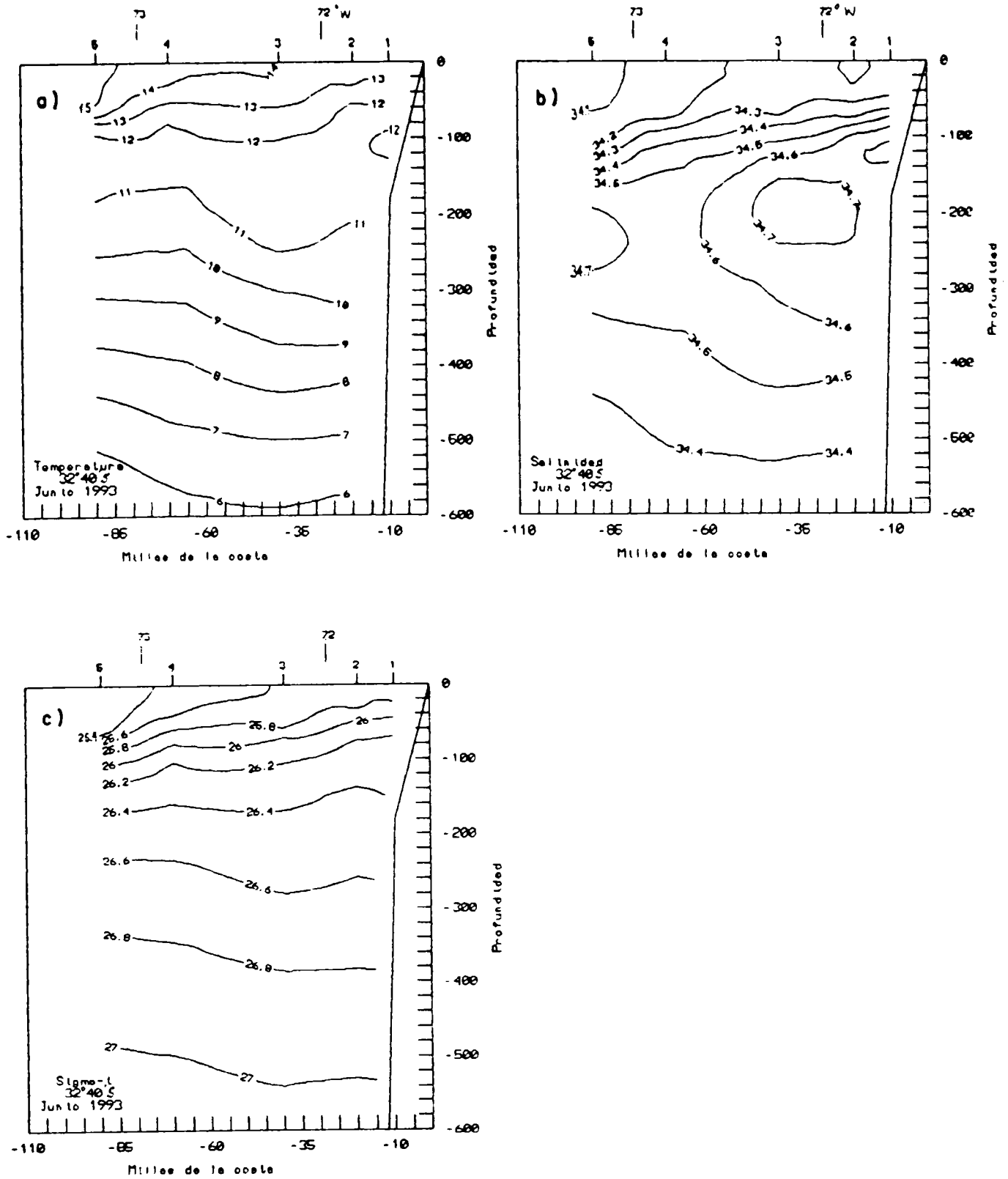


Fig. 4. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 1. Crucero Jurel. Junio 1993.

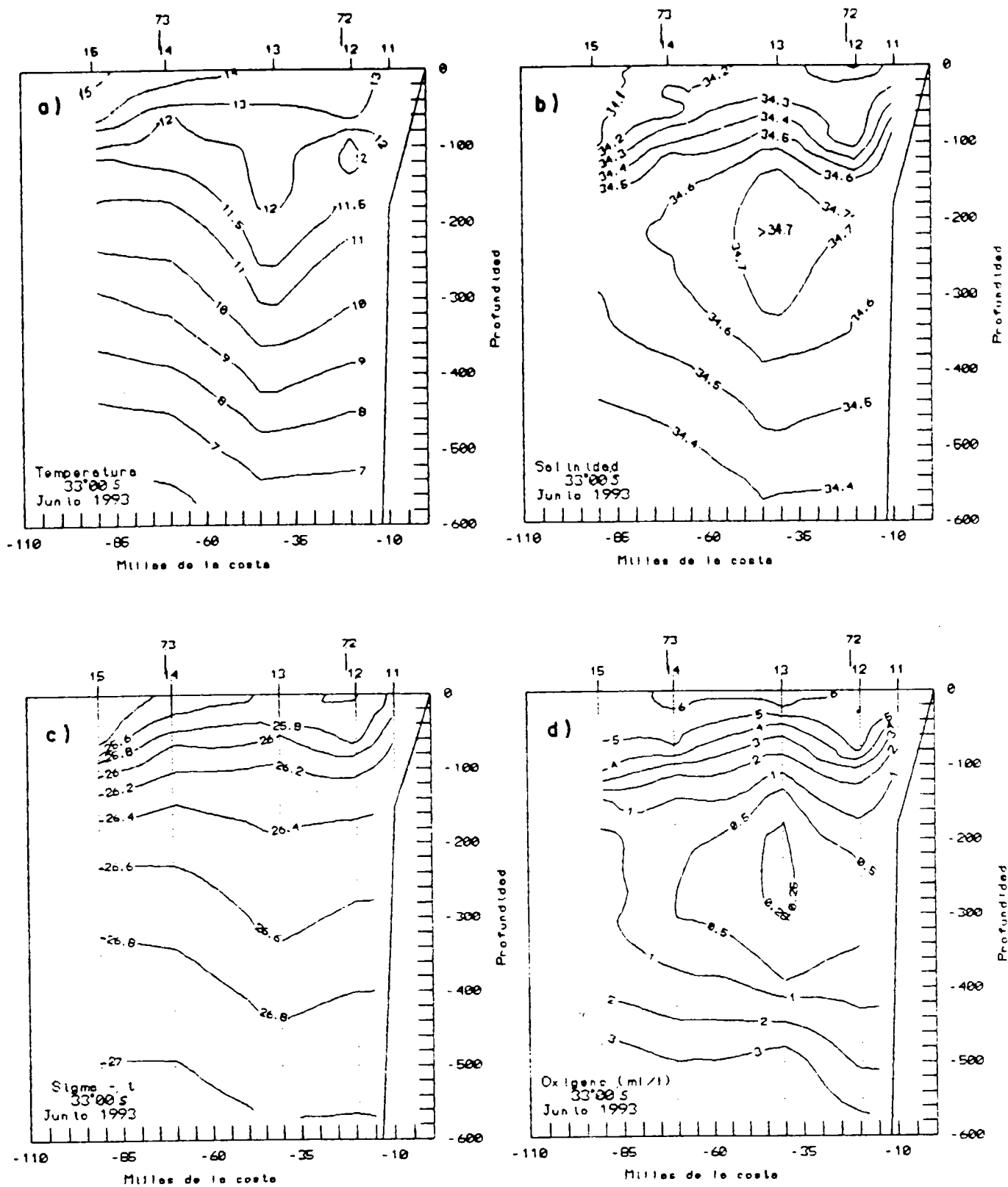


Fig. 5. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 2. Crucero Jurel. Junio 1993.

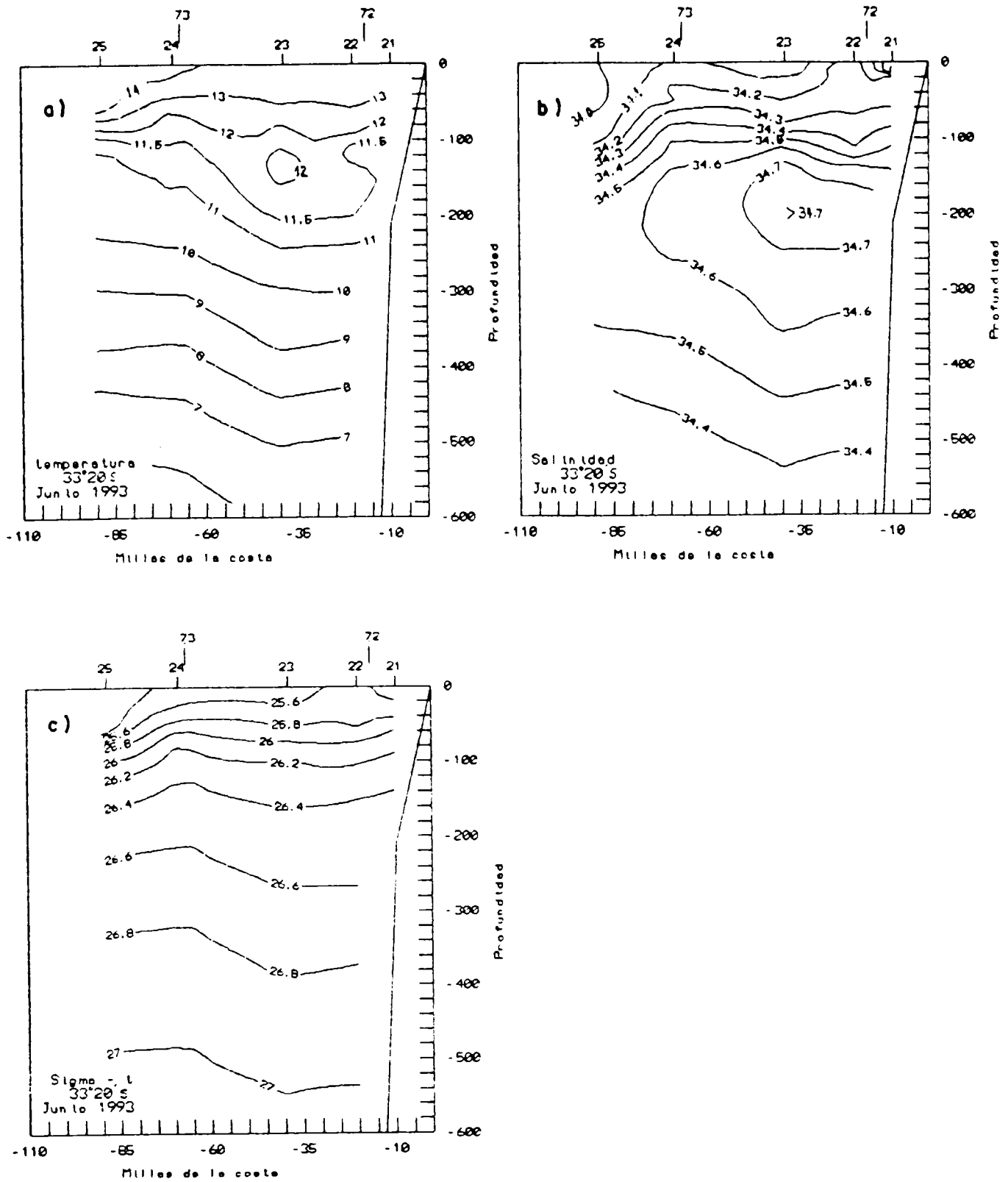


Fig. 6. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m³). Transecta 3. Crucero Jurel. Junio 1993.

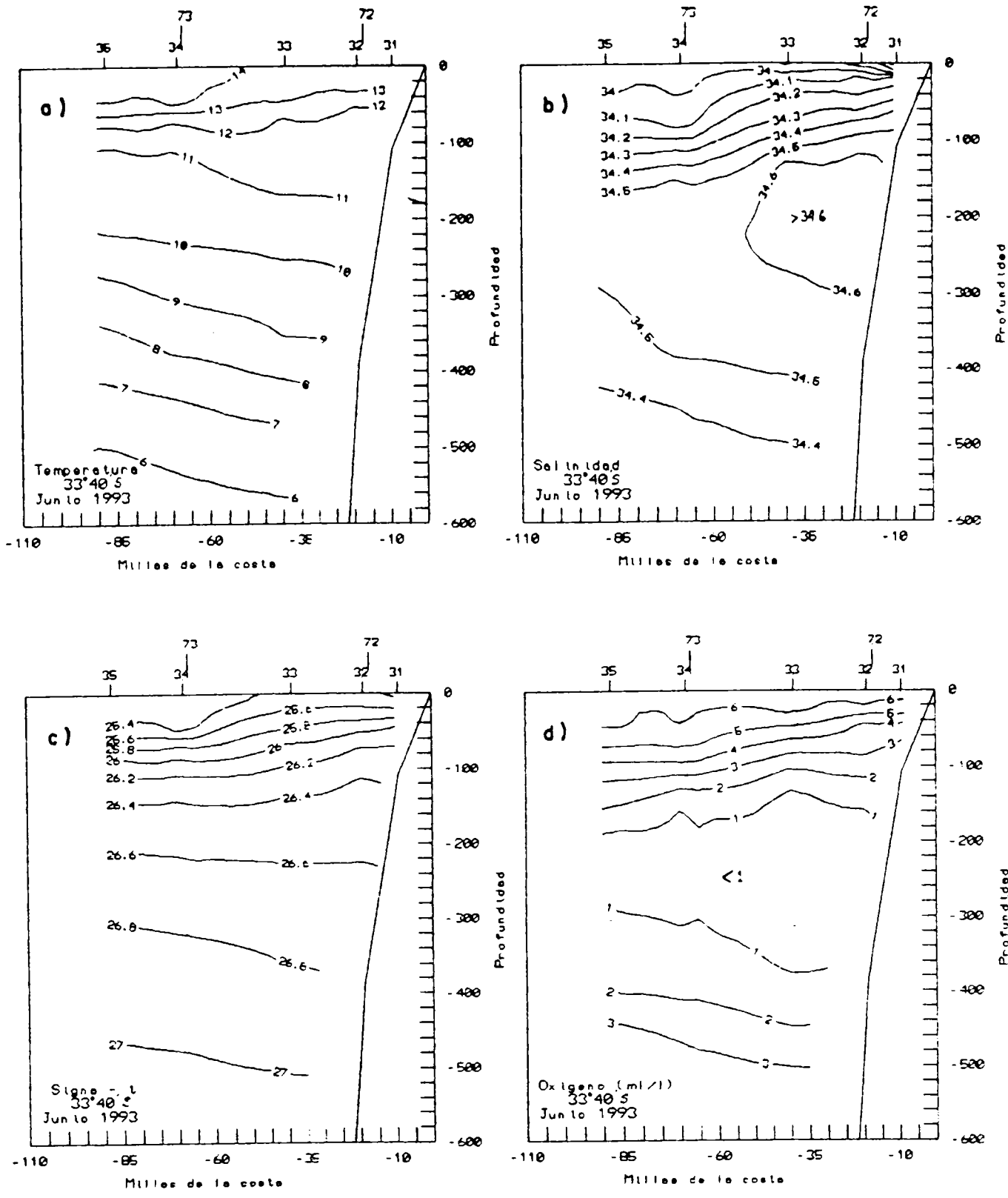


Fig. 7. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m³) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 4. Crucero Jurel. Junio 1993.

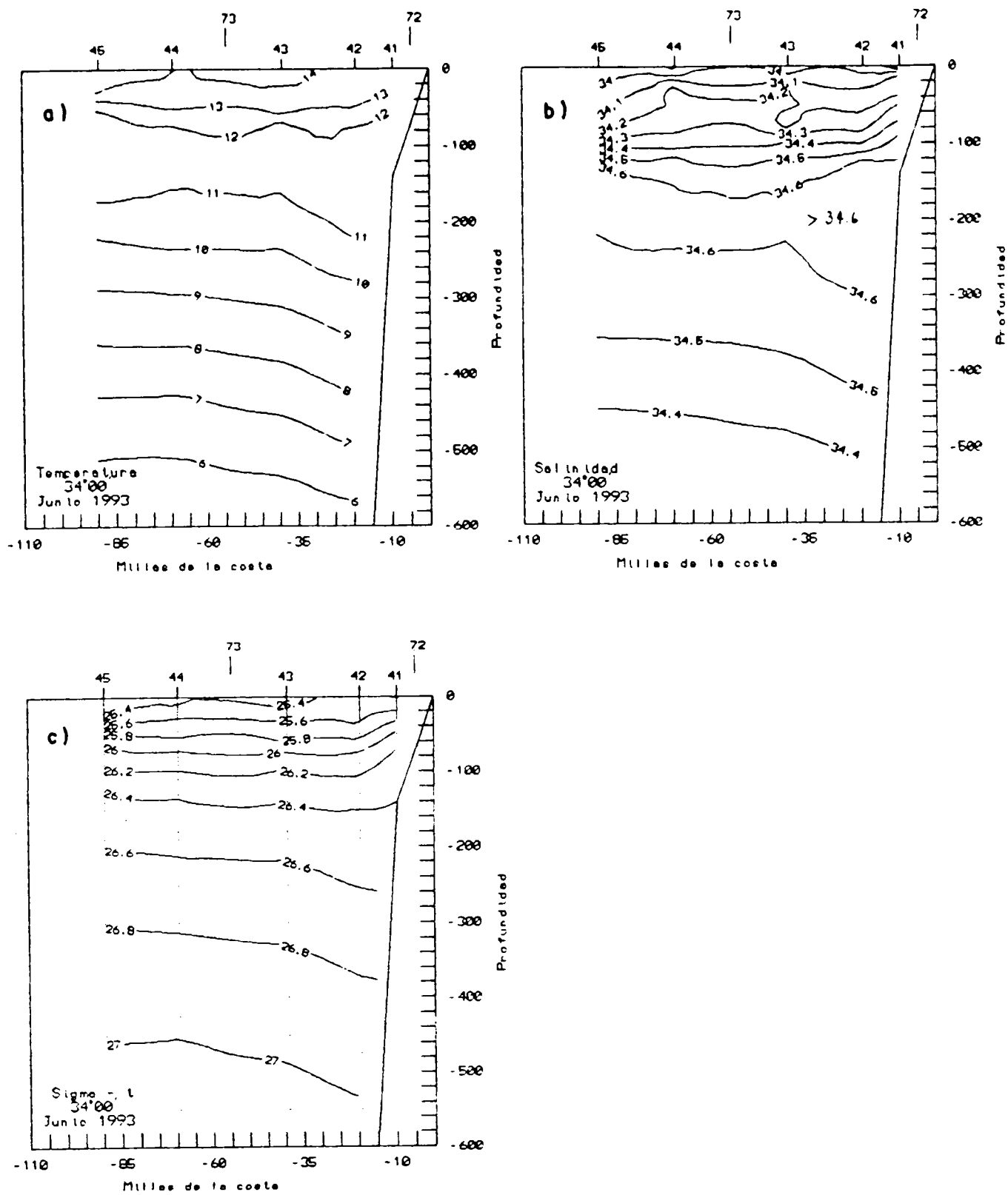


Fig. 8. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 5. Crucero Jurel. Junio 1993.

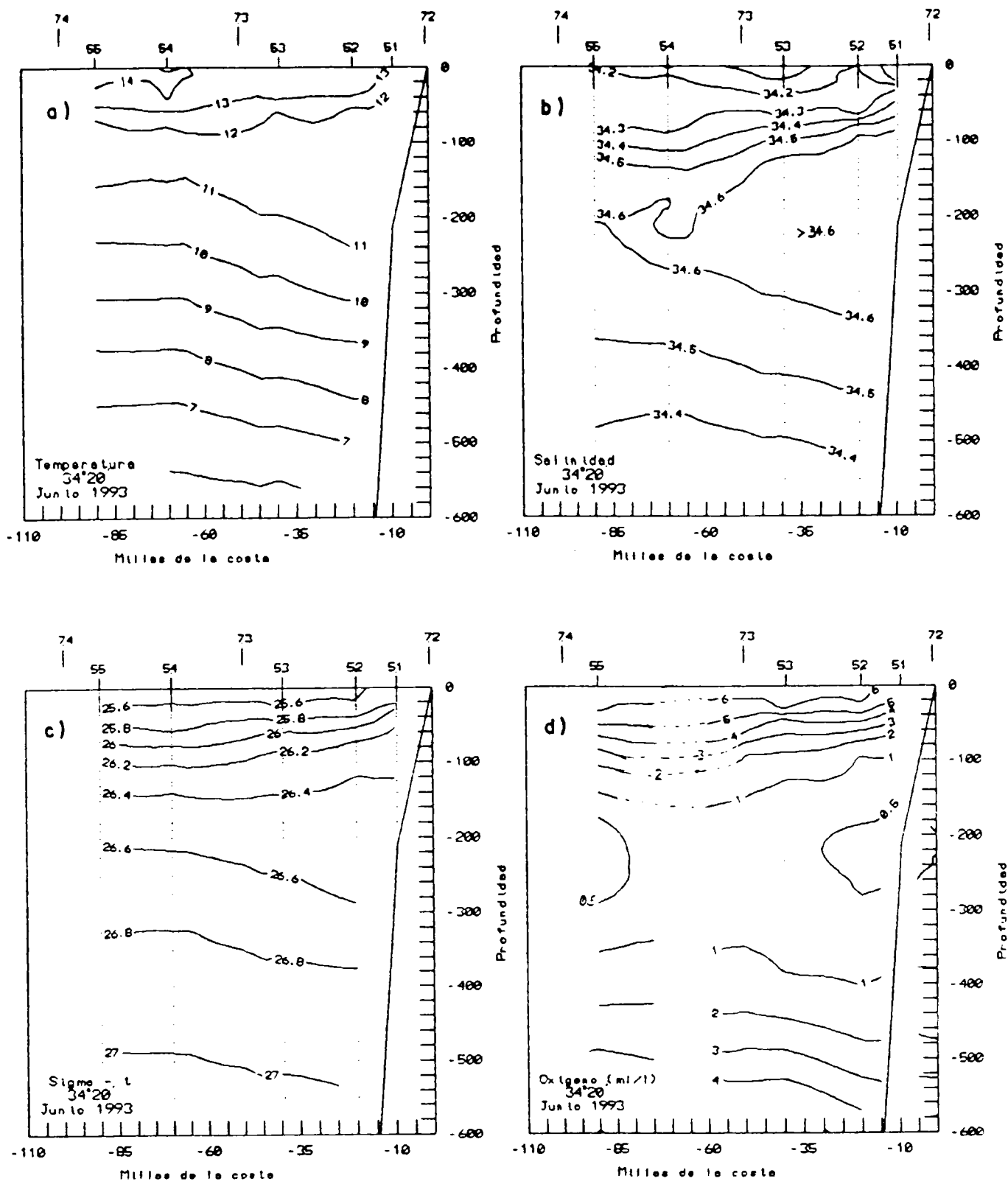


Fig. 9. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m³) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 6. Crucero Jurel. Junio 1993.

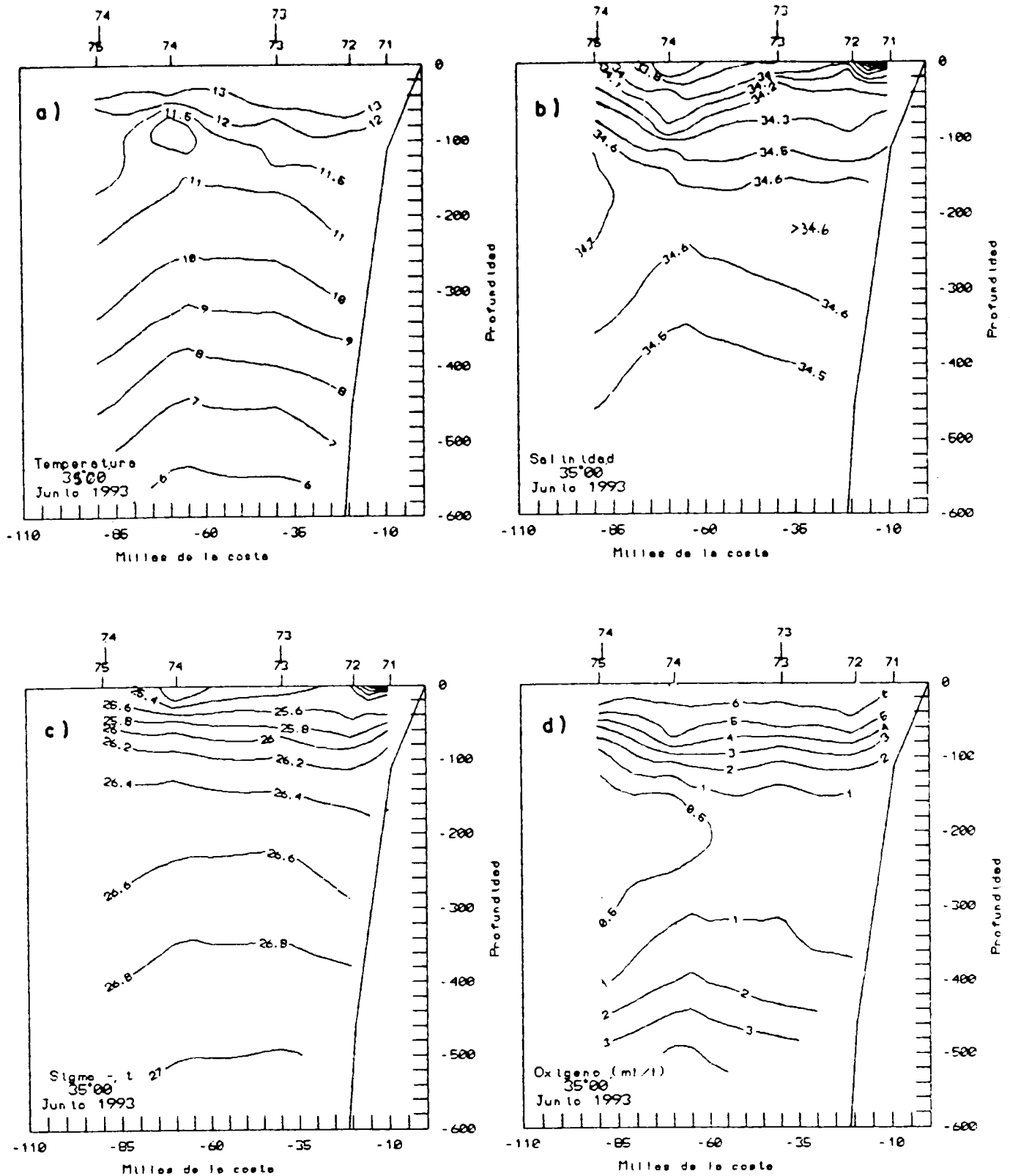


Fig. 11. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m³) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 8. Crucero Jurel. Junio 1993.

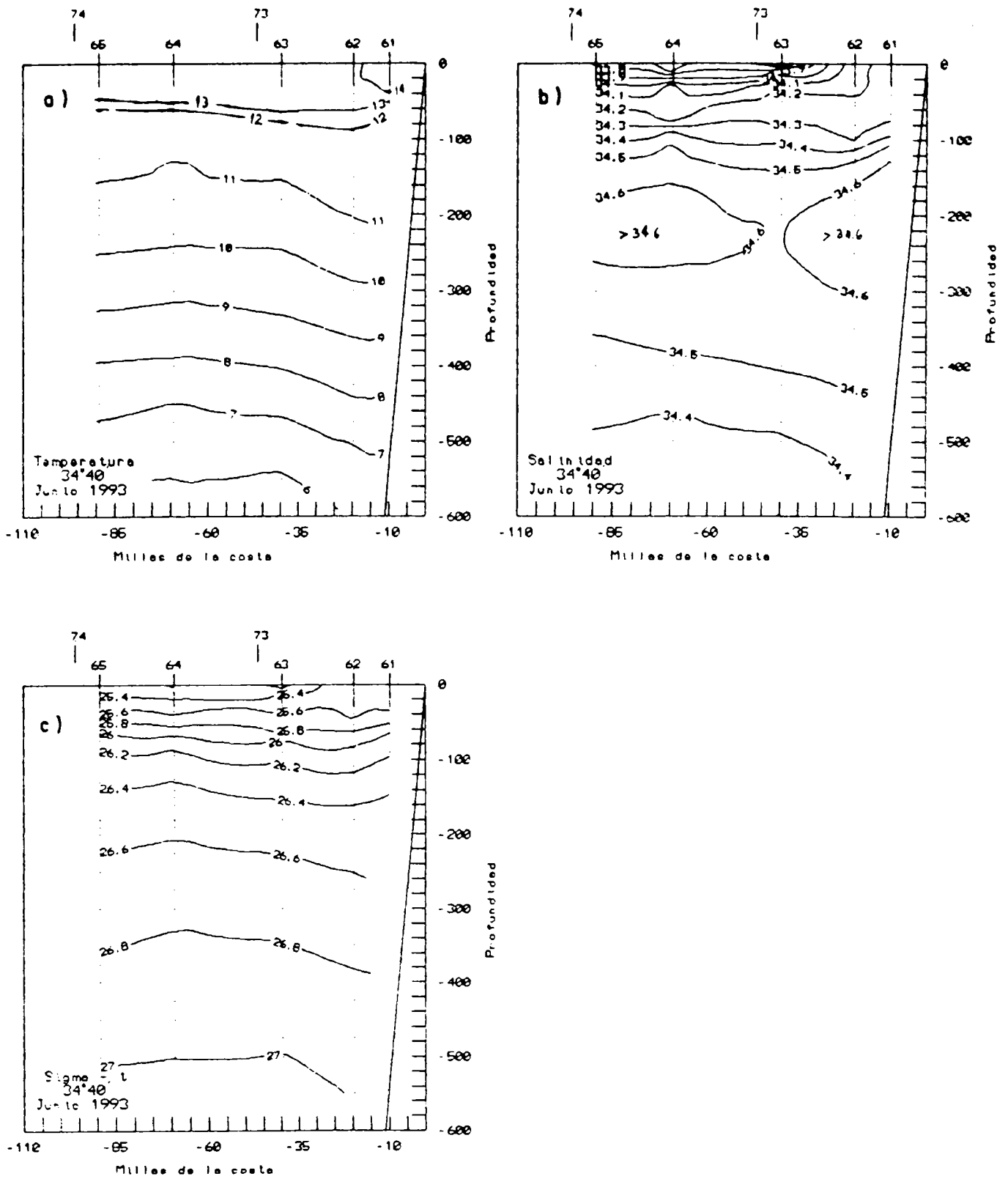


Fig. 10. Distribución vertical de a) temperatura (°C), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m³). Transecta 7. Crucero Jurel. Junio 1993.

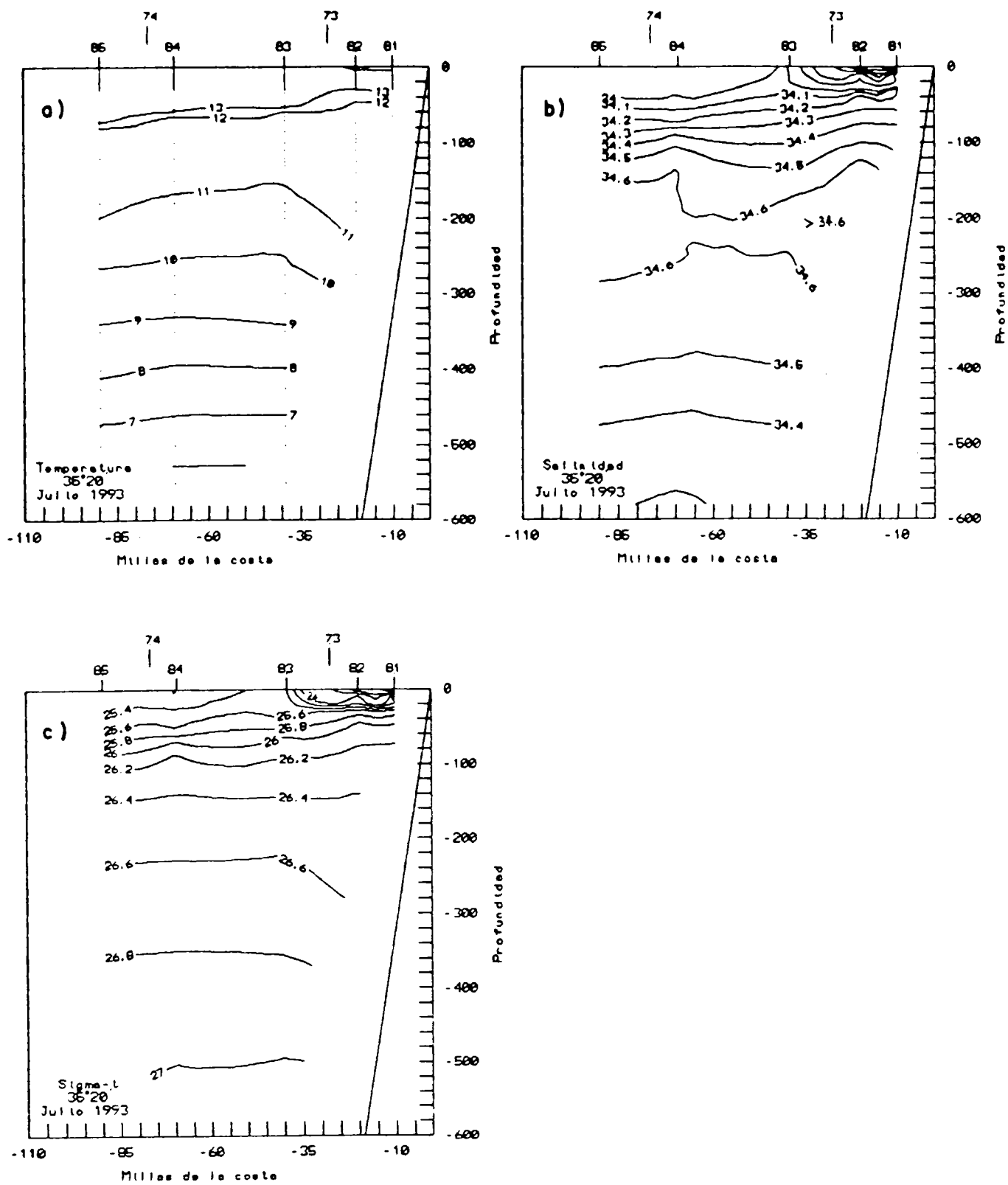


Fig. 12. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 9. Crucero Jurel. julio 1993.

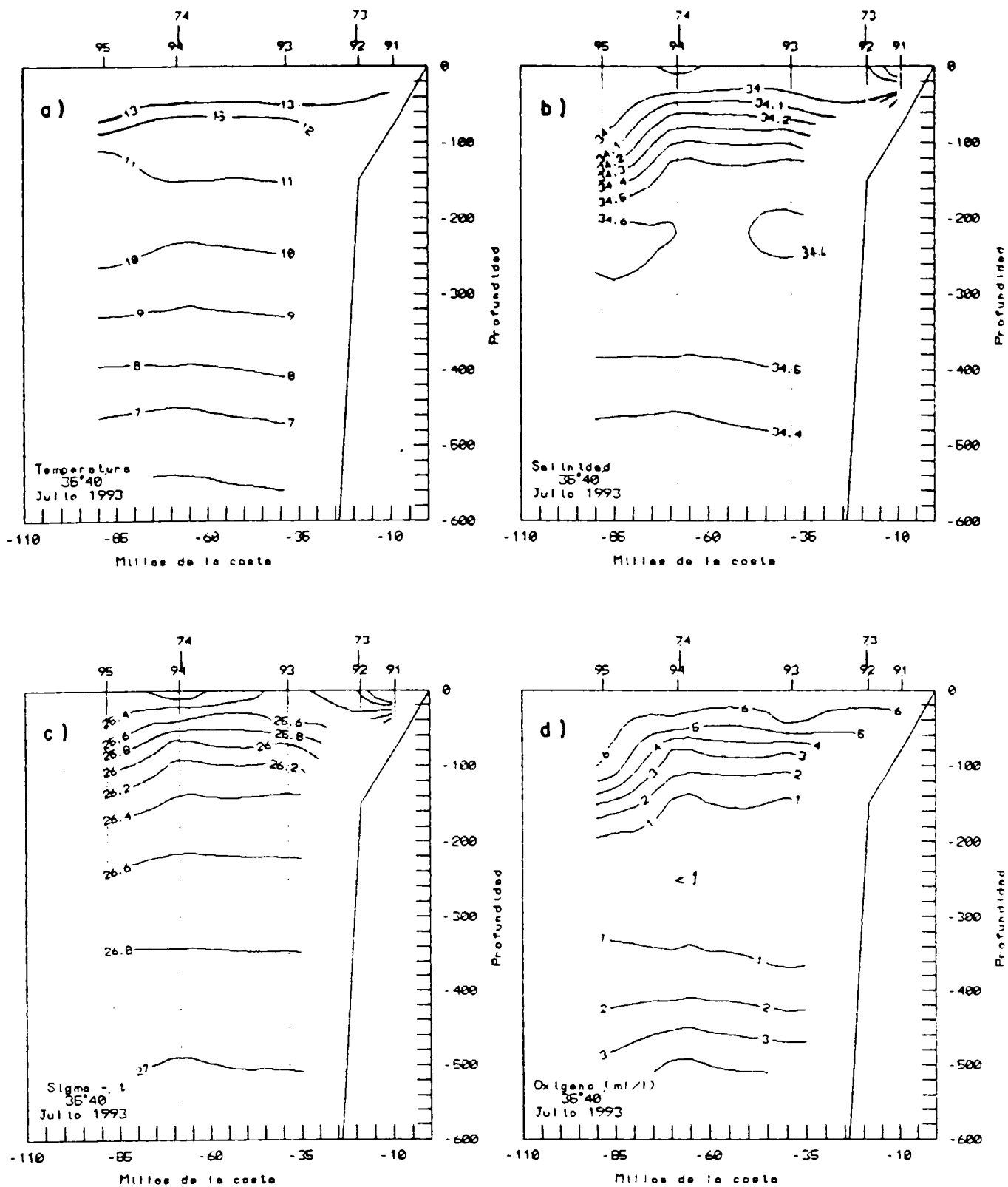


Fig. 13. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 10. Crucero Jurel. julio 1993.

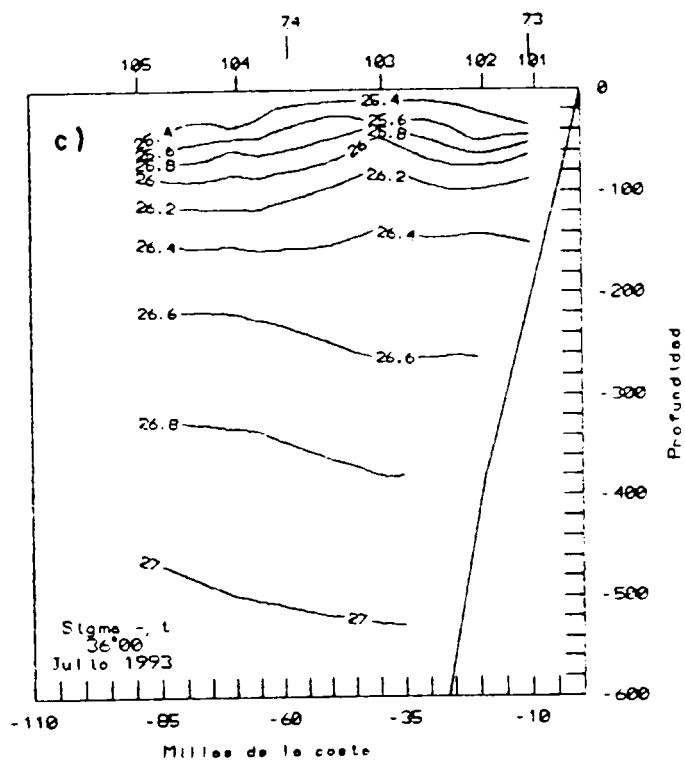
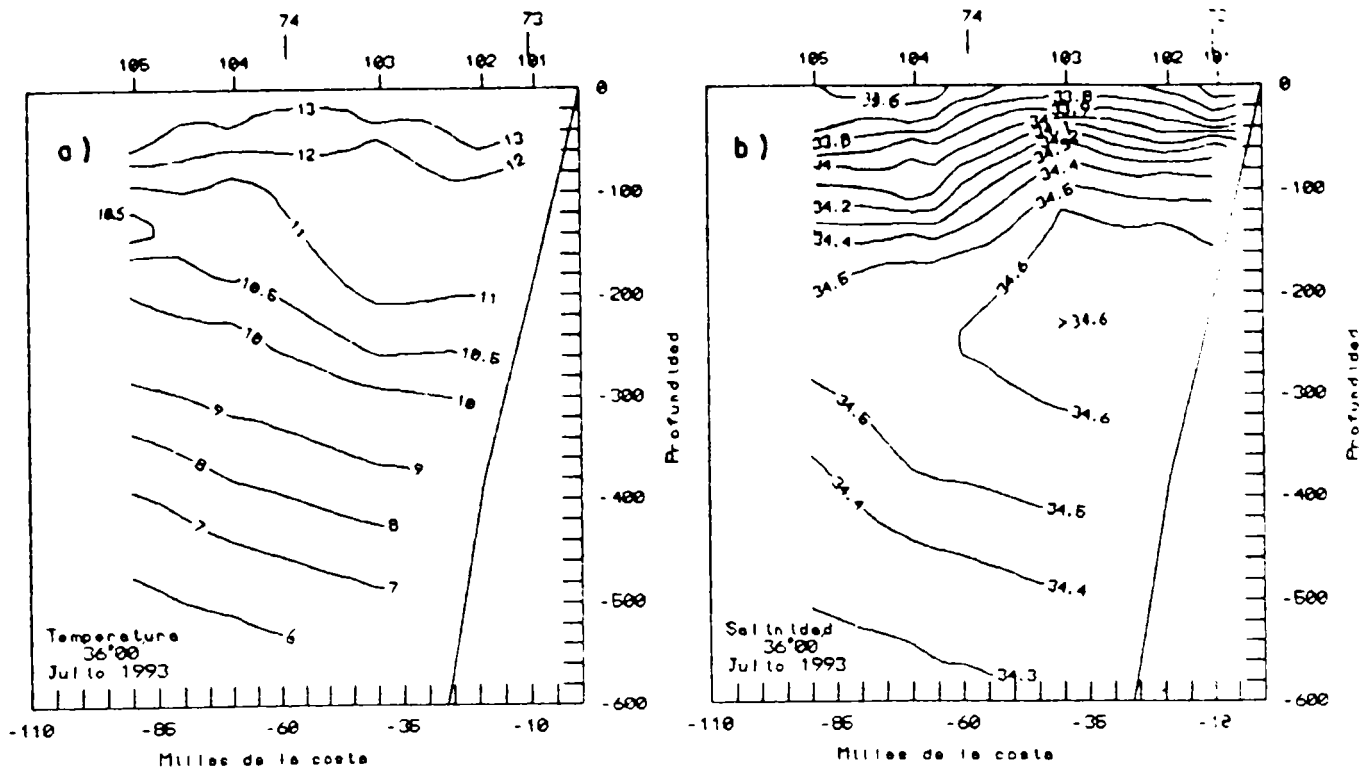


Fig. 14. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 11. Crucero Jurel. julio 1993.

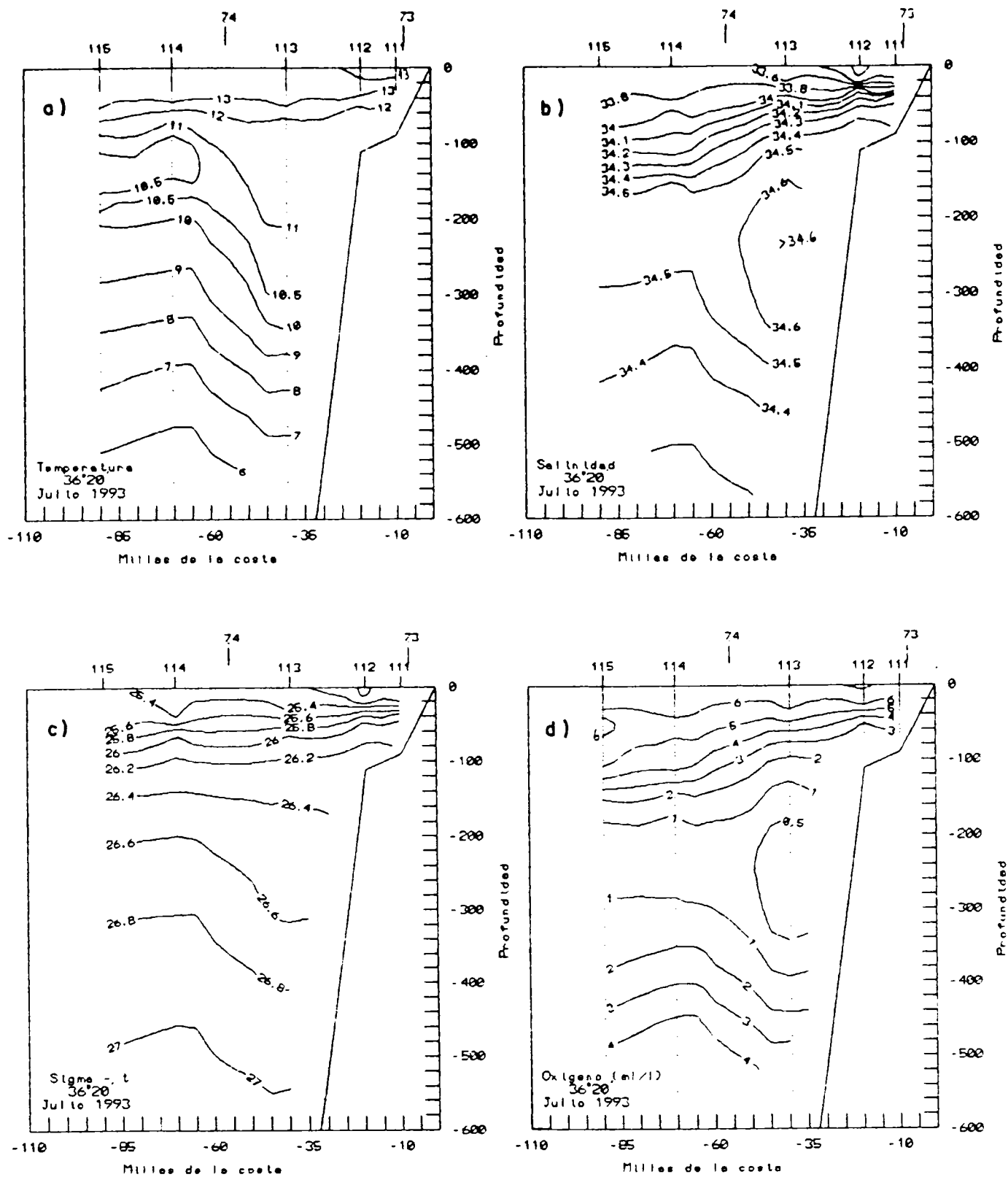


Fig. 15. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 12. Crucero Jurel. julio 1993.

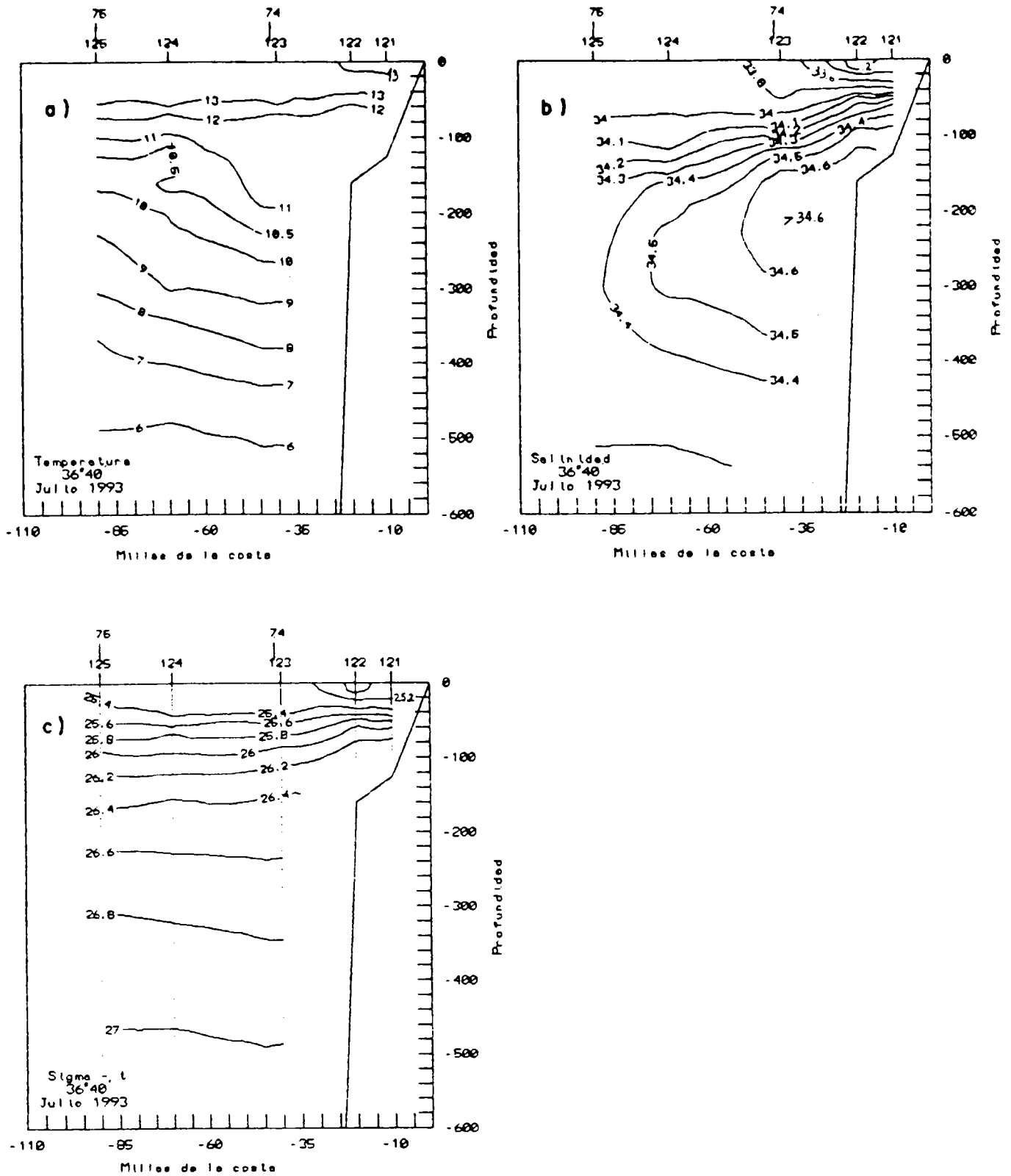


Fig. 16. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad y c) Sigma-t (Kg/m^3). Transecta 13. Crucero Jurel. julio 1993.

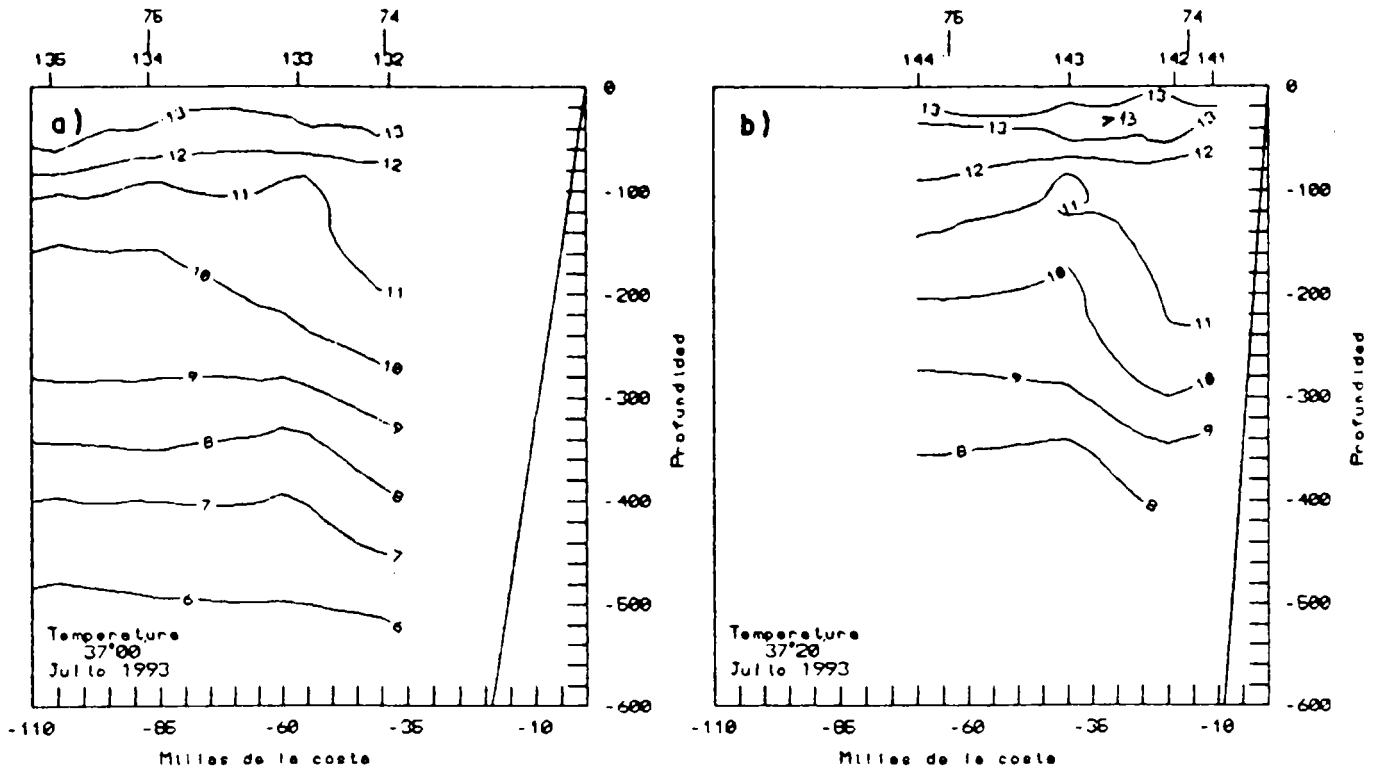


Fig. 17. Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) a) en la transecta 14 y b) en la transecta 15. Crucero Jurel. julio 1993.

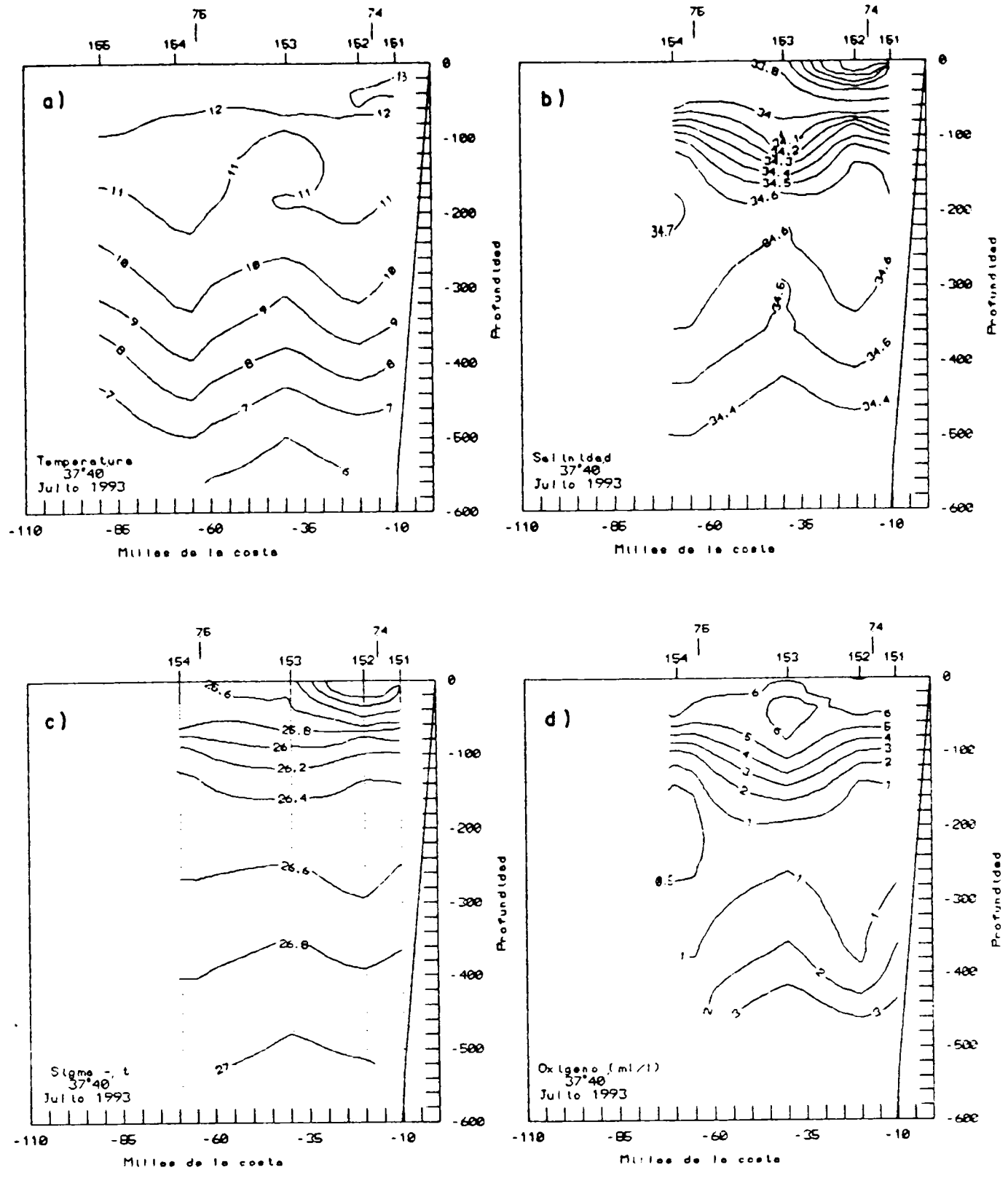


Fig. 18. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) Concentración de Oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 16. Crucero Jurel. julio 1993.

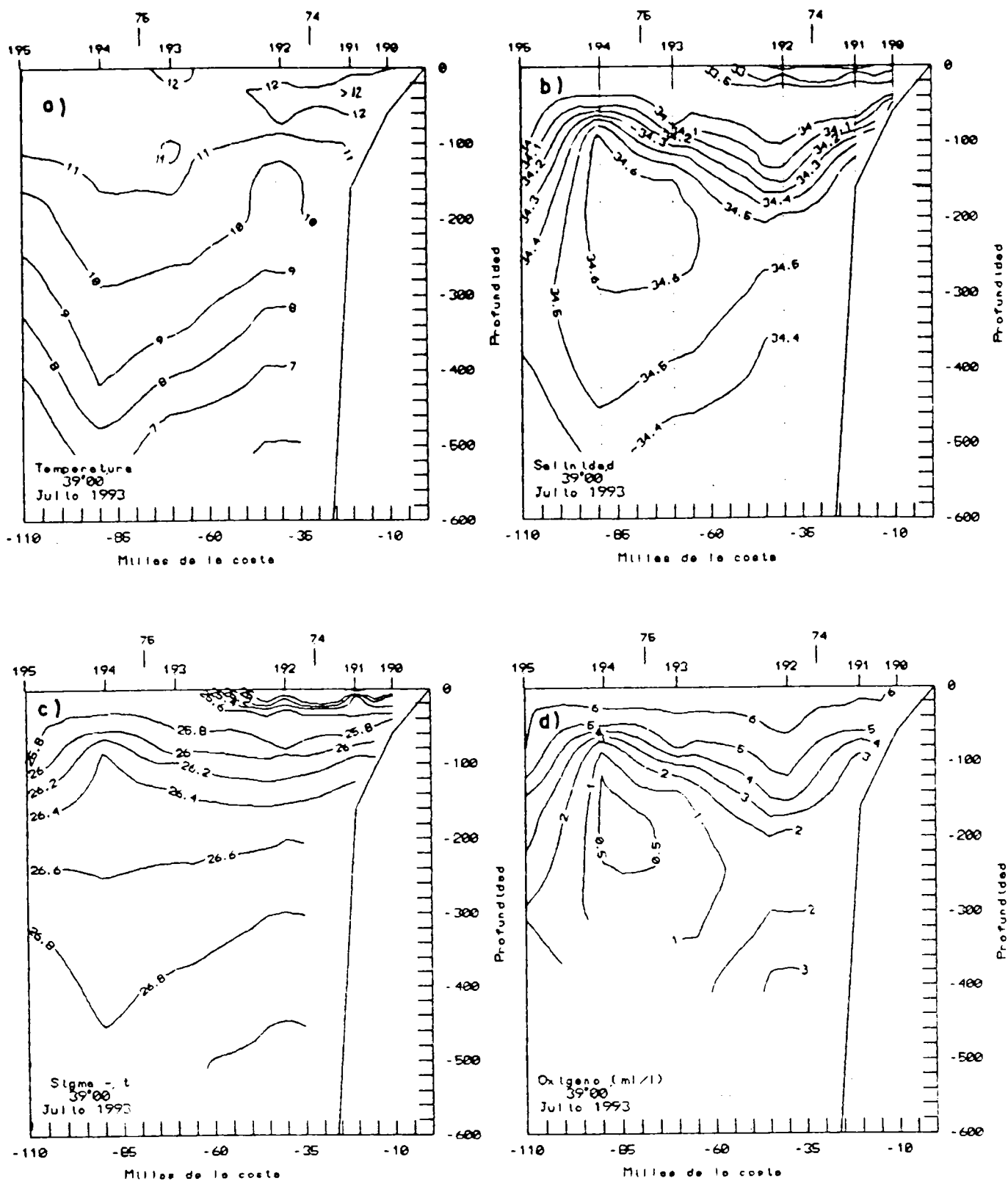


Fig. 19. Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta 20. Crucero Jurel. julio 1993.

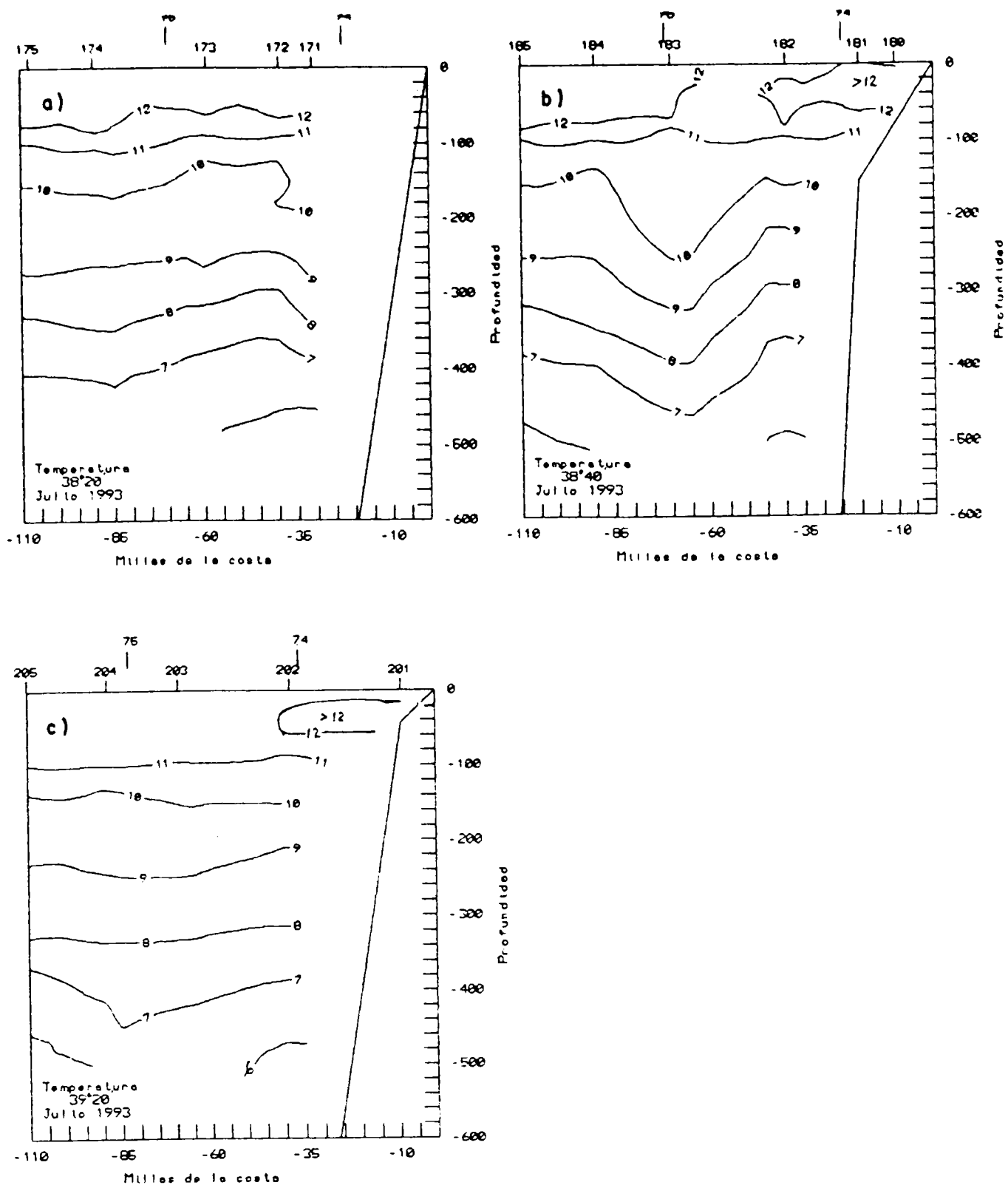


Fig. 20. Distribución vertical de temperatura (°C) en a) transecta 18, b) transecta 19 y c) en transecta 21. Crucero Jurel. julio 1993.

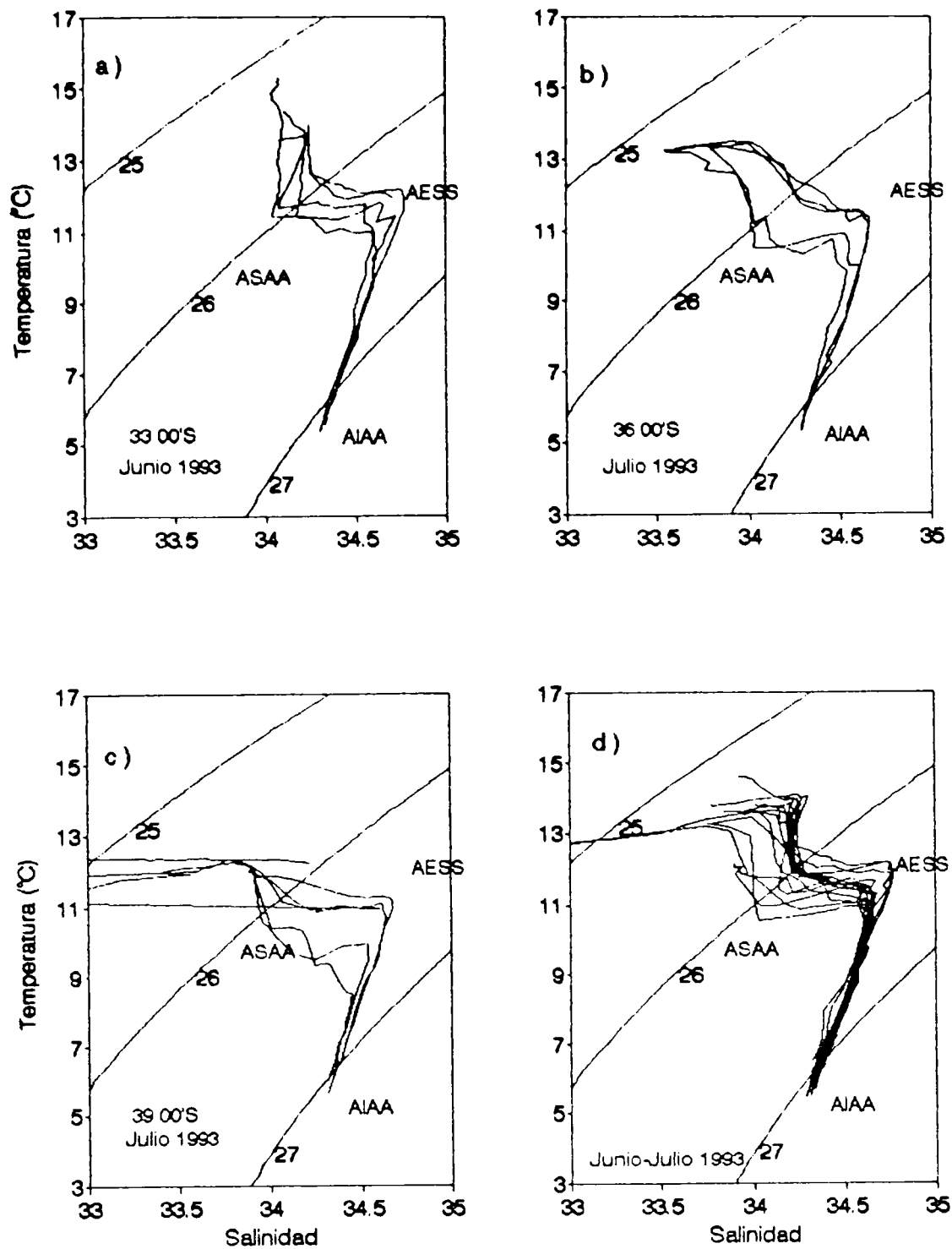


Fig. 21. Diagramas t-s para las estaciones de la transecta a) 2, b) 11, c) 20 y d) paralela a la costa. Crucero Jurel. junio-julio 1993.

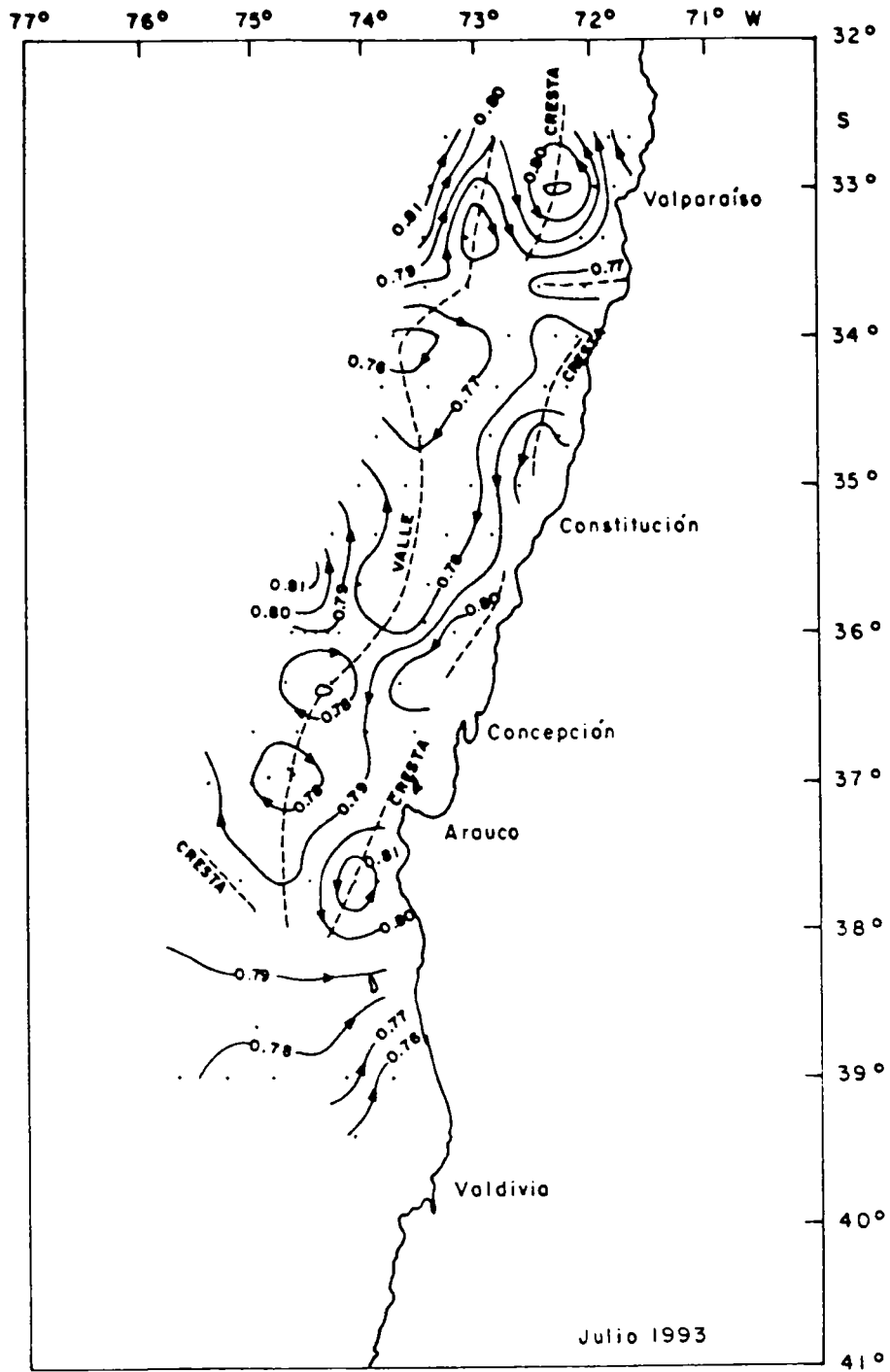


Fig. 22. Anomalia geopotencial de superficie, referida a 500 dbar. Crucero Jurel. junio-julio 1993.

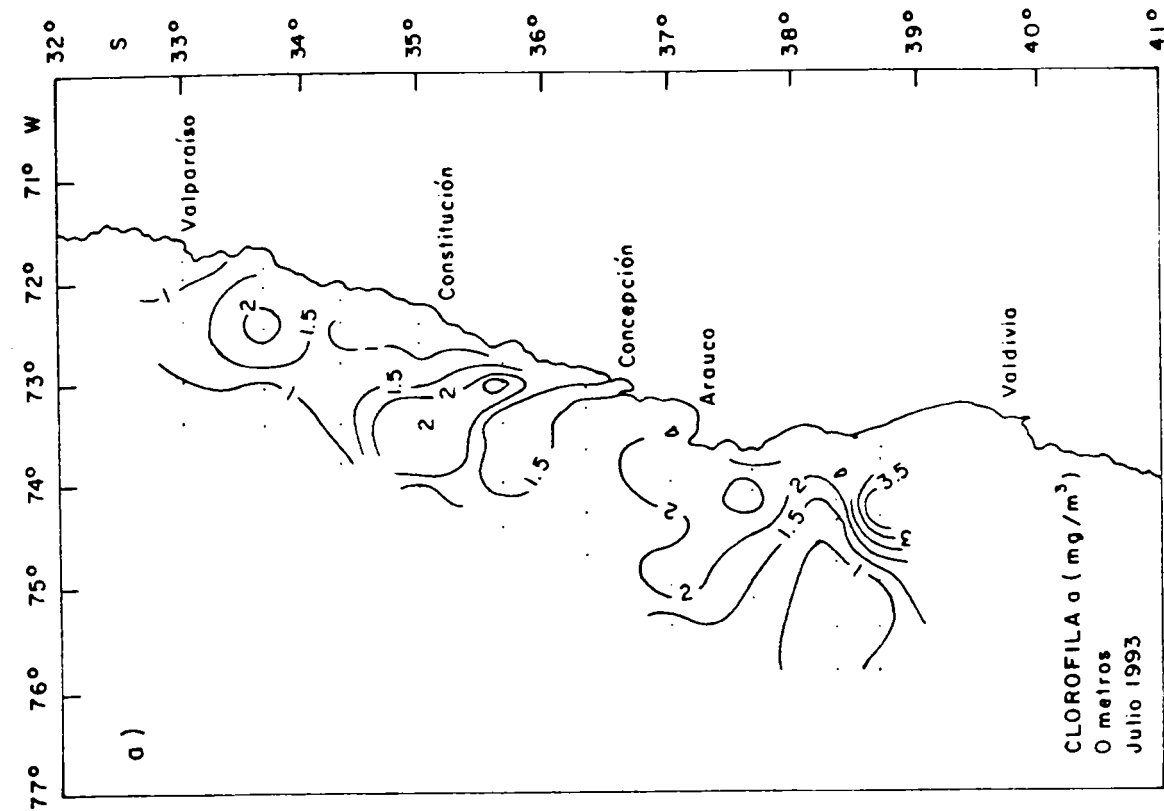
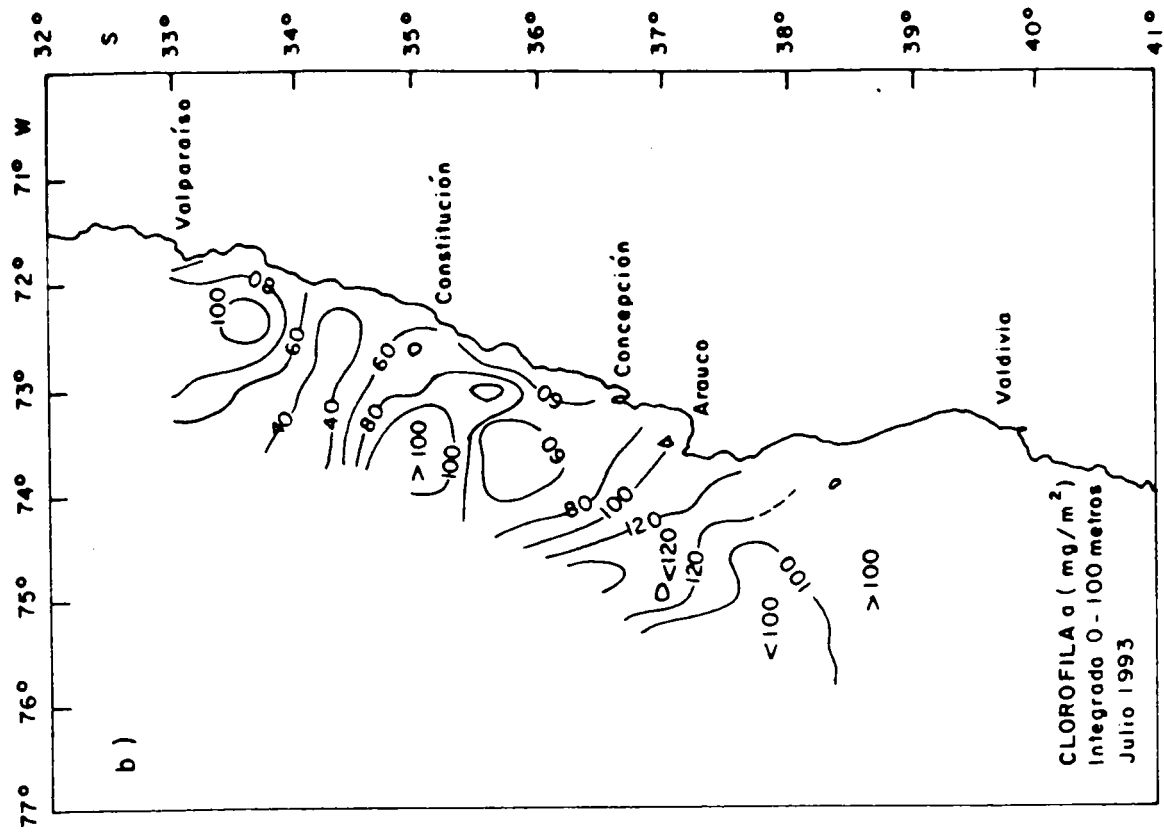


Fig. 23. Distribución a) superficial y b) integrada entre 0 y 100 m, de clorofila a (mg/m³). Crucero Jurel junio-julio 1993.

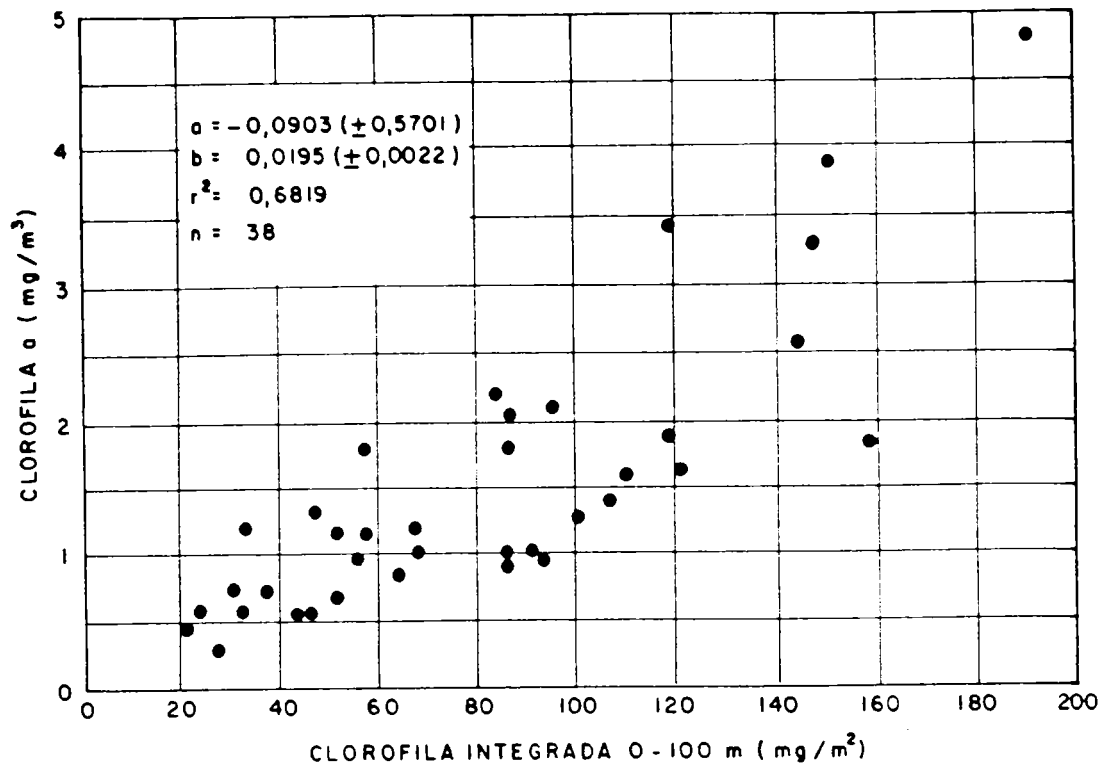


Fig. 24. Gráfico de la relación entre la clorofila a superficial (mg/m³) y la clorofila a integrada (mg/m²). Crucero Jurel junio-julio 1993.

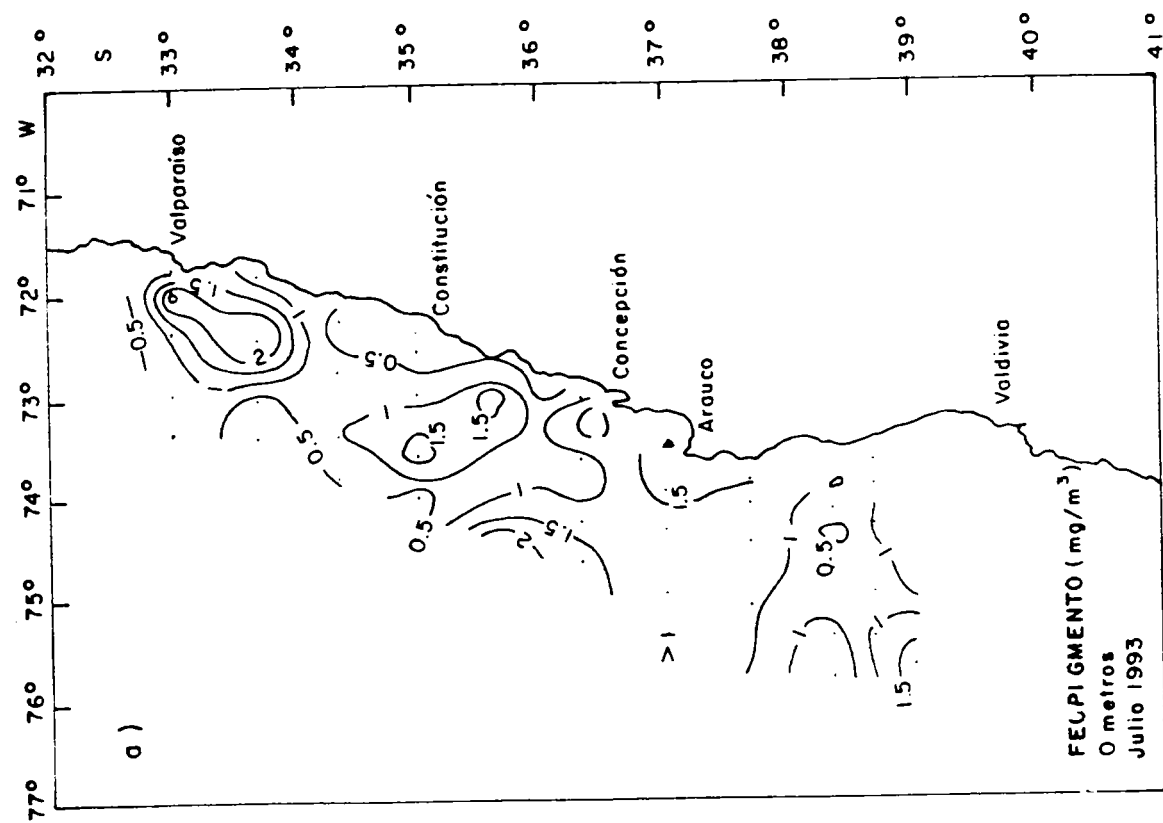
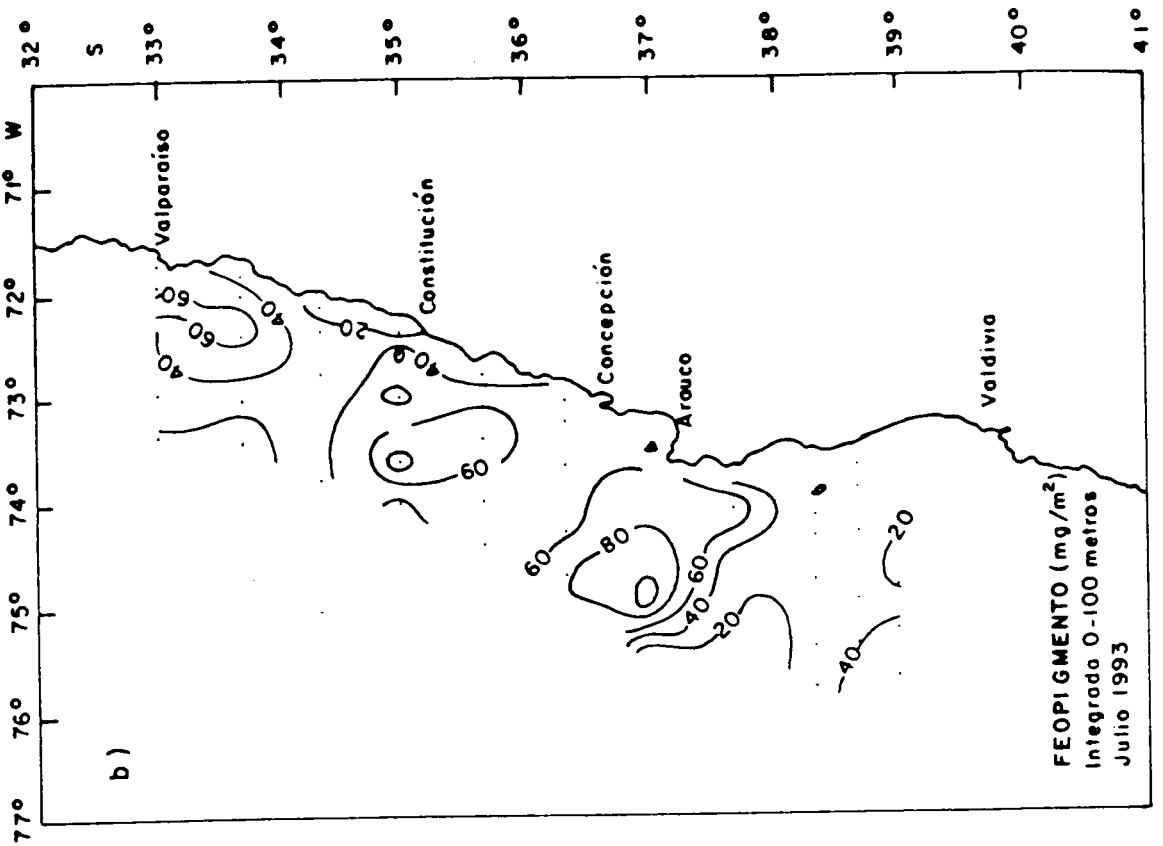


Fig. 25. Distribución a) superficial y b) integrada entre 0 y 100 m., de los feopigmentos (mg/m³). Crucero Jurel junio-julio 1993.

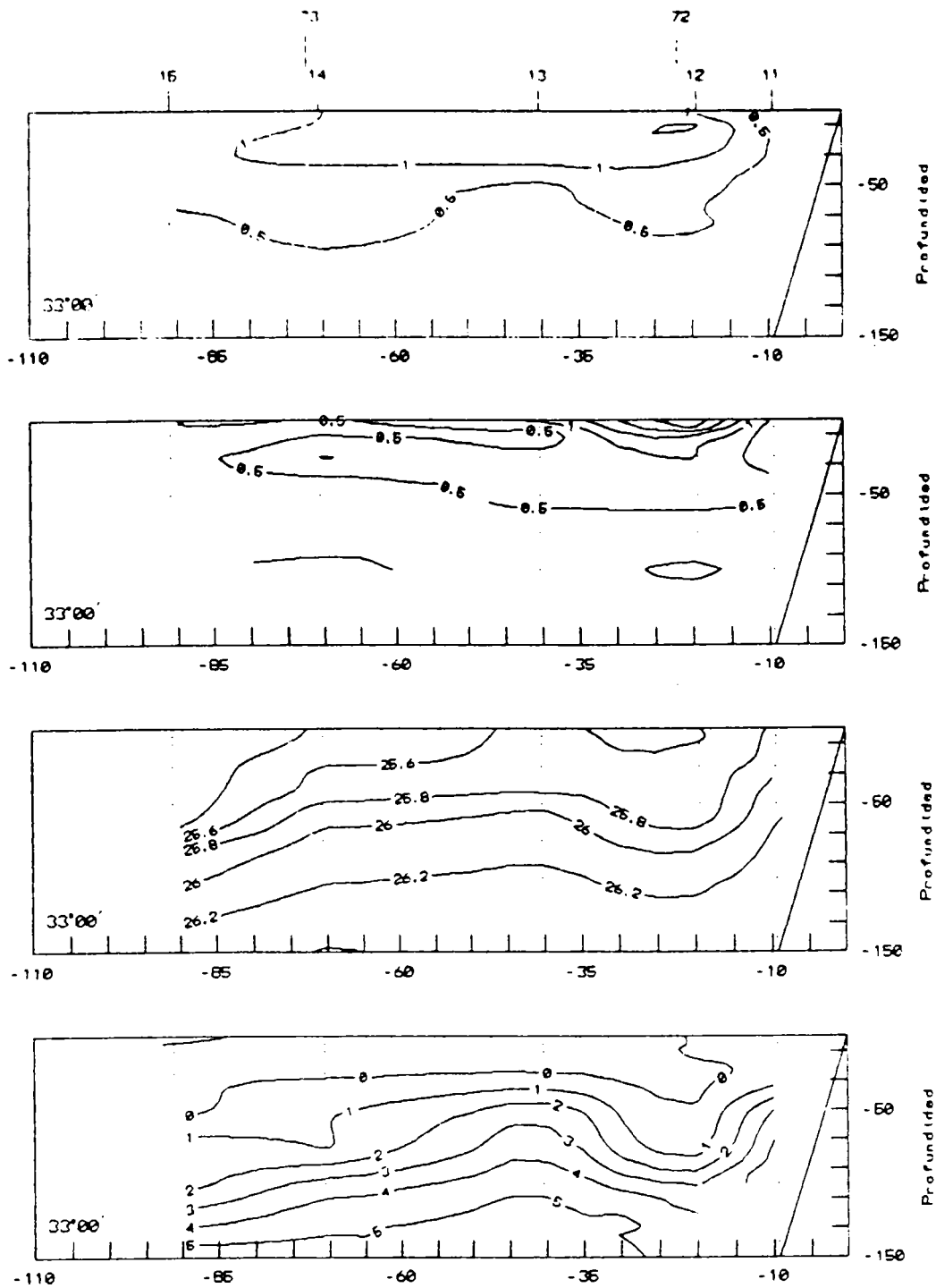


Fig. 26. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m³, densidad (como sigma-t) en Kg/m³ y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l. Transecta 2. Crucero Jurel junio-julio de 1993.

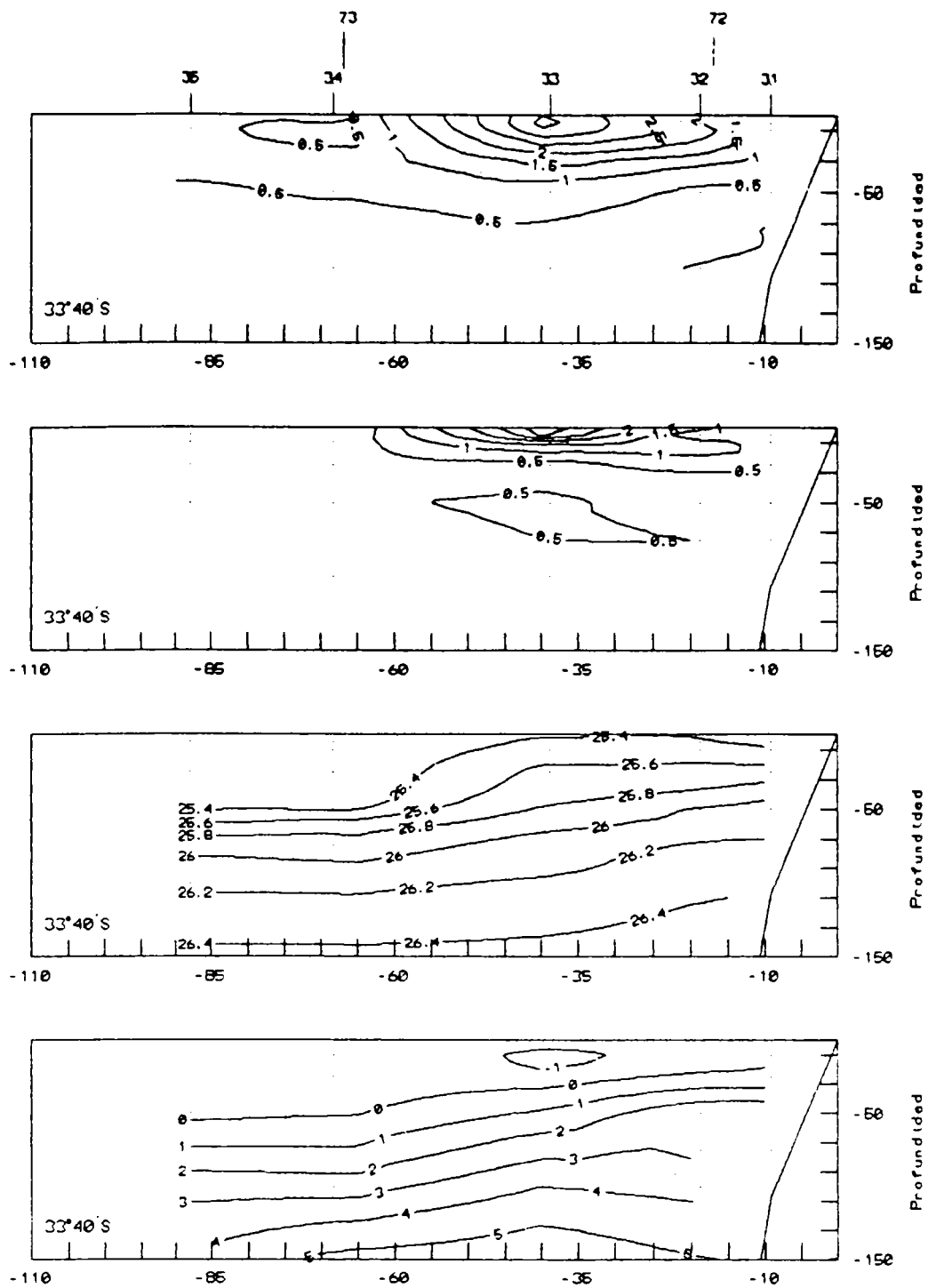
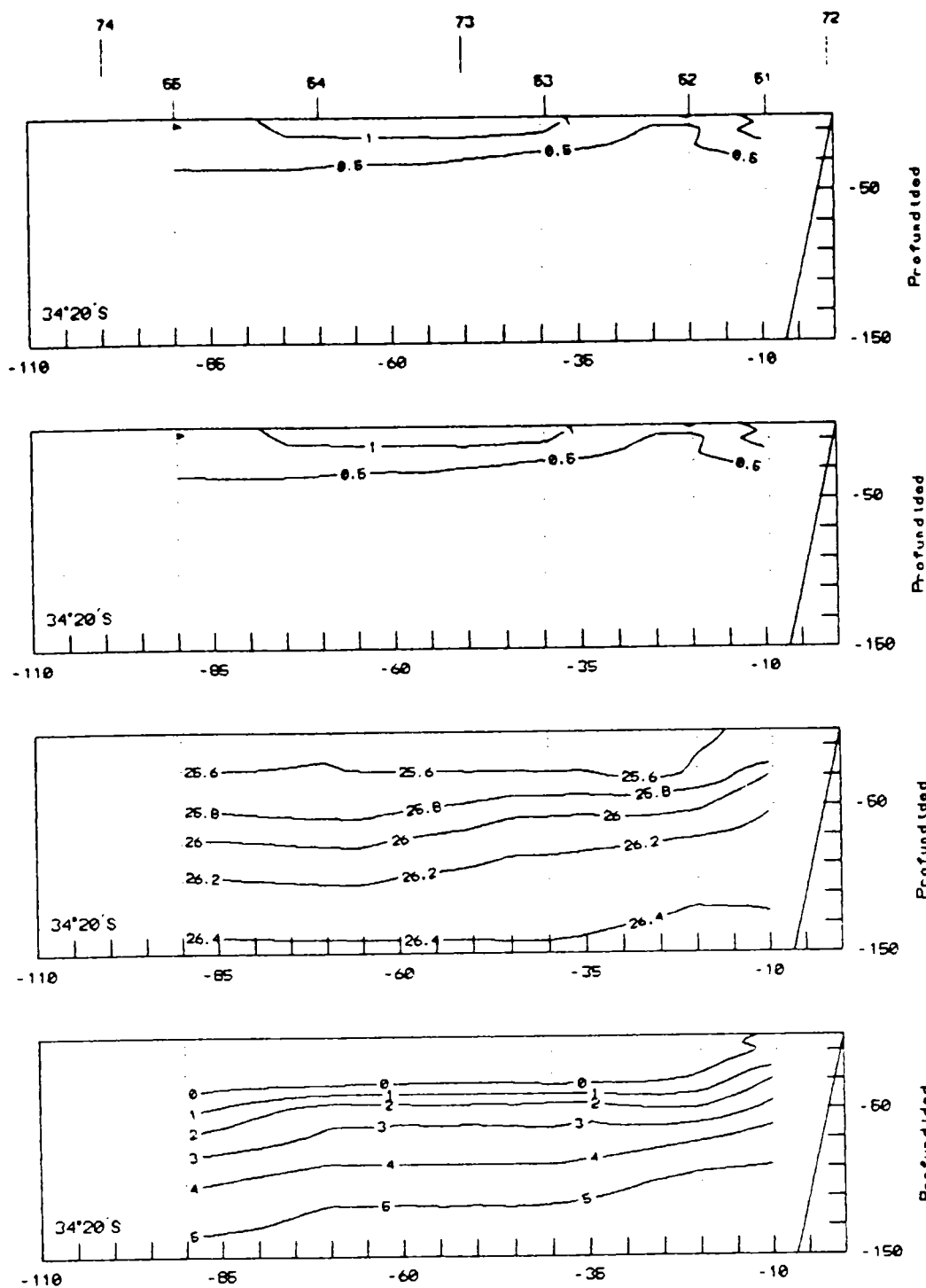


Fig. 27. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como $\sigma\text{-t}$) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 4. Crucero Jurel junio-julio de 1993.



g. 28. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como sigma-t) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 6. Crucero Jurel junio-julio de 1993.

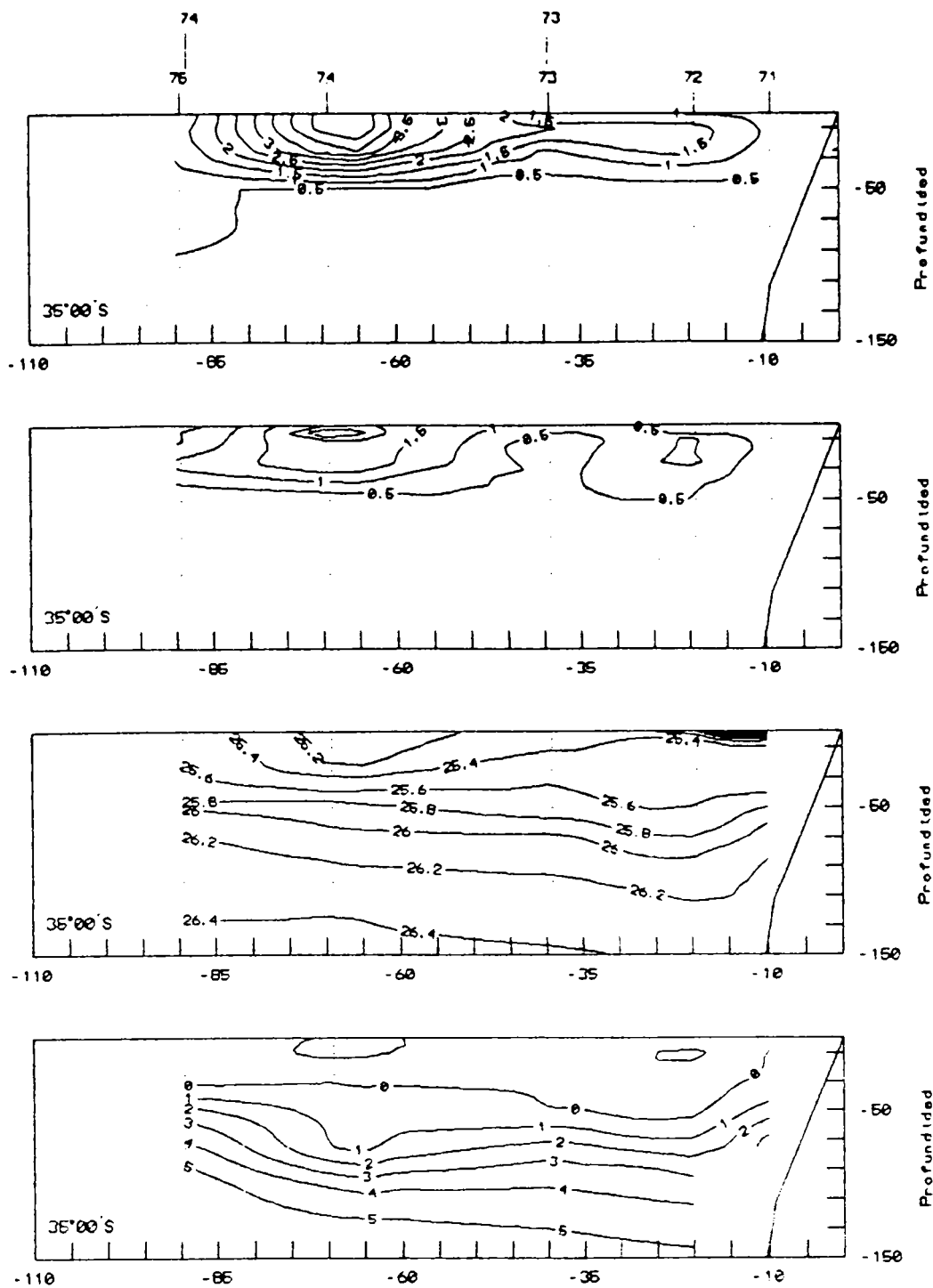
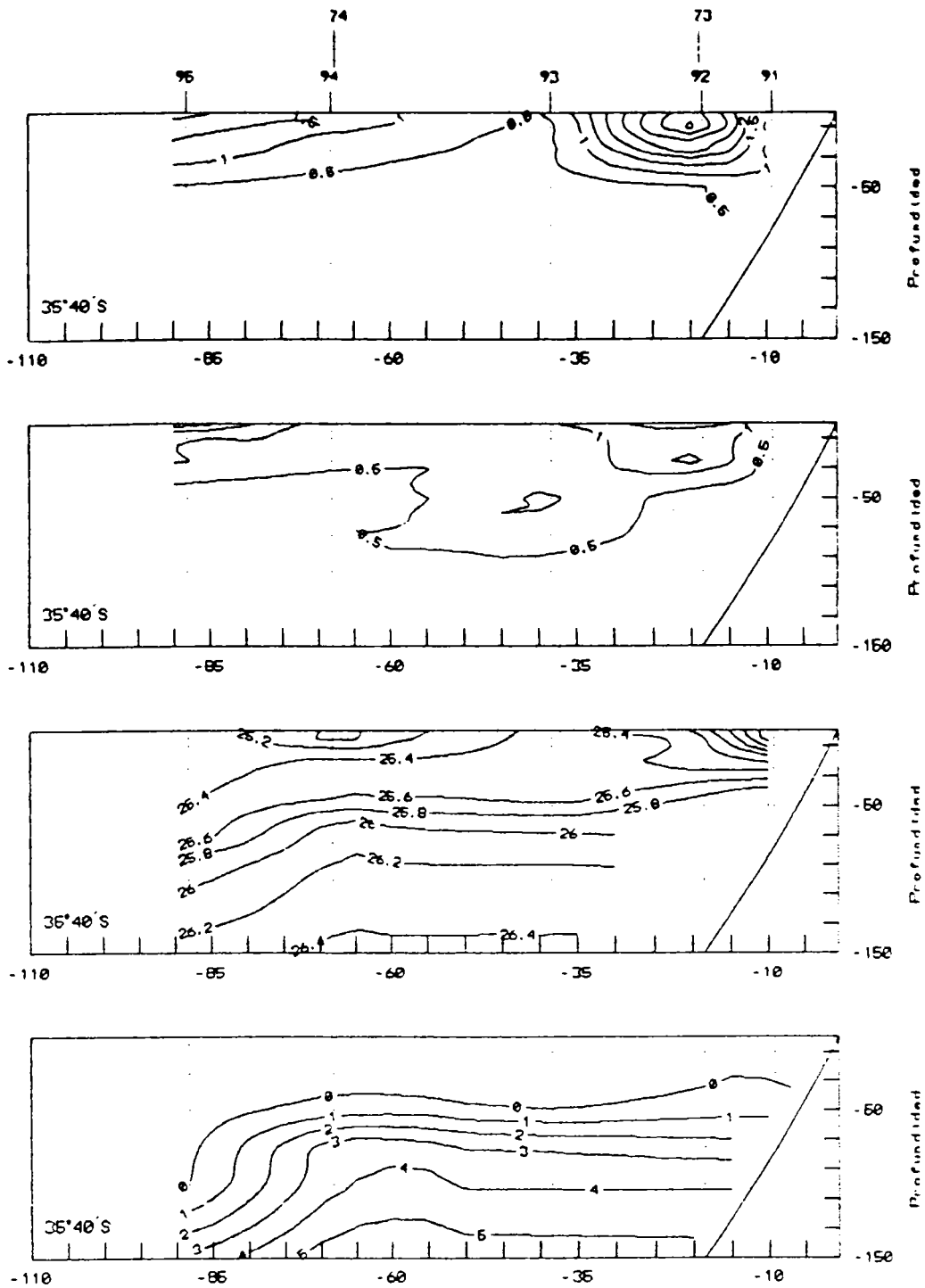


Fig. 29. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m^3 , densidad (como σ_t) en Kg/m^3 y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l . Transecta 8. Crucero Jurel junio-julio de 1993.



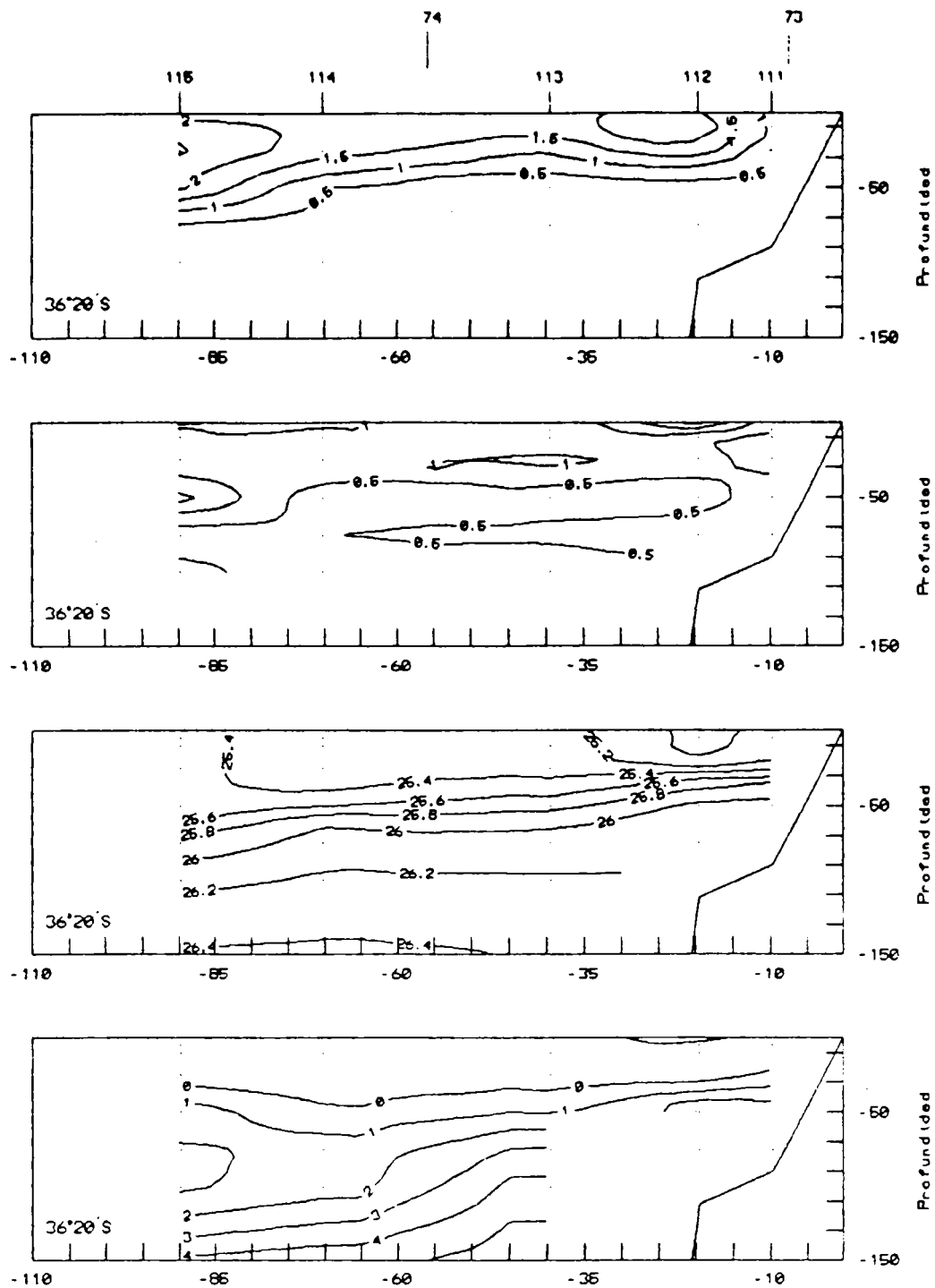


Fig. 31. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m³, densidad (como sigma-t) en Kg/m³ y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l. Transecta 12. Crucero Jurel junio-julio de 1993.

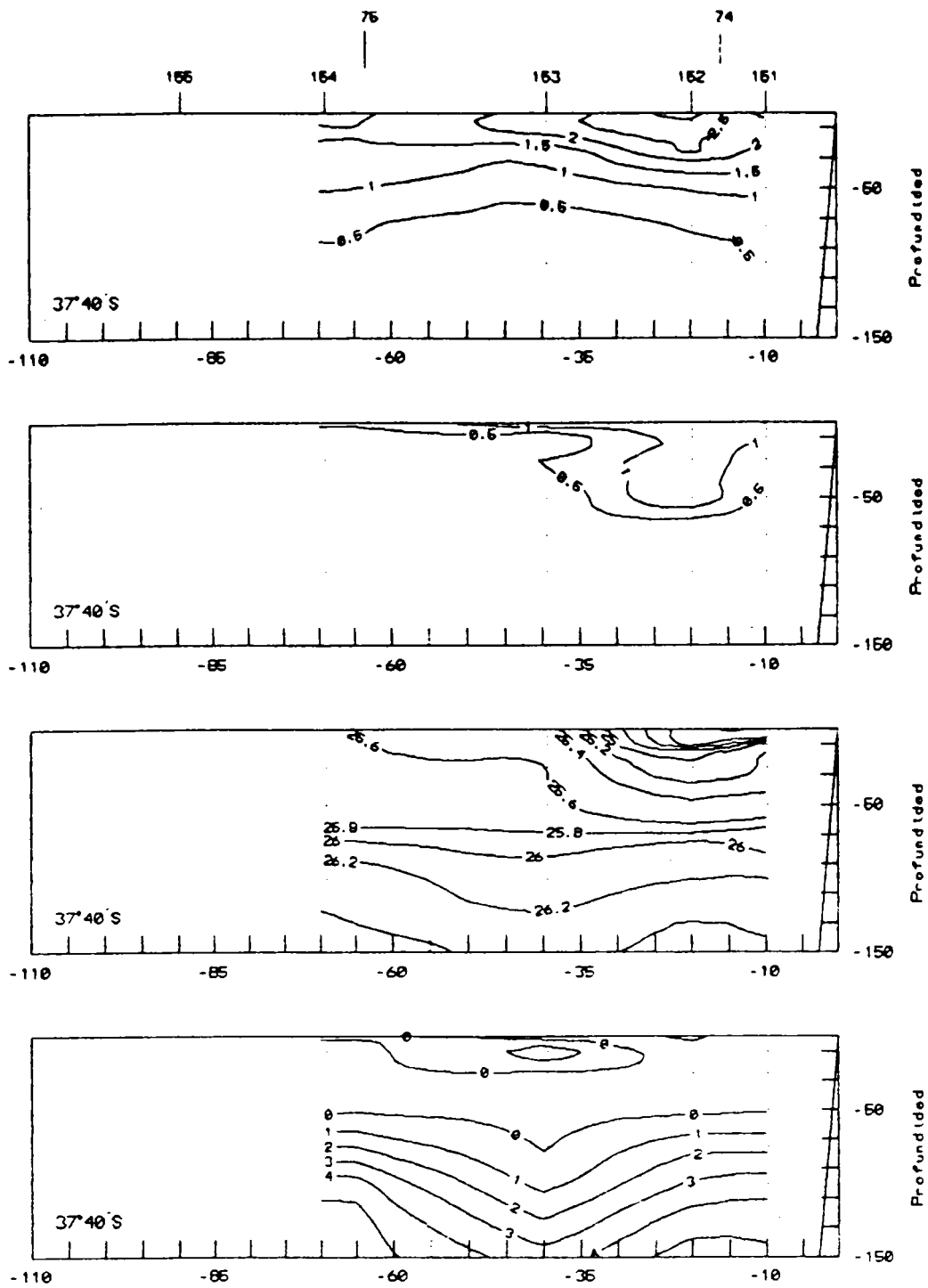


Fig. 32. Distribución vertical de la clorofila a, feopigmentos, en mg/m³, densidad (como sigma-t) en Kg/m³ y utilización o producción aparente de oxígeno (AOU/P) en ml/l. Transecta 16. Crucero Jurel junio-julio de 1993.

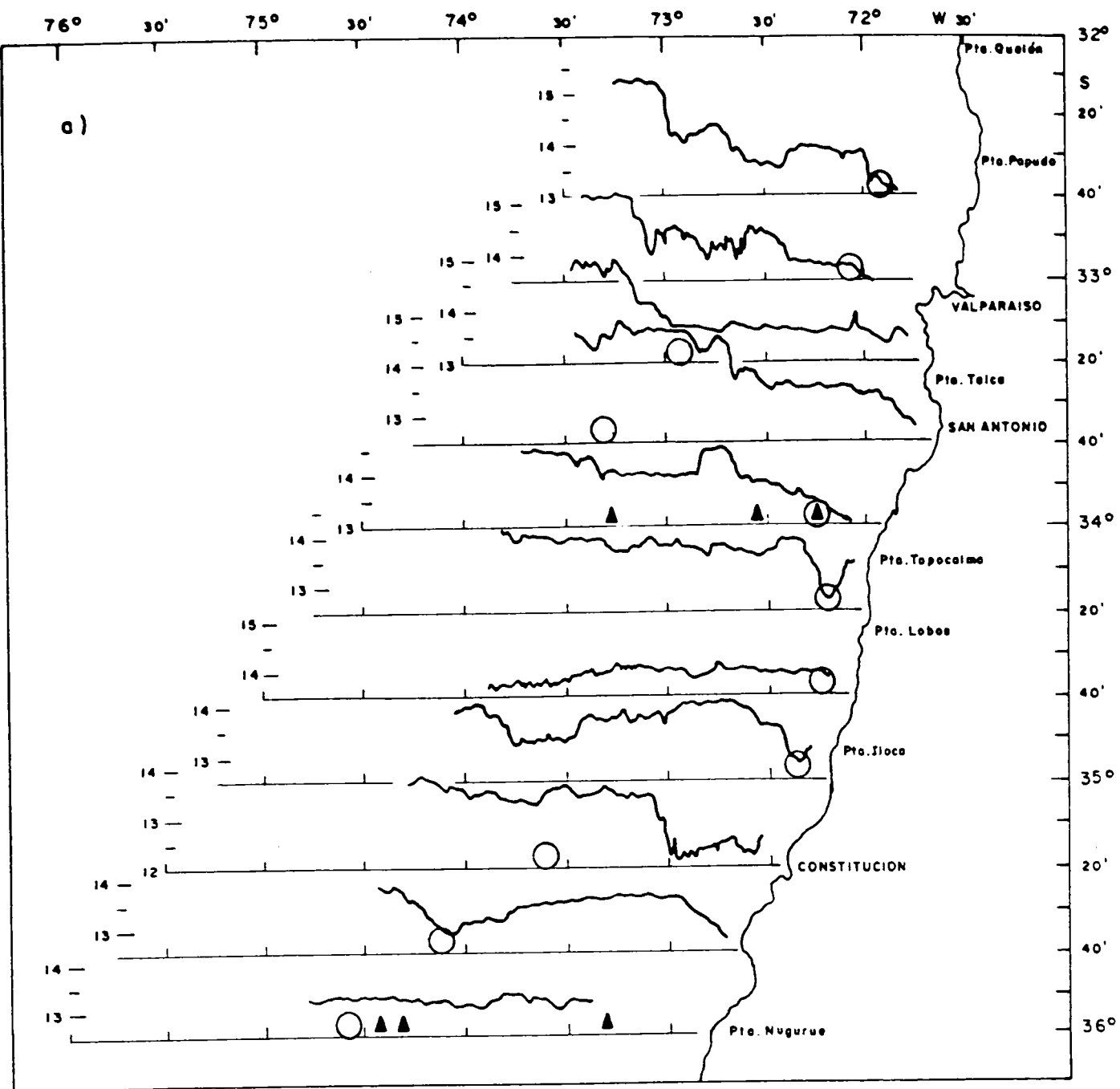


Fig. 33. a) y b) Registro continuo de temperatura superficial en las transectas 1 a 21. Los triángulos representan sectores de alta agregación de jurel y los círculos indican las mayores biomásas de zooplancton. Crucero Jurel. junio-julio 1993.

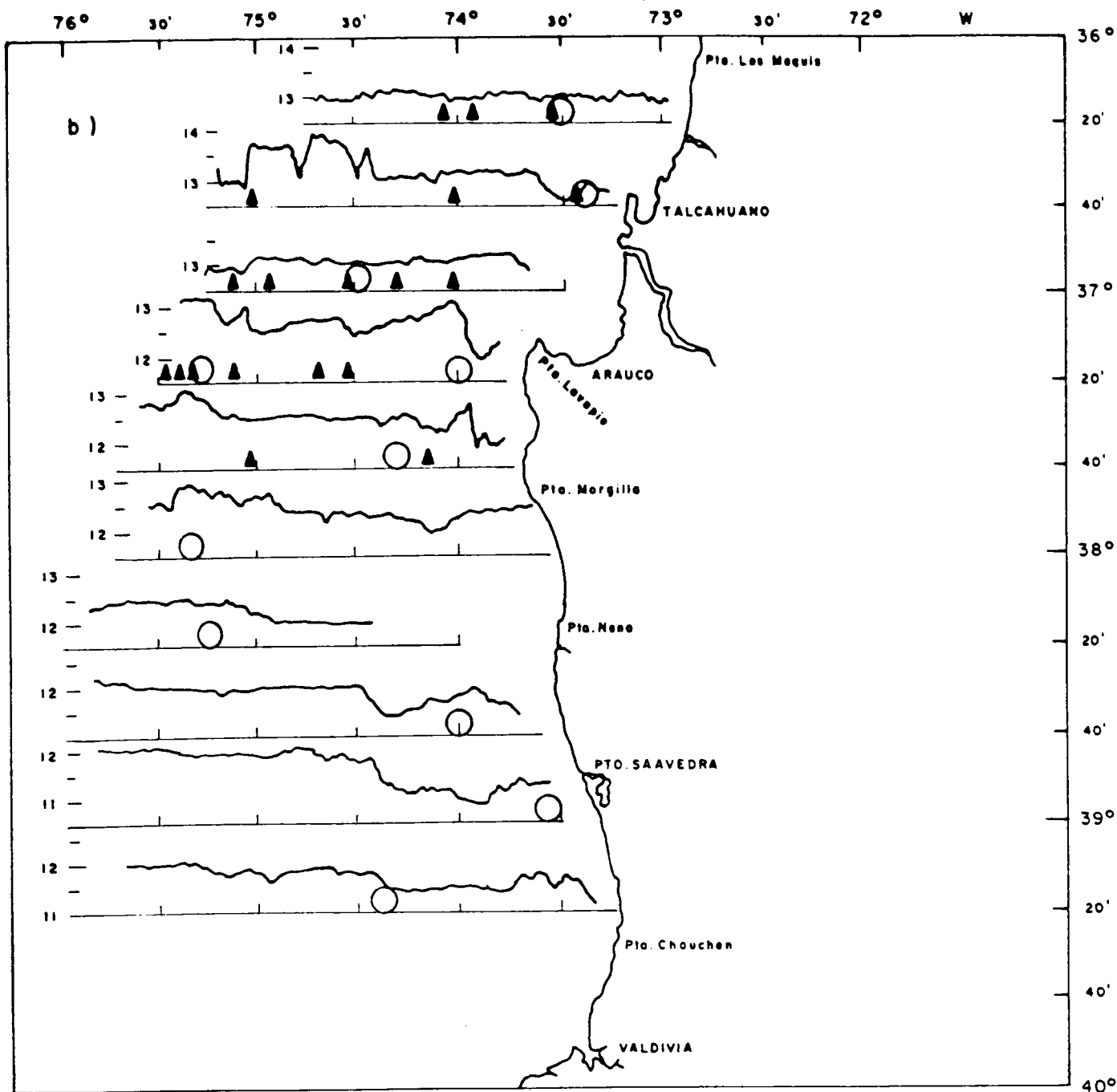


Fig. 33. a) y b) Registro continuo de temperatura superficial en las transectas 1 a 21. Los triángulos representan sectores de alta agregación de jurel y los círculos indican las mayores biomásas de zooplancton. Crucero Jurel. junio-julio 1993.

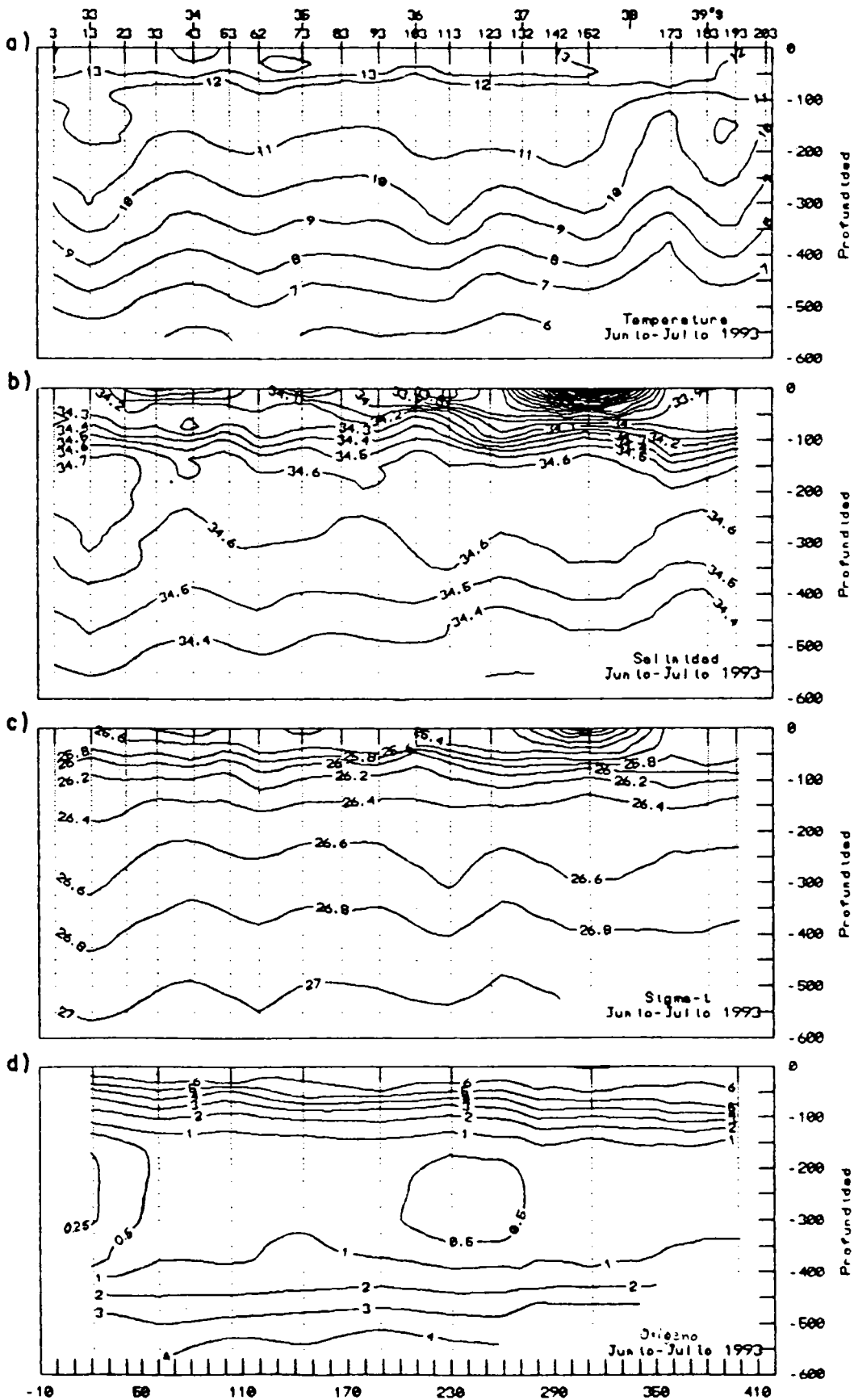


Fig. 34 Distribución vertical de a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad, c) Sigma-t (Kg/m^3) y d) concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Transecta paralela a la costa. Crucero Jurel. Junio-julio 1993.

ABUNDANCIA ZOOPLANCTONICA PROMEDIO
FIPA JUREL JUNIO-JULIO 1993

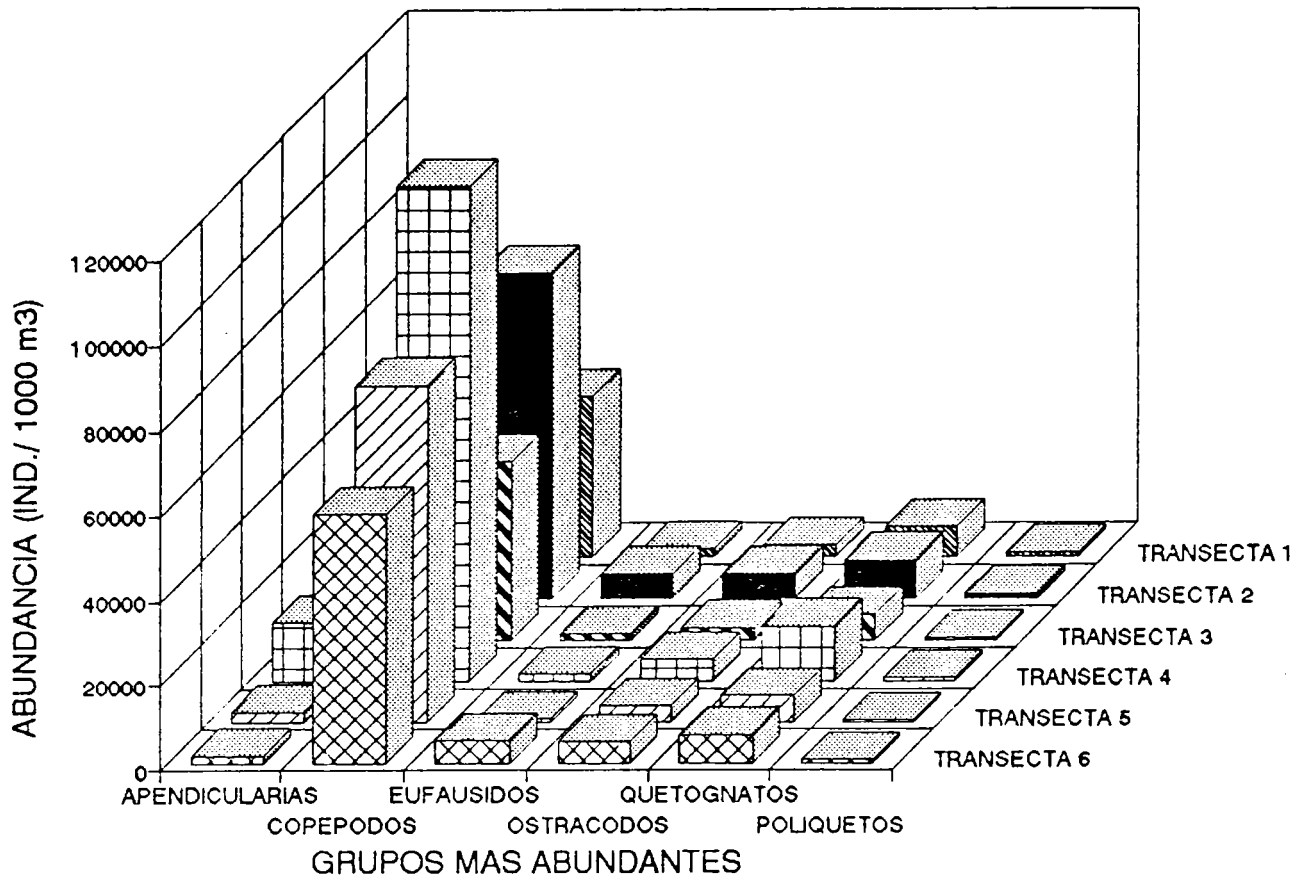


Fig. 35. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind.m⁻³). Transectas 1 a 6.

ABUNDANCIA ZOOPLANCTONICA PROMEDIO
FIPA JUREL JUNIO-JULIO 1993

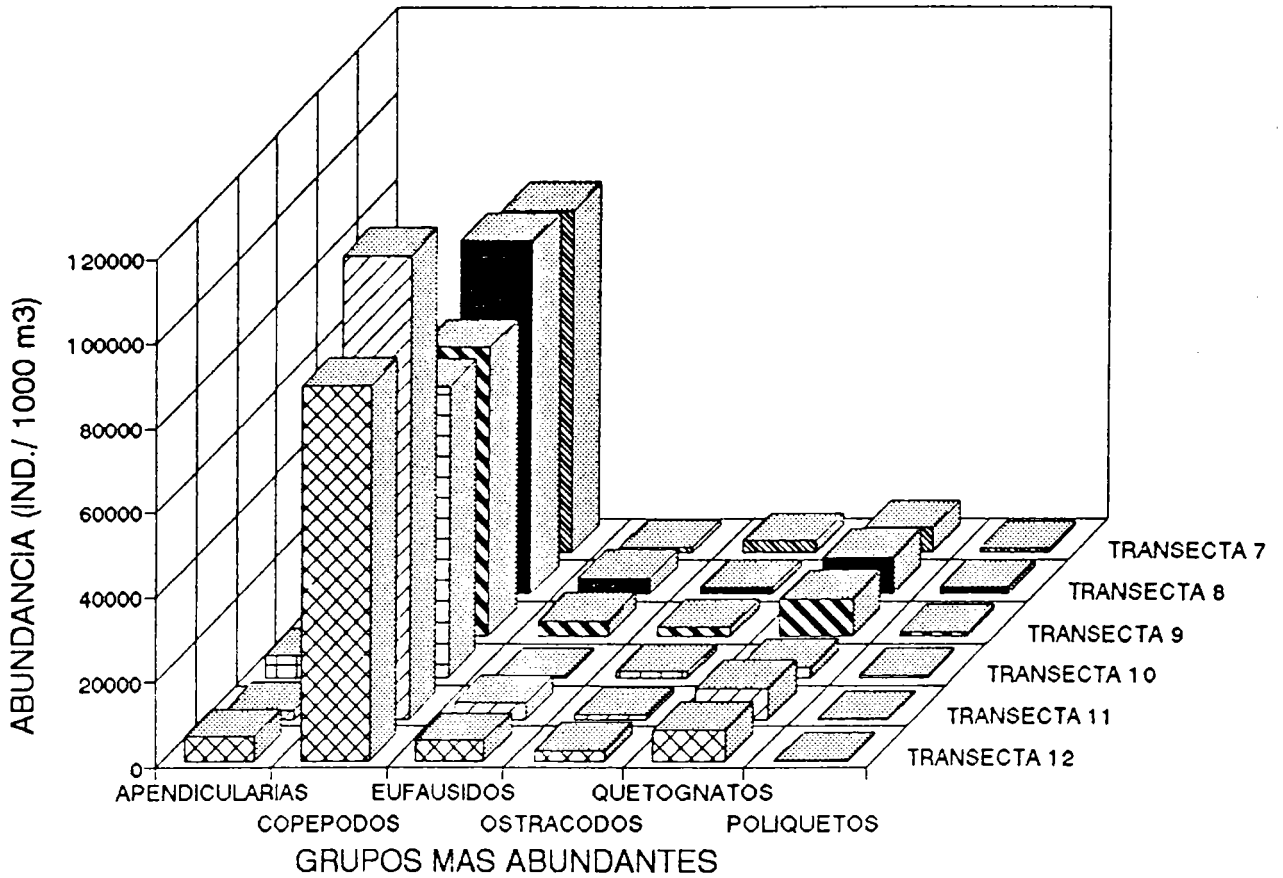


Fig. 36. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind.m⁻³). Transectas 7 a 12.

ABUNDANCIA ZOOPLANCTONICA PROMEDIO
FIPA JUREL JUNIO-JULIO 1993

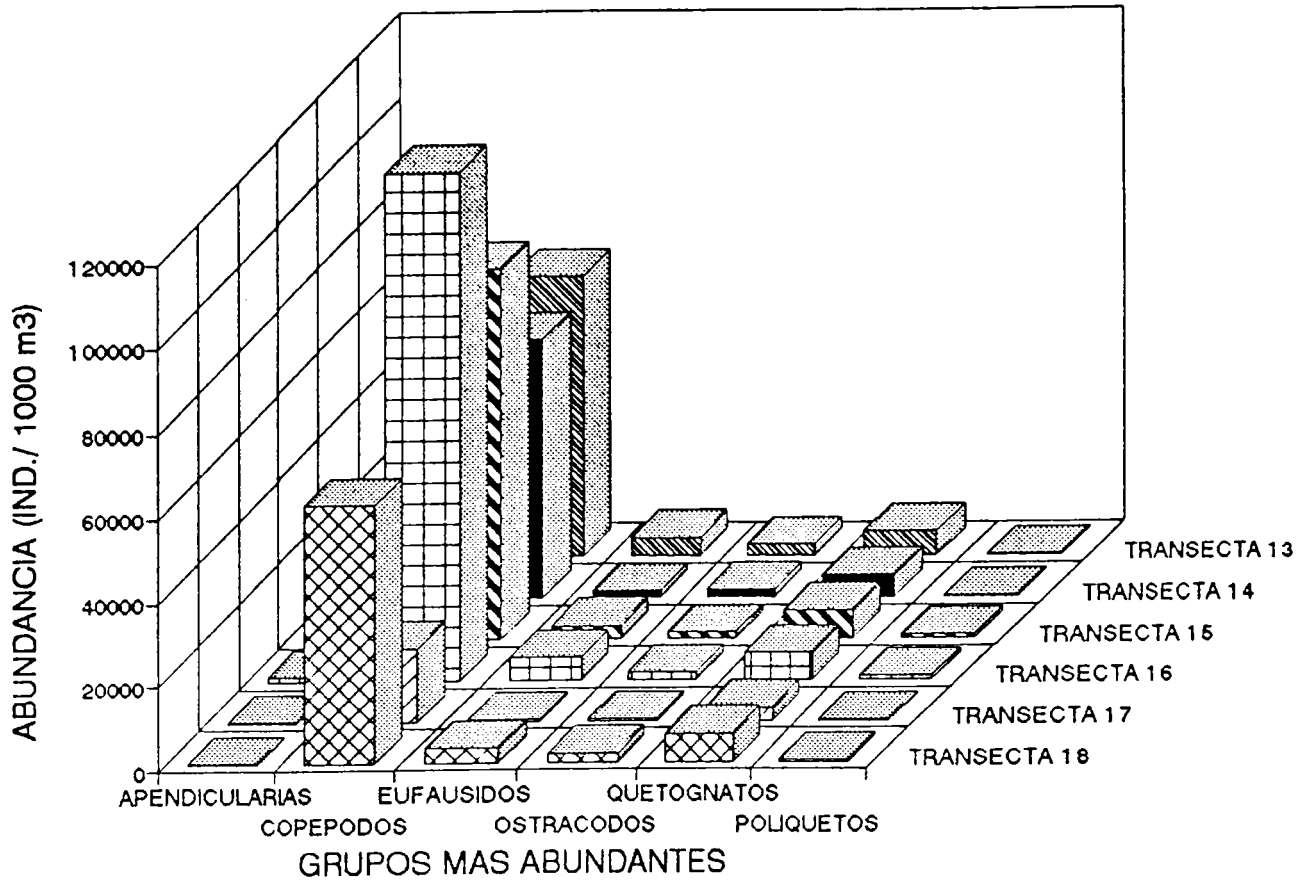


Fig. 37. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind.m⁻³). Transectas 13 a 18.

ABUNDANCIA ZOOPLANCTONICA PROMEDIO
FIPA JUREL JUNIO-JULIO 1993

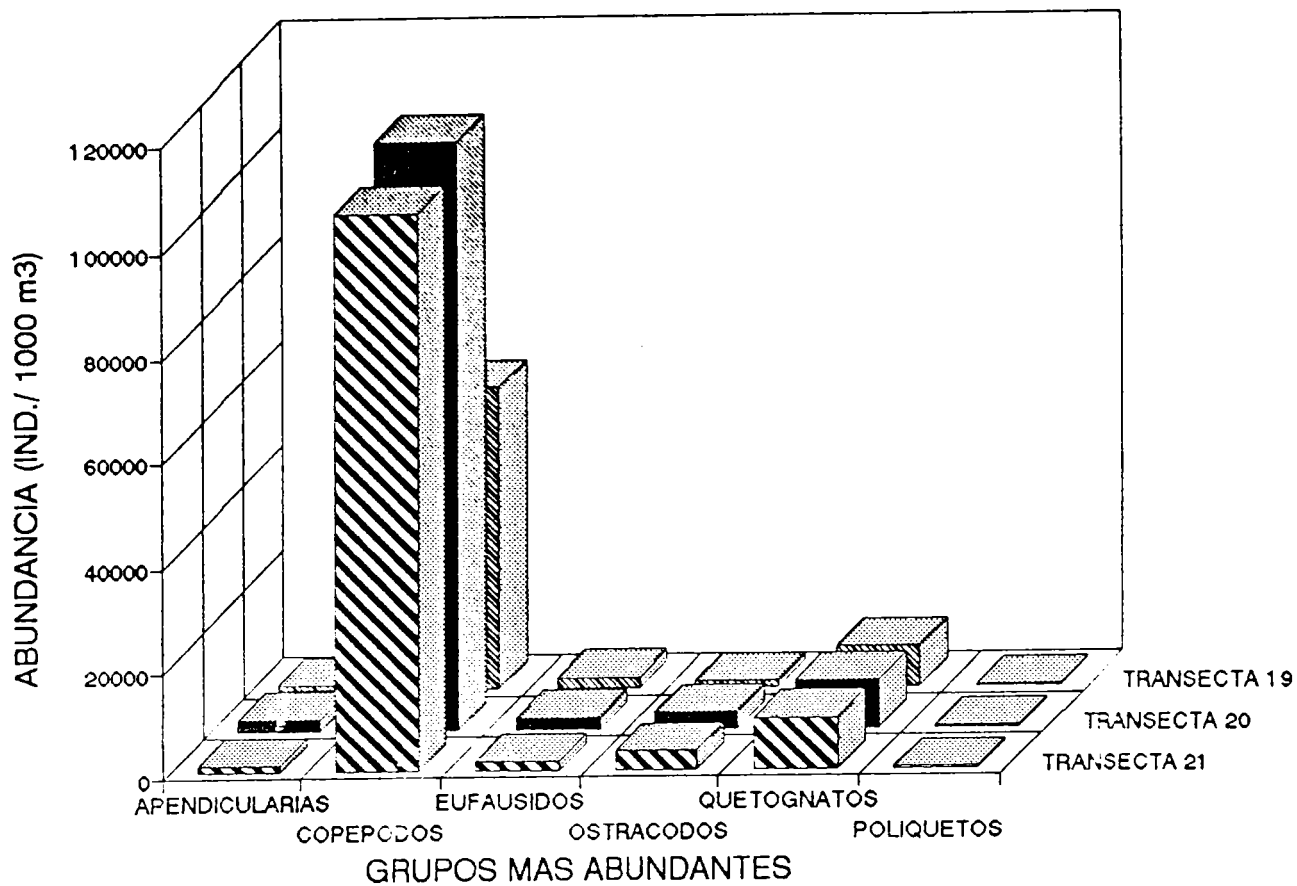


Fig. 38. Abundancia zooplanctónica promedio de grupos más importantes durante el estudio (ind.m⁻³). Transectas 19 a 21.

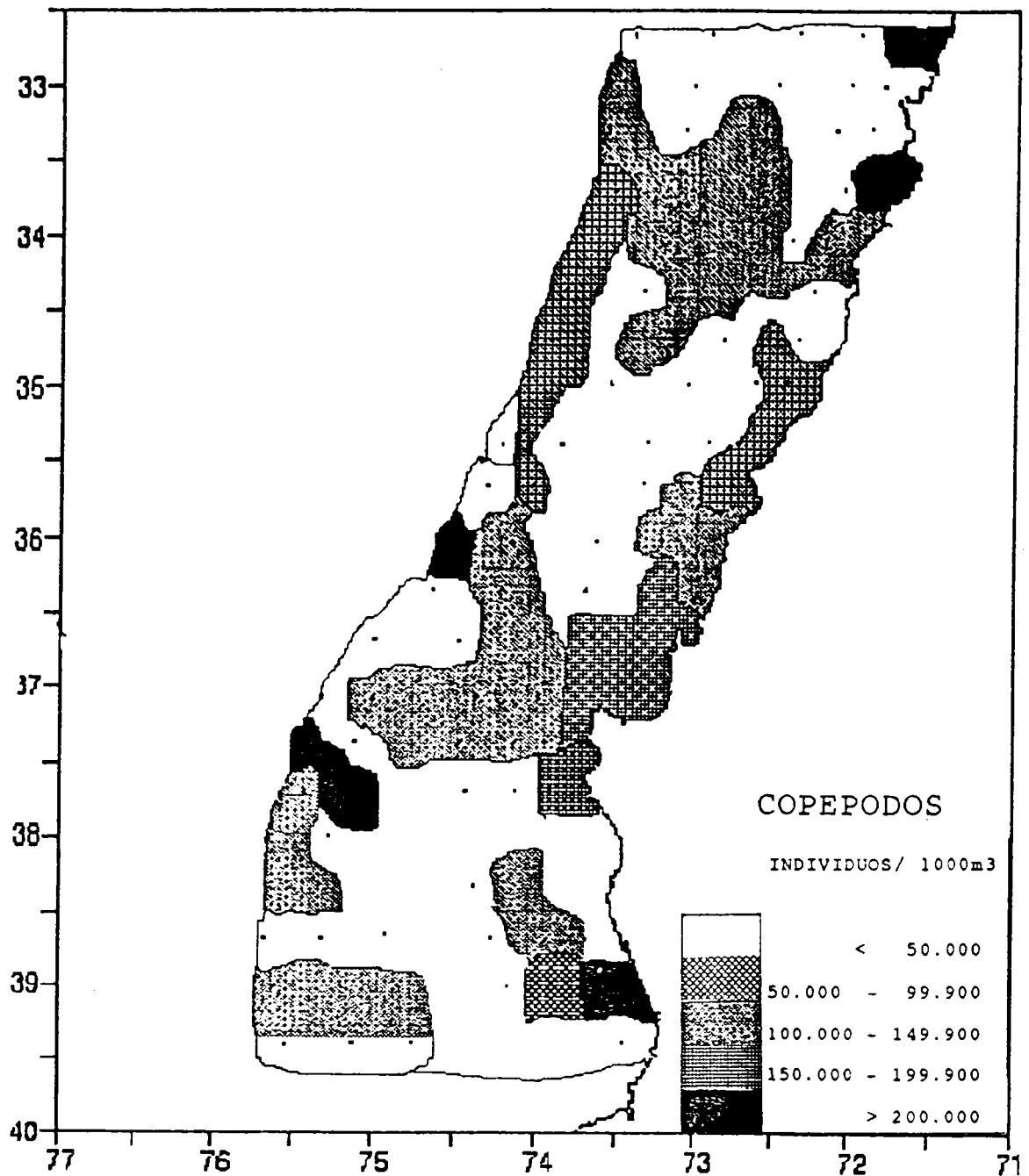


Fig. 39. Distribución espacial de la abundancia de copéodos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

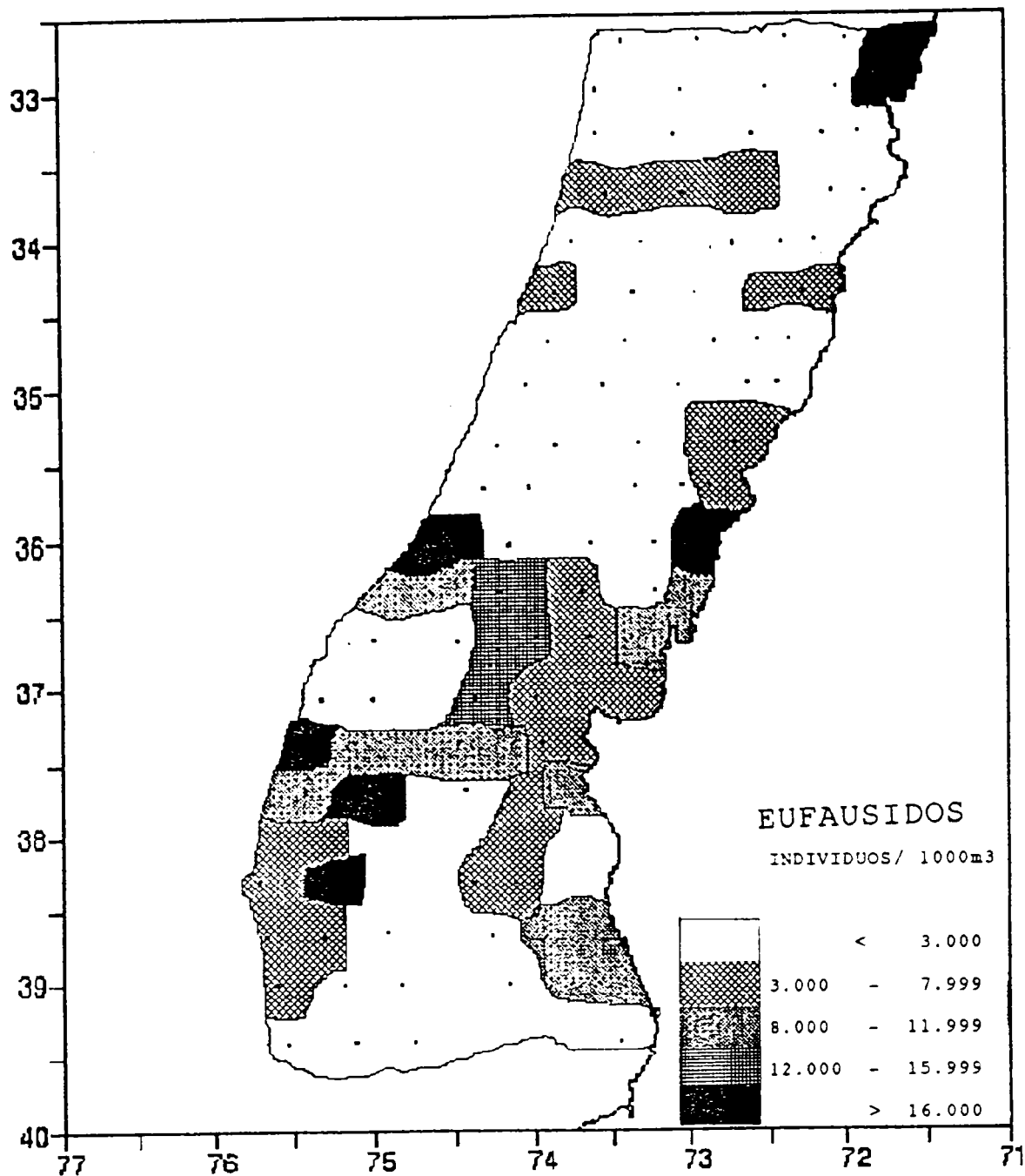


Fig. 40. Distribución espacial de la abundancia de eufáusidos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

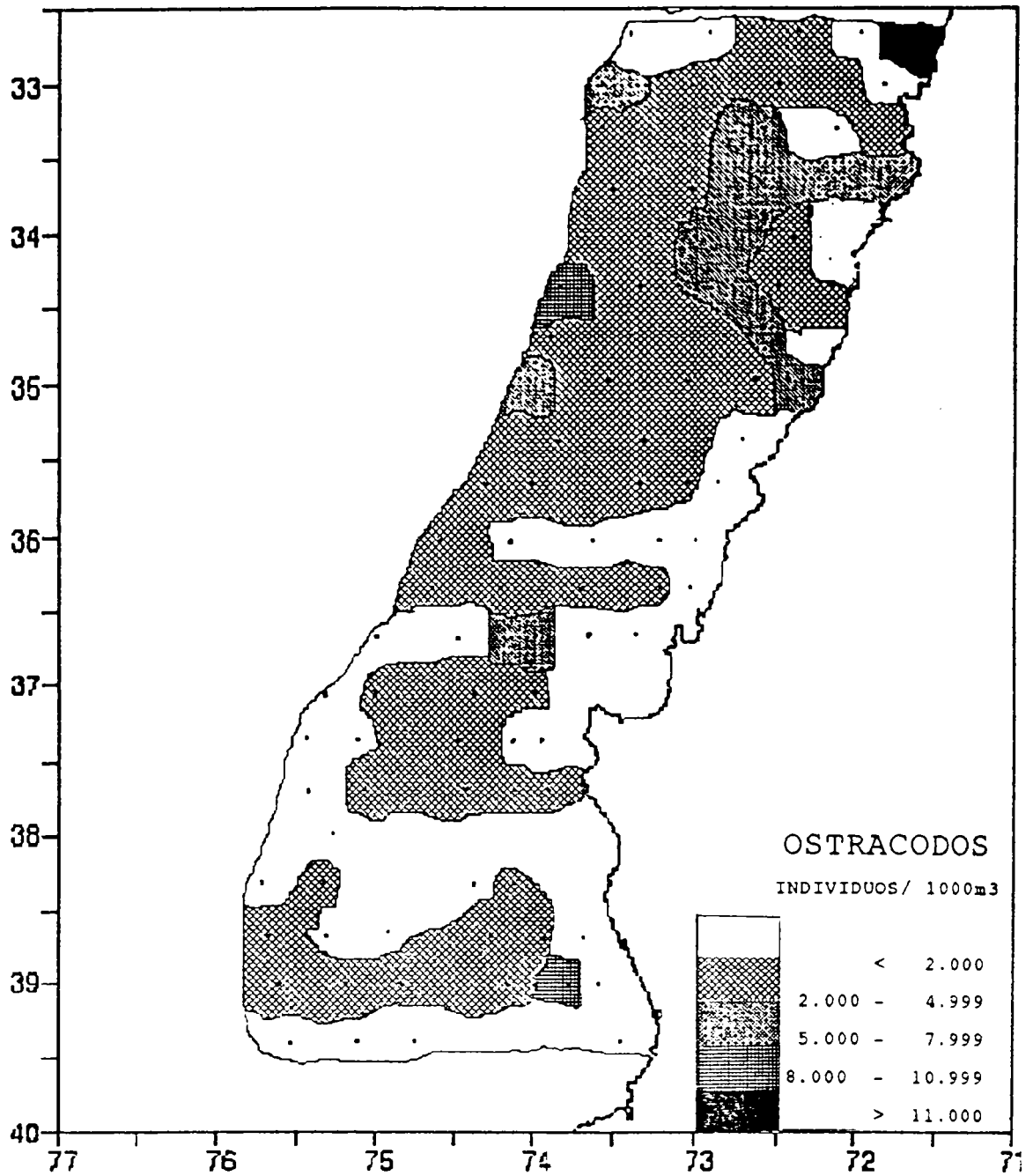


Fig. 41. Distribución espacial de la abundancia de ostrácodos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

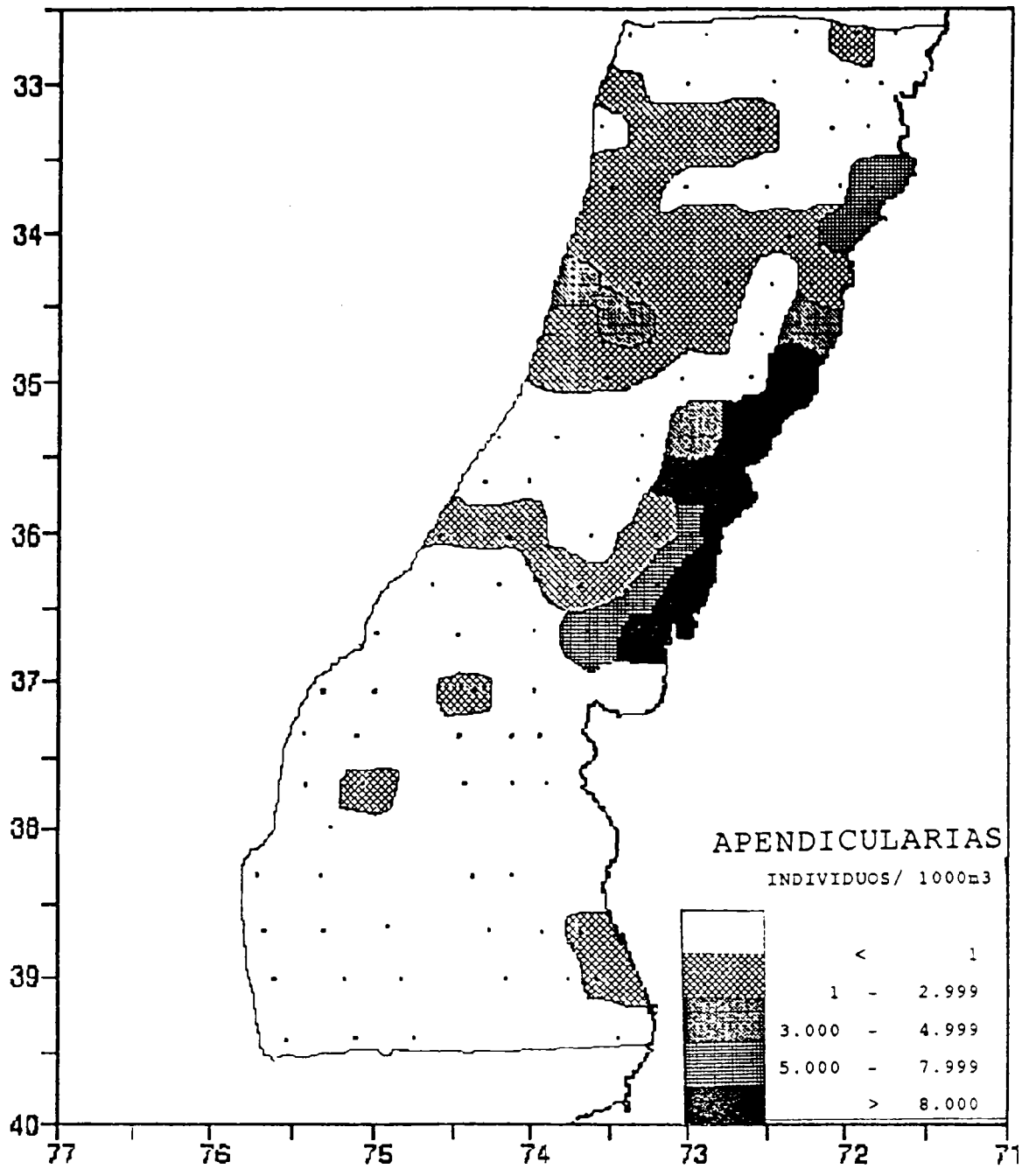


Fig. 42. Distribución espacial de la abundancia de apendicularias (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

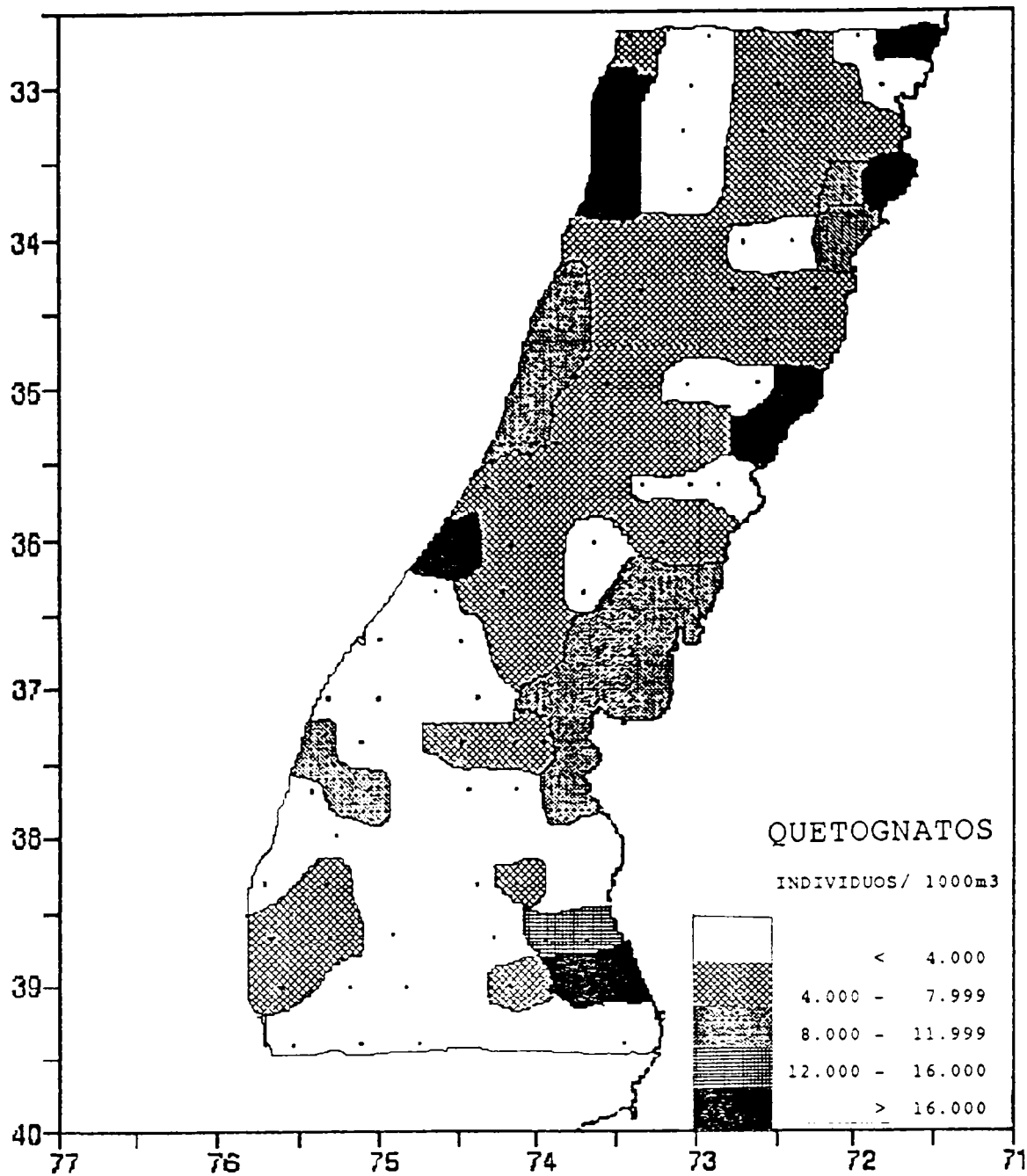


Fig. 43. Distribución espacial de la abundancia de quetognatos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

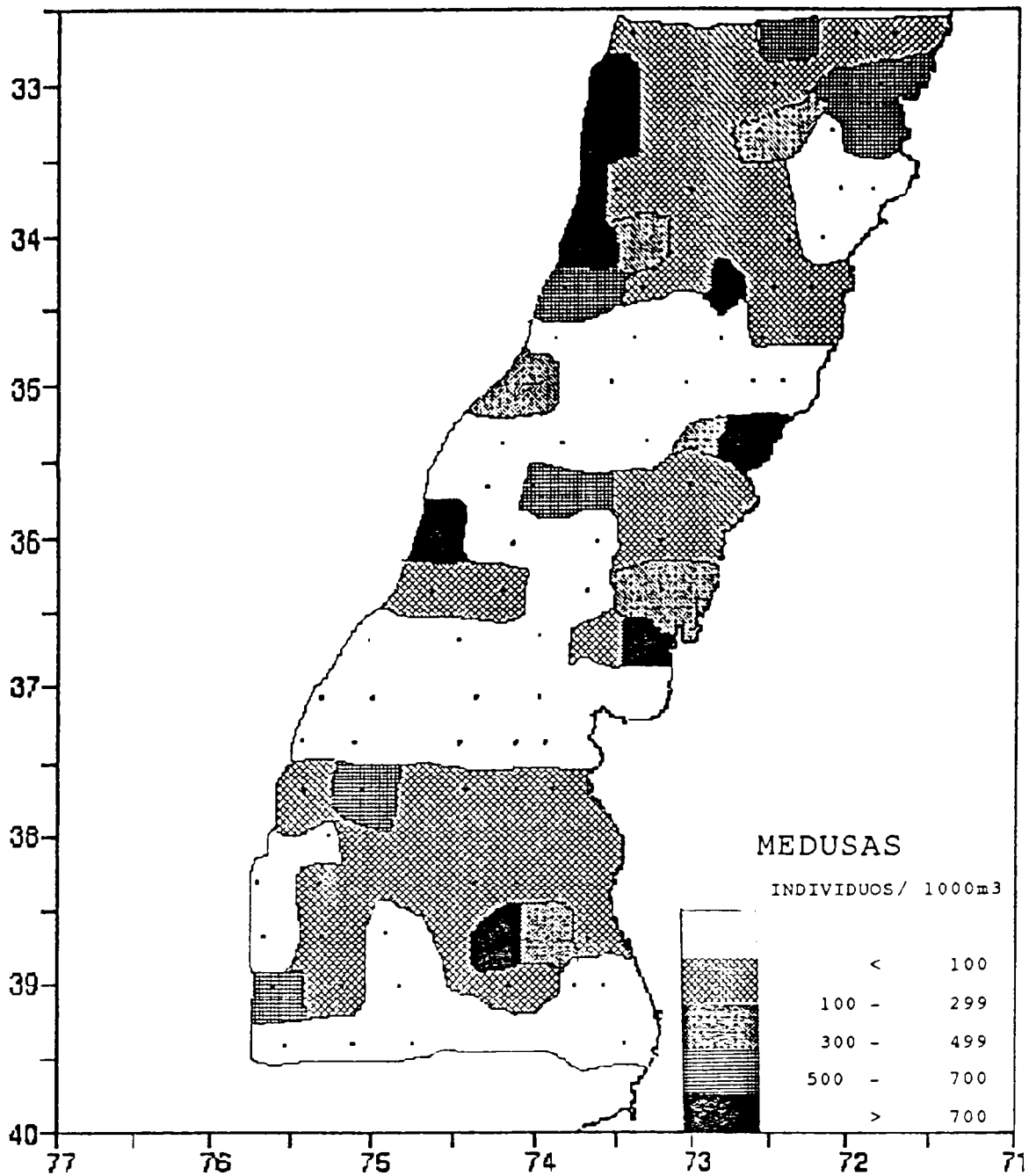


Fig. 44. Distribución espacial de la abundancia de medusas (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

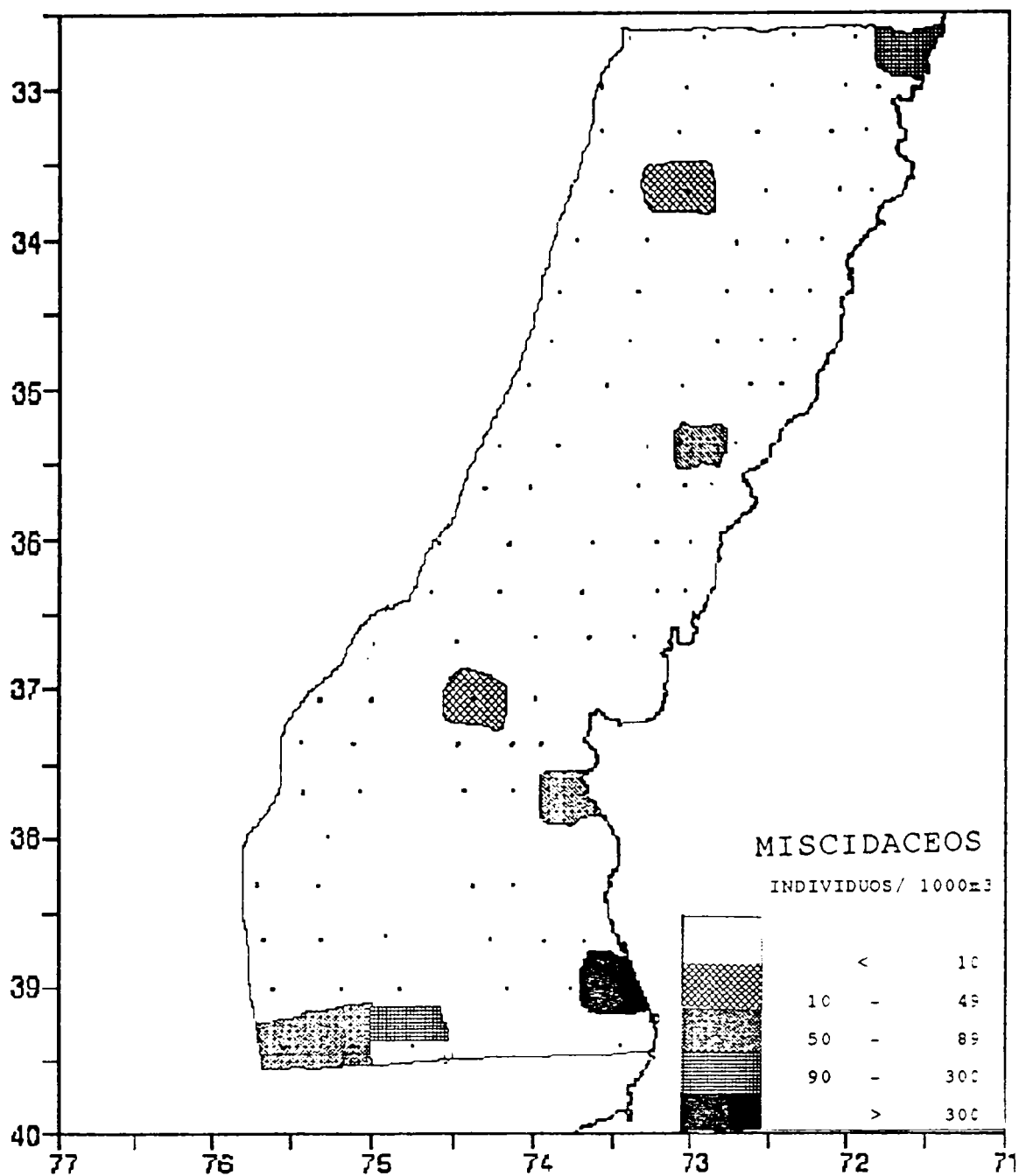


Fig. 45. Distribución espacial de la abundancia de miscidáceos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

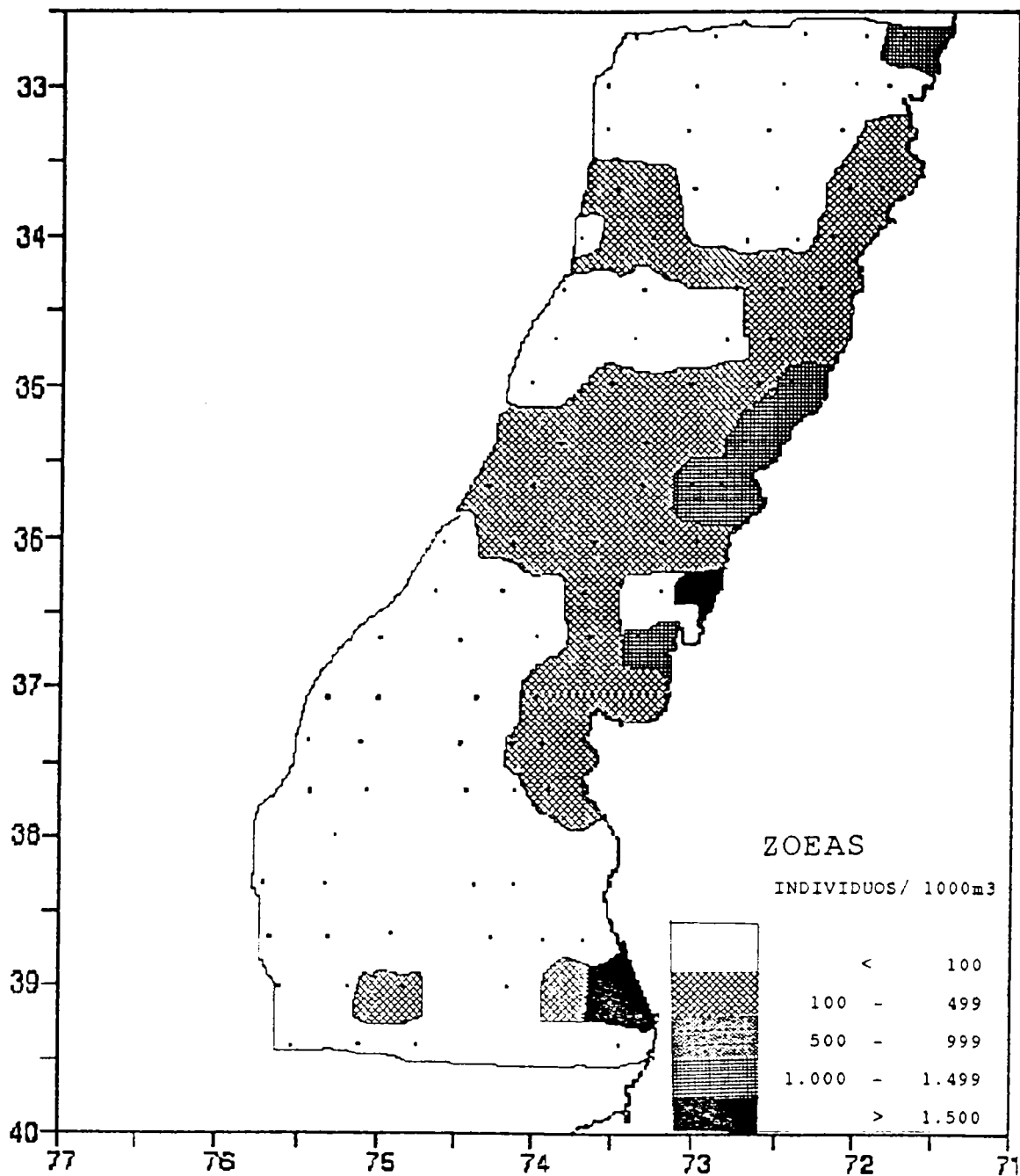


Fig. 46. Distribución espacial de la abundancia de zoeas de crustáceos decápodos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

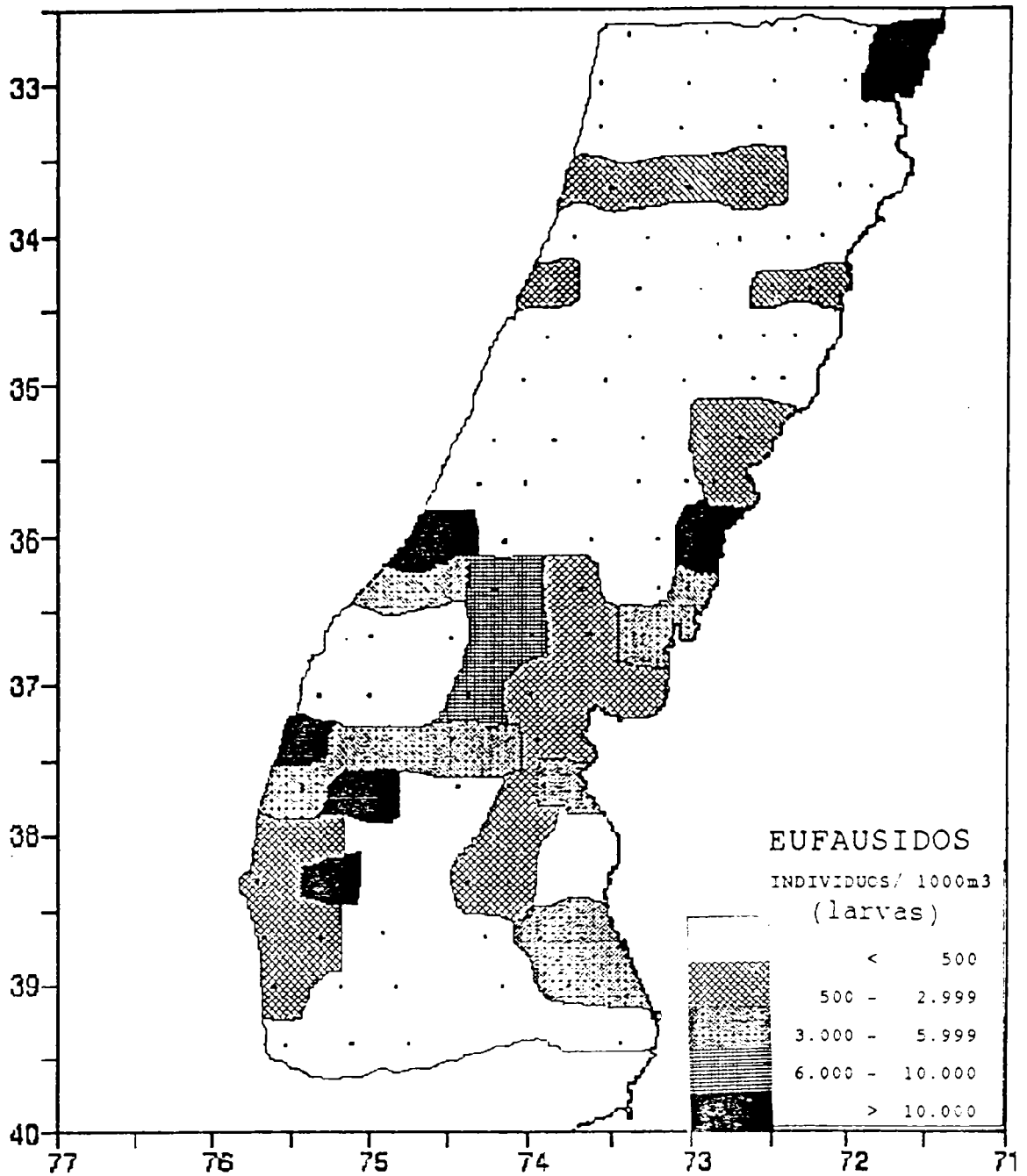


Fig. 47. Distribución espacial de la abundancia de larvas de eufáusidos (ind. 1000 m⁻³) en el área de estudio.

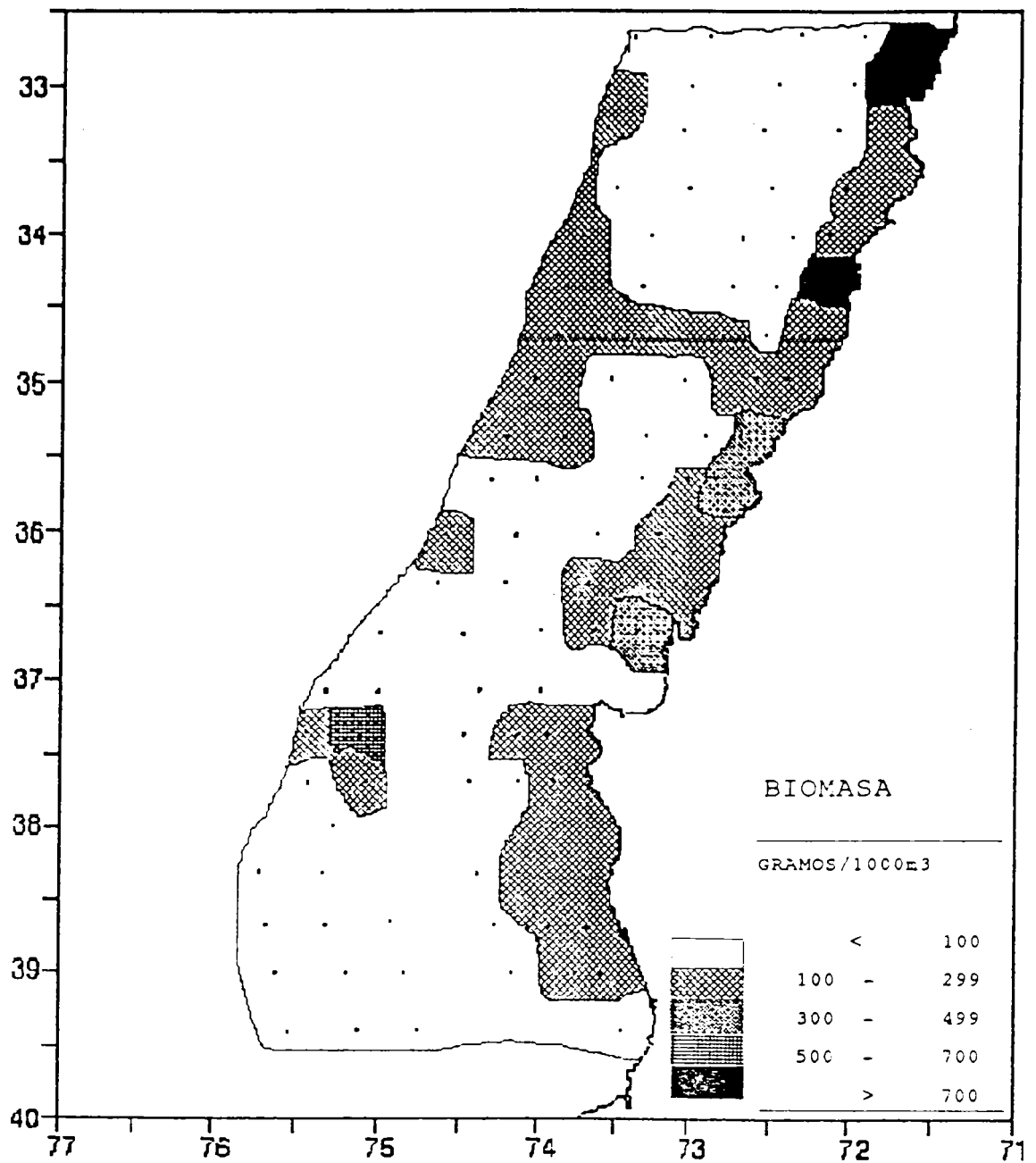


Fig. 48. Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica (g peso húmedo 1000 m⁻³) en el área de estudio.

**BIOMASA ZOOPLANCTONICA PROMEDIO
JUNIO-JULIO 1993**

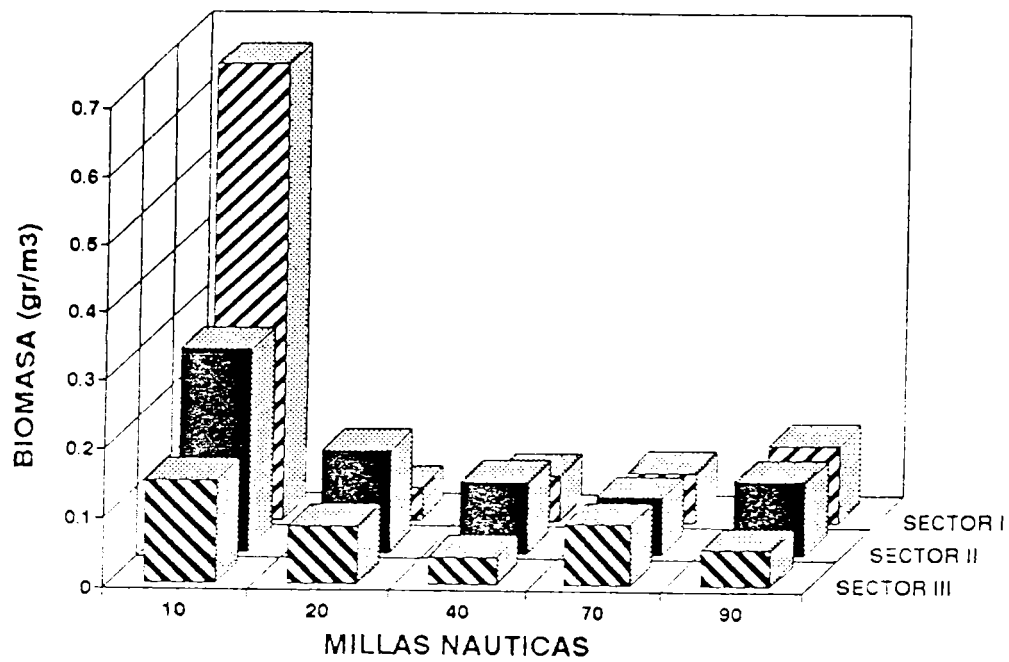


Fig. 49. Biomasa zooplanctónica promedio (g m^{-3}) por sector de estudio. Evaluación perpendicular a la costa.

ABUNDANCIA PROMEDIO DE HUEVOS
JUNIO-JULIO 1993

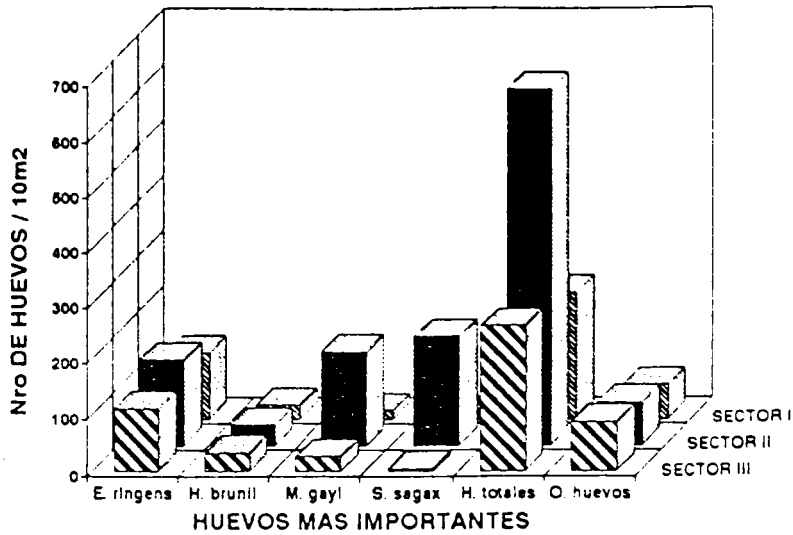


Fig. 50. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²) por sector de estudio.

ABUNDANCIA PROMEDIO DE LARVAS
JUNIO-JULIO 1993

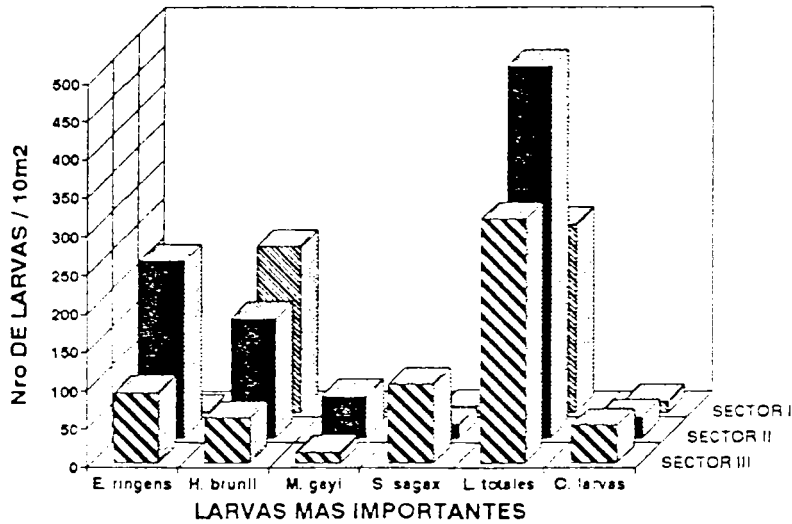


Fig. 51. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²) por sector de estudio.

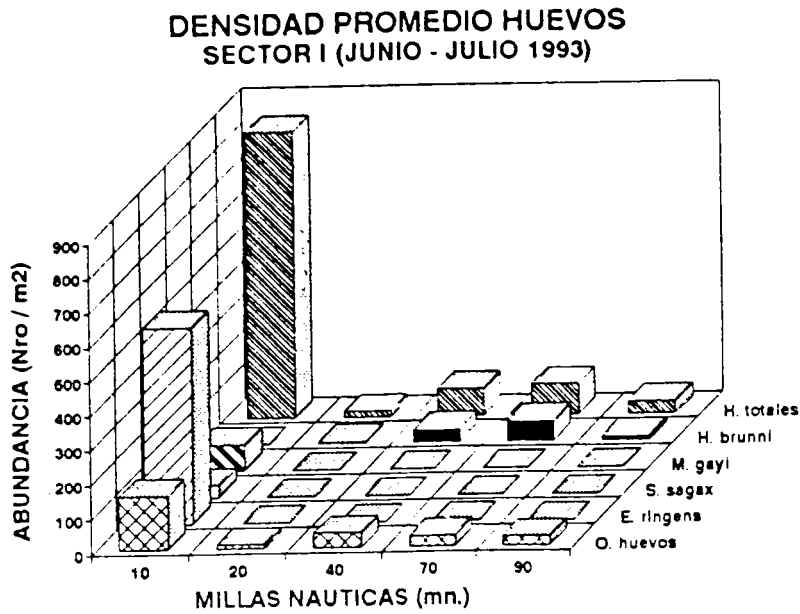


Fig. 52. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector I.

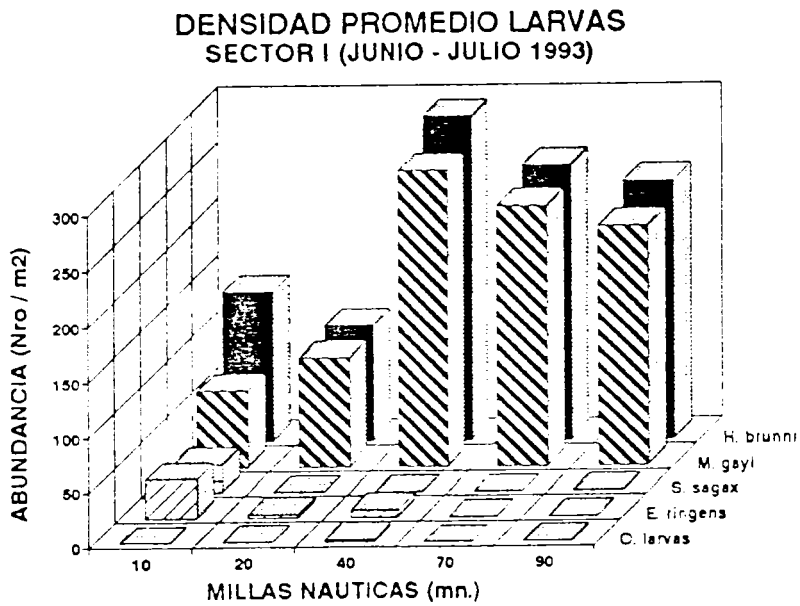


Fig. 53. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector I.

DENSIDAD PROMEDIO HUEVOS
SECTOR II (JUNIO - JULIO 1993)

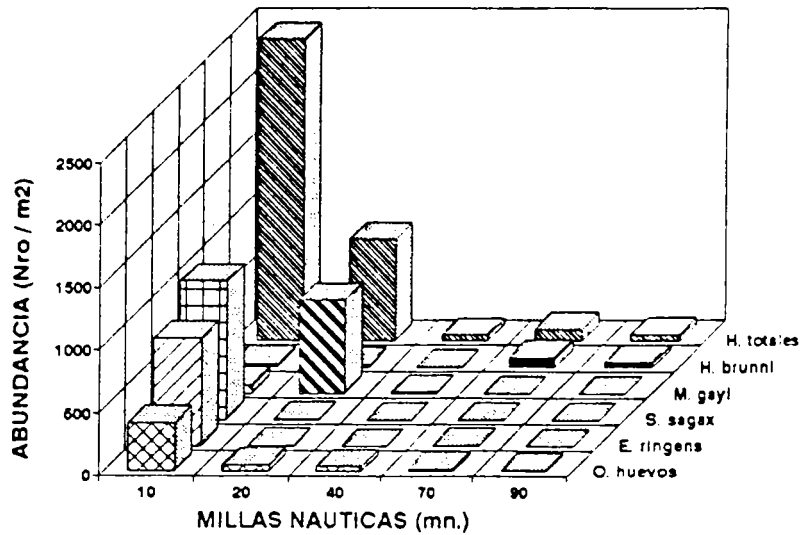


Fig. 54. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector II.

DENSIDAD PROMEDIO LARVAS
SECTOR II (JUNIO - JULIO 1993)

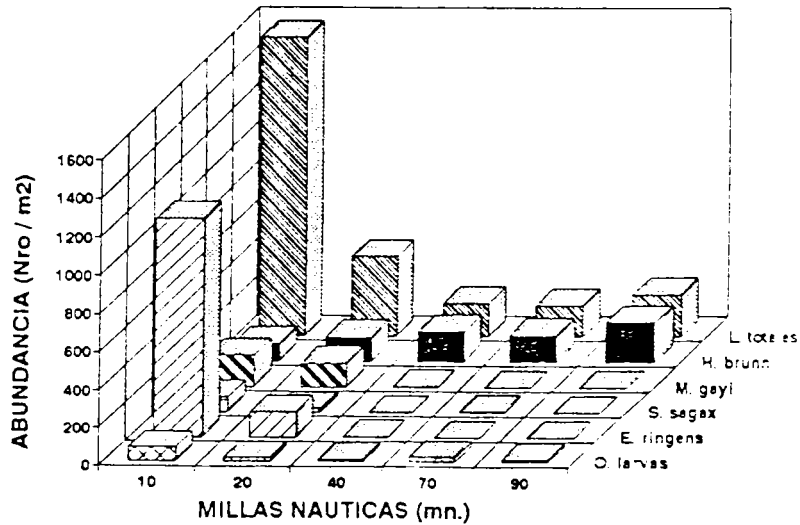


Fig. 55. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector II.

DENSIDAD PROMEDIO HUEVOS
SECTOR III (JUNIO - JULIO 1993)

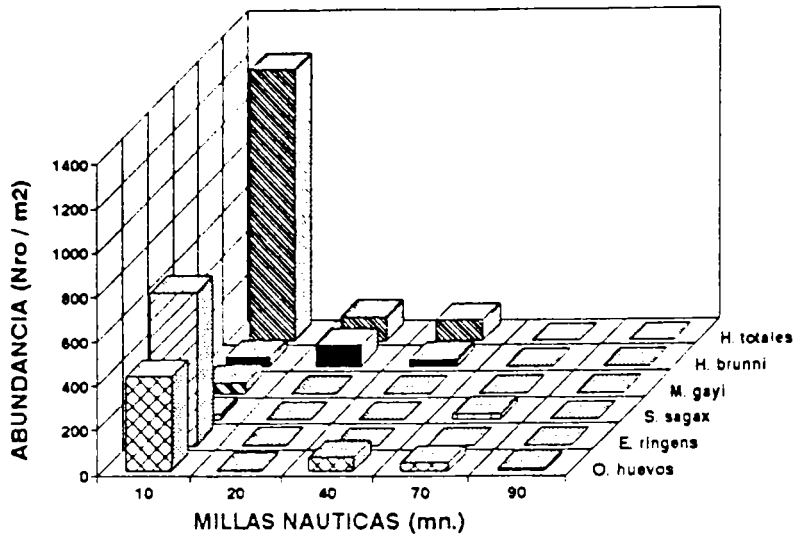


Fig. 56. Abundancia promedio de huevos de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector III.

DENSIDAD PROMEDIO LARVAS
SECTOR III (JUNIO - JULIO 1993)

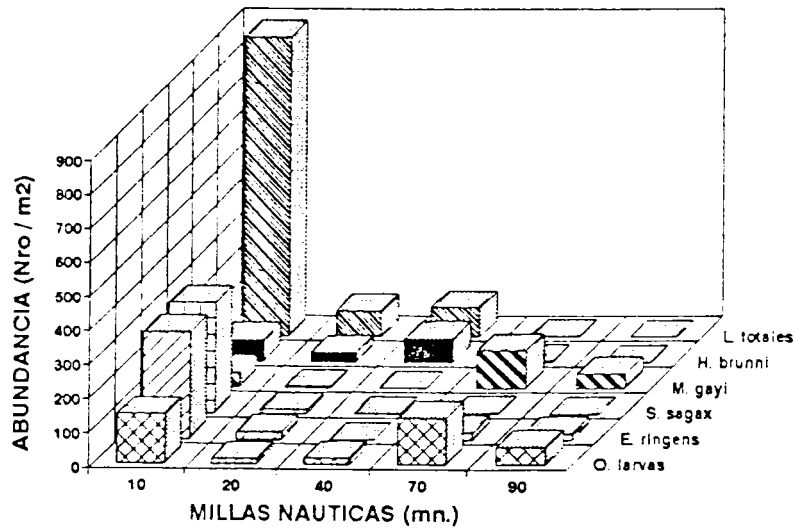


Fig. 57. Abundancia promedio de larvas de peces (ind. 10 m⁻²). Distribución perpendicular a la costa. Sector III.

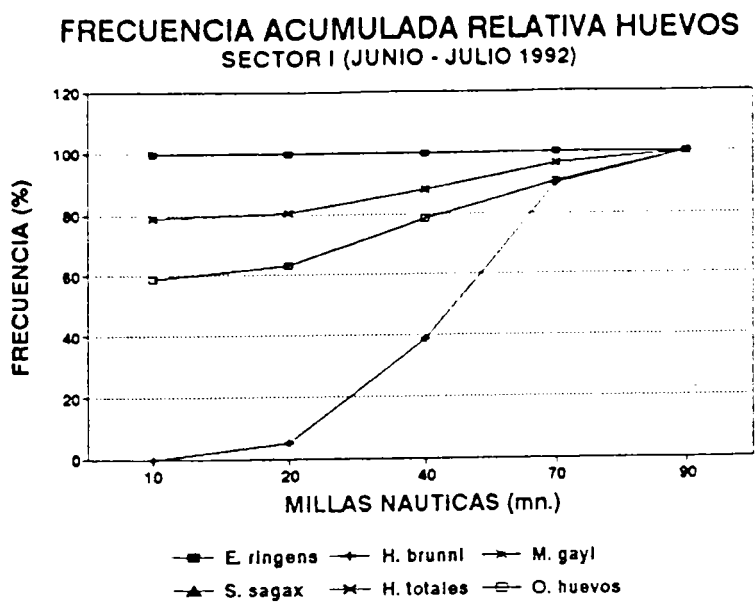


Fig. 58. Frecuencia acumulada relativa de huevos. Sector I.

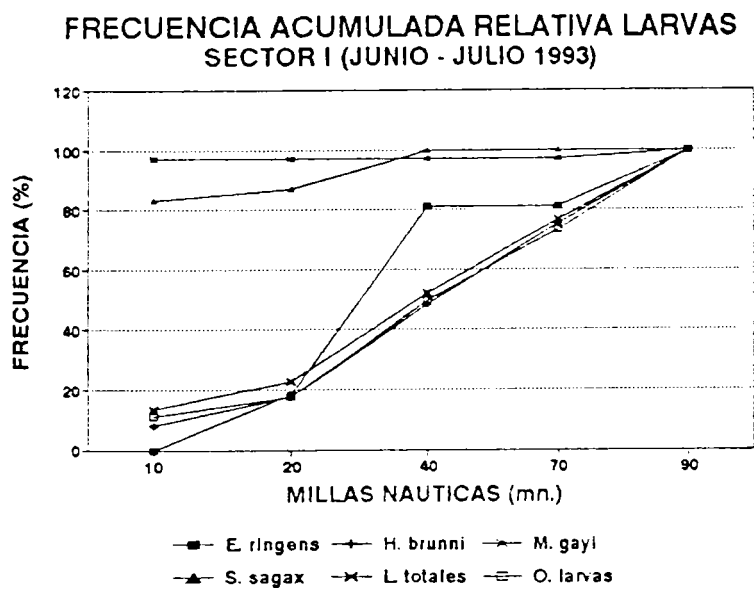


Fig. 59. Frecuencia acumulada relativa de larvas. Sector I.

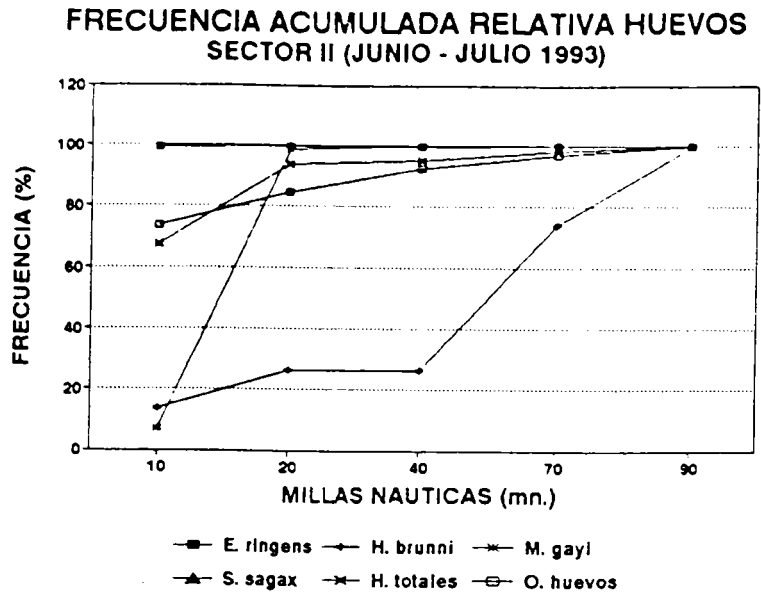


Fig. 60. Frecuencia acumulada relativa de huevos. Sector II.

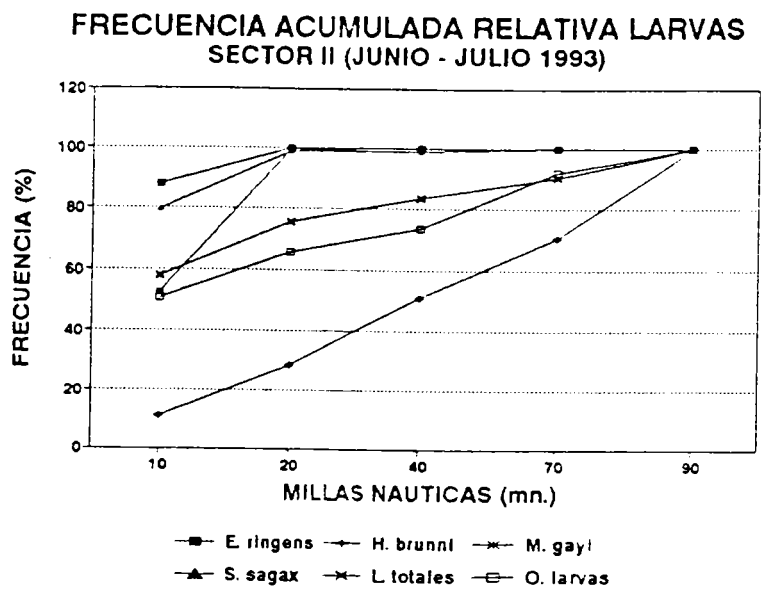


Fig. 61. Frecuencia acumulada relativa de larvas. Sector II.

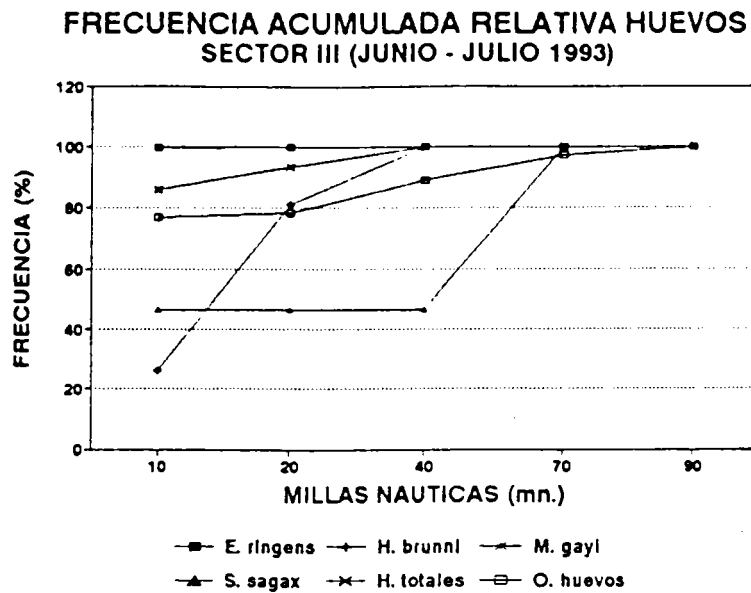


Fig. 62. Frecuencia acumulada relativa de huevos. Sector III.

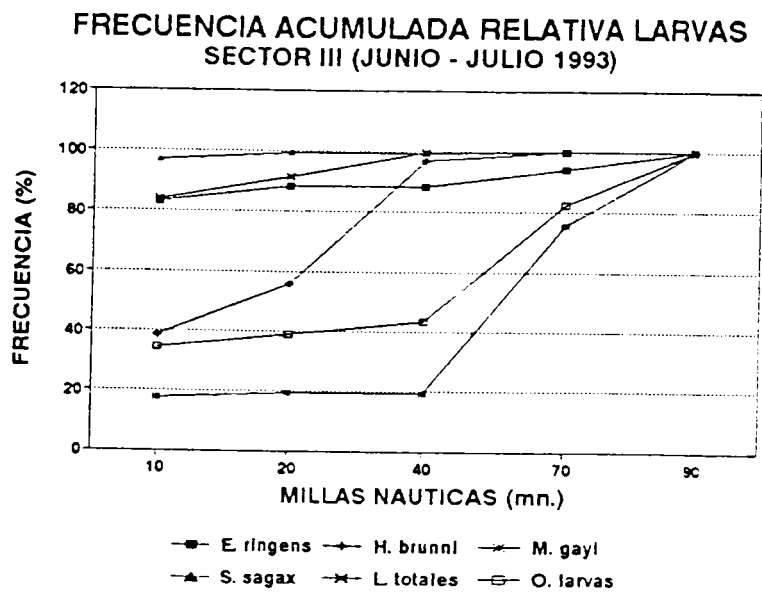


Fig. 63. Frecuencia acumulada relativa de larvas. Sector III.

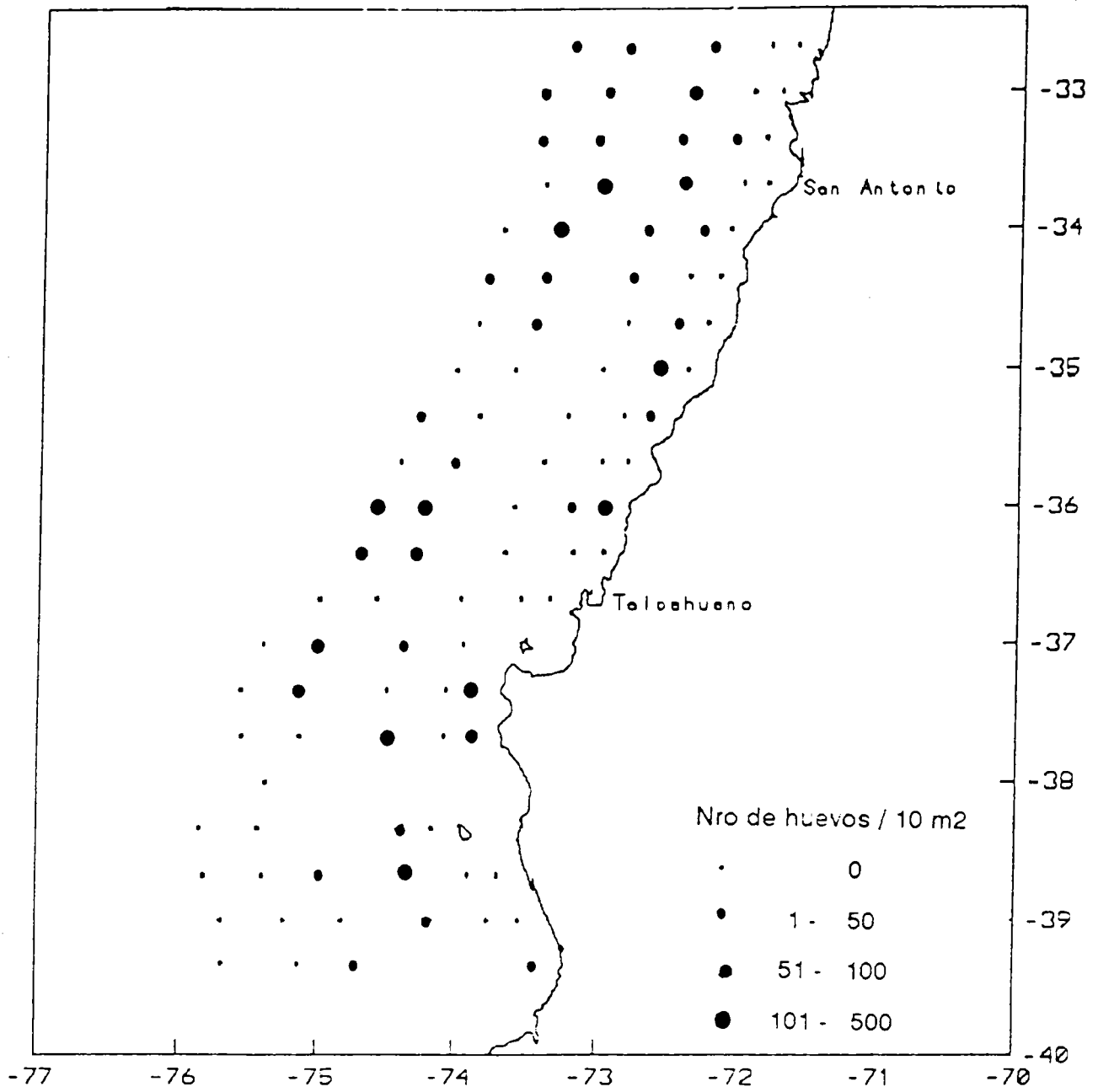


Fig. 64. Distribución espacial de huevos de *H. brunni*.

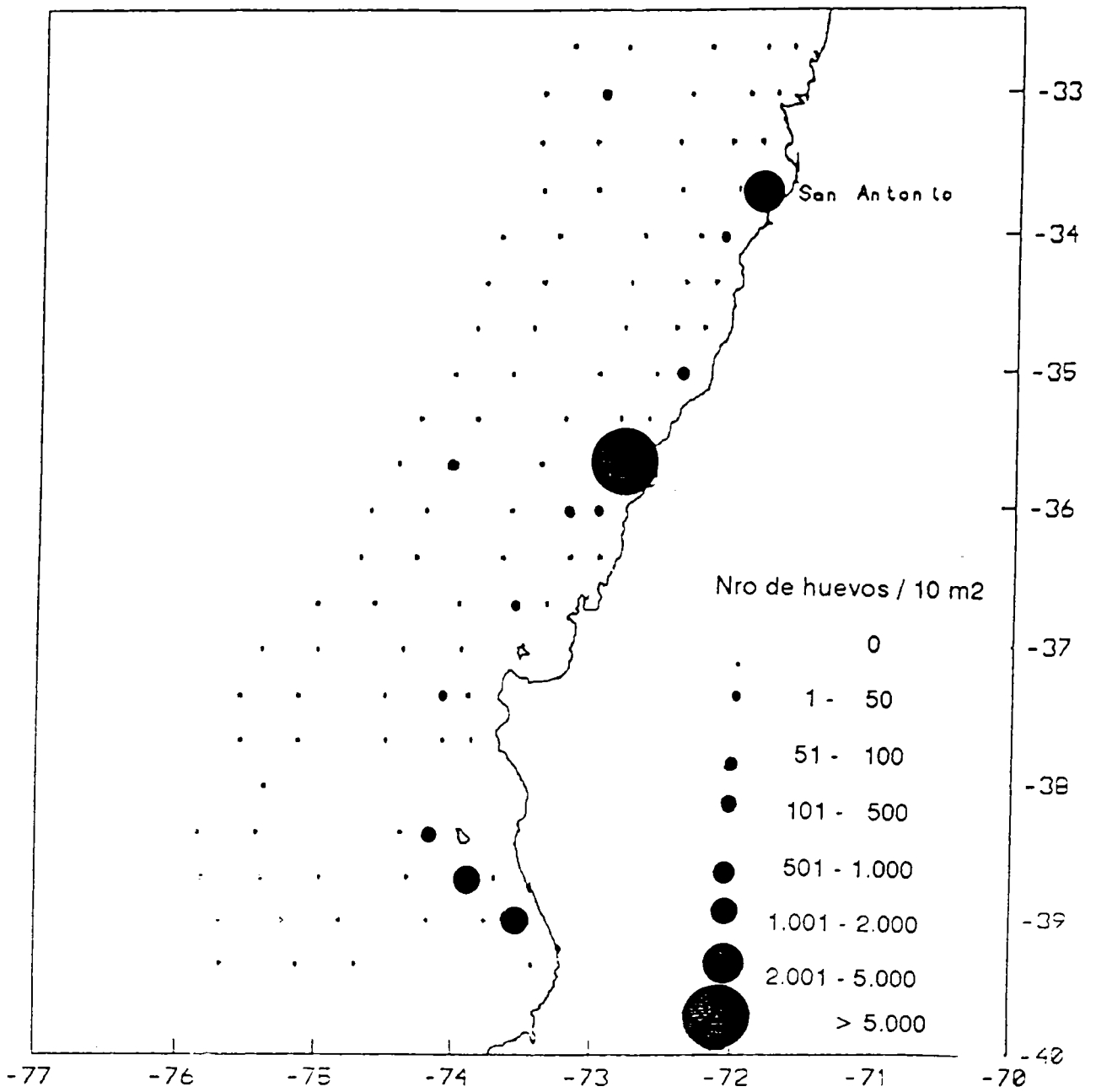


Fig. 65. Distribución espacial de huevos de *E. ringens*.

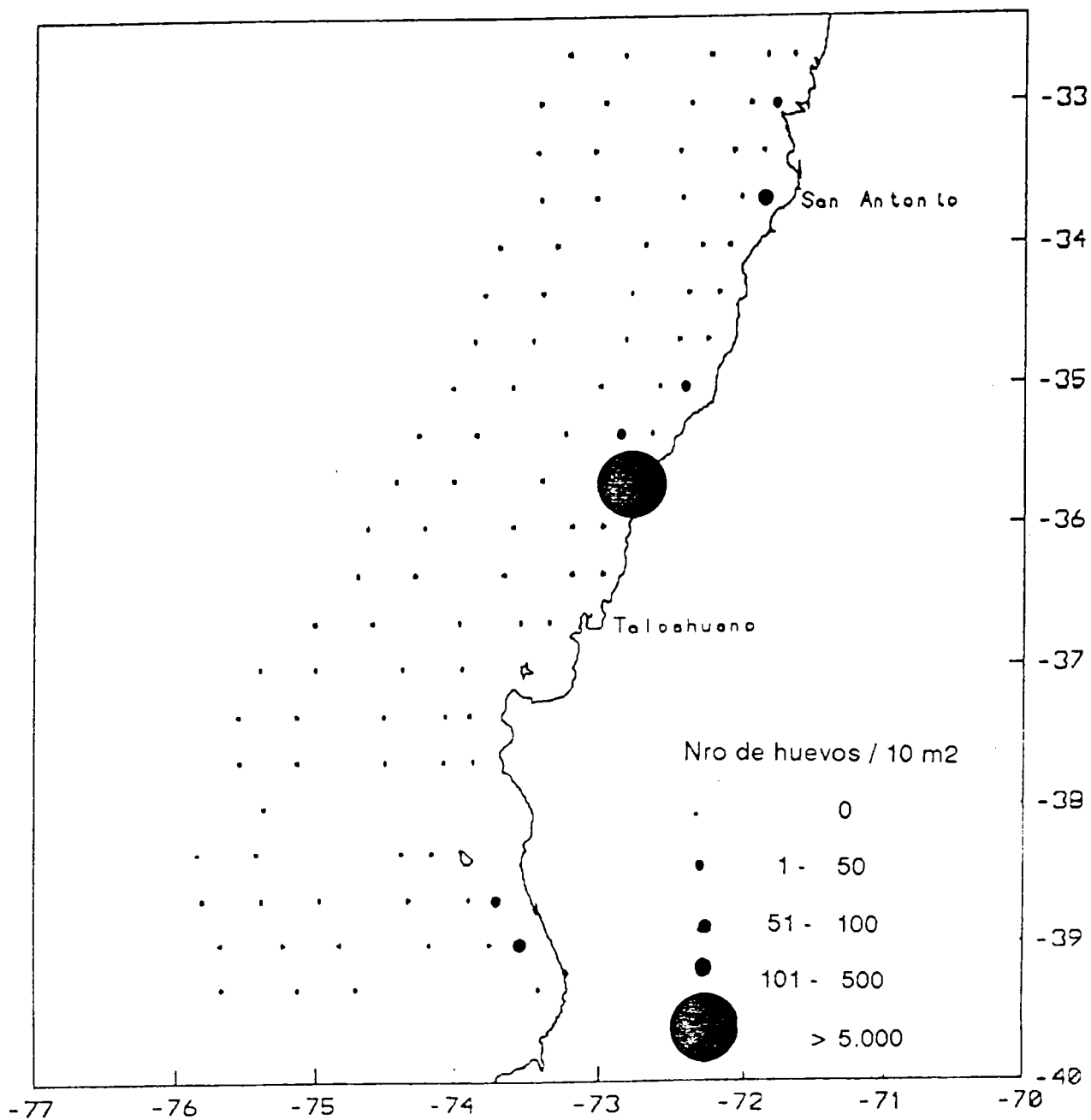


Fig. 66. Distribución espacial de huevos de *S. sagax*.

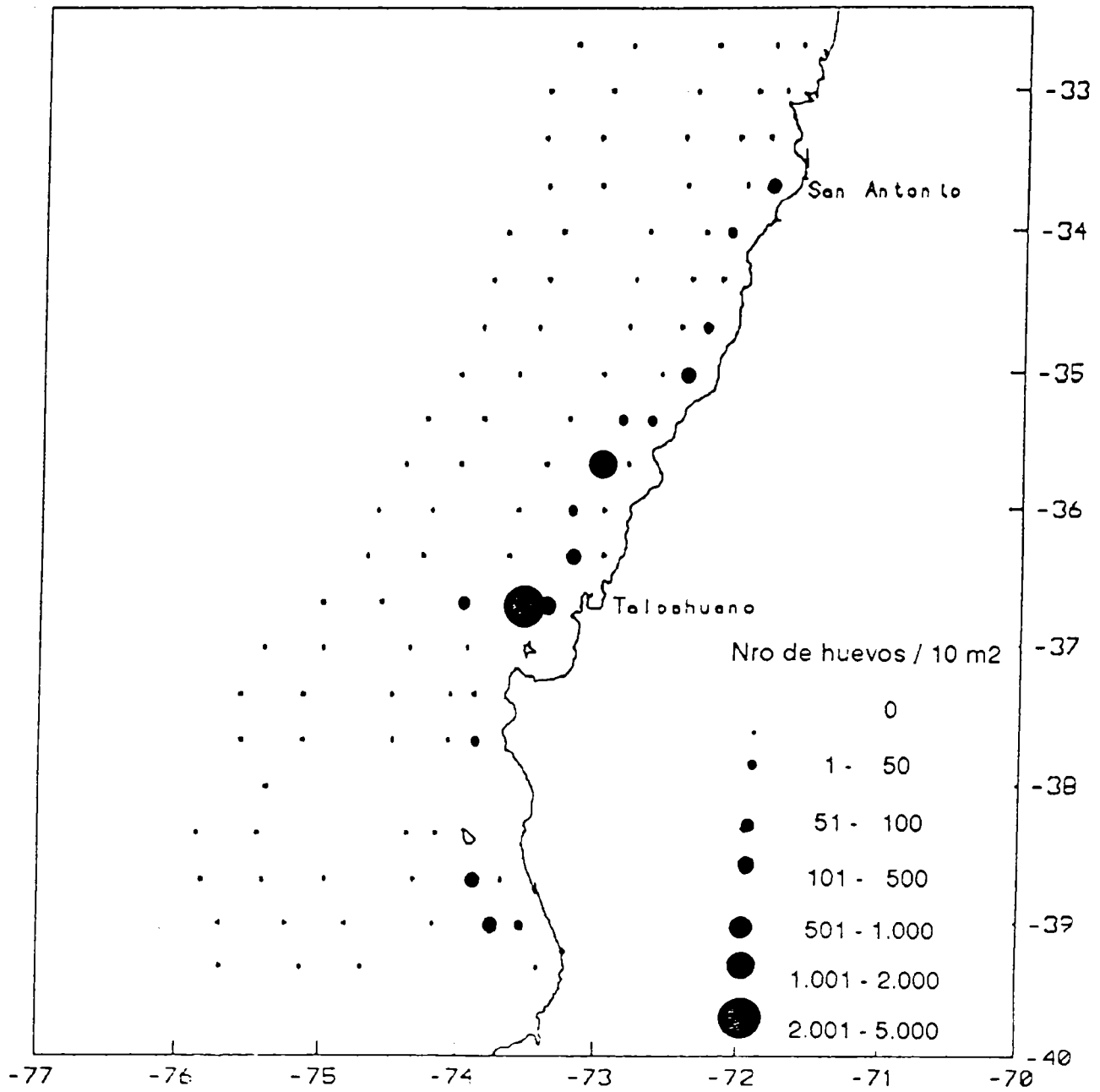


Fig. 67. Distribución espacial de huevos de *M. gayi*.

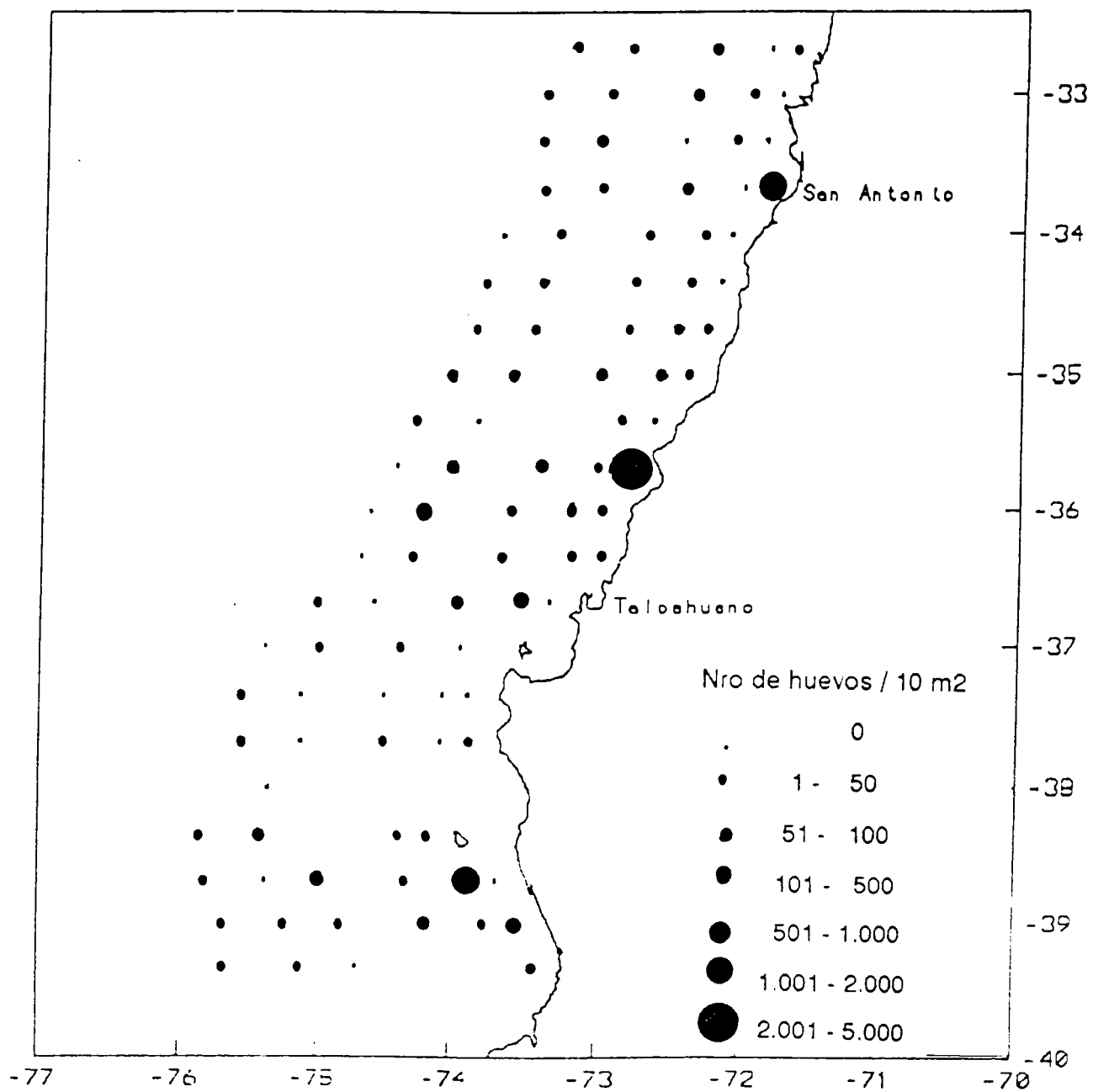


Fig. 68. Distribución espacial de Otros Huevos.

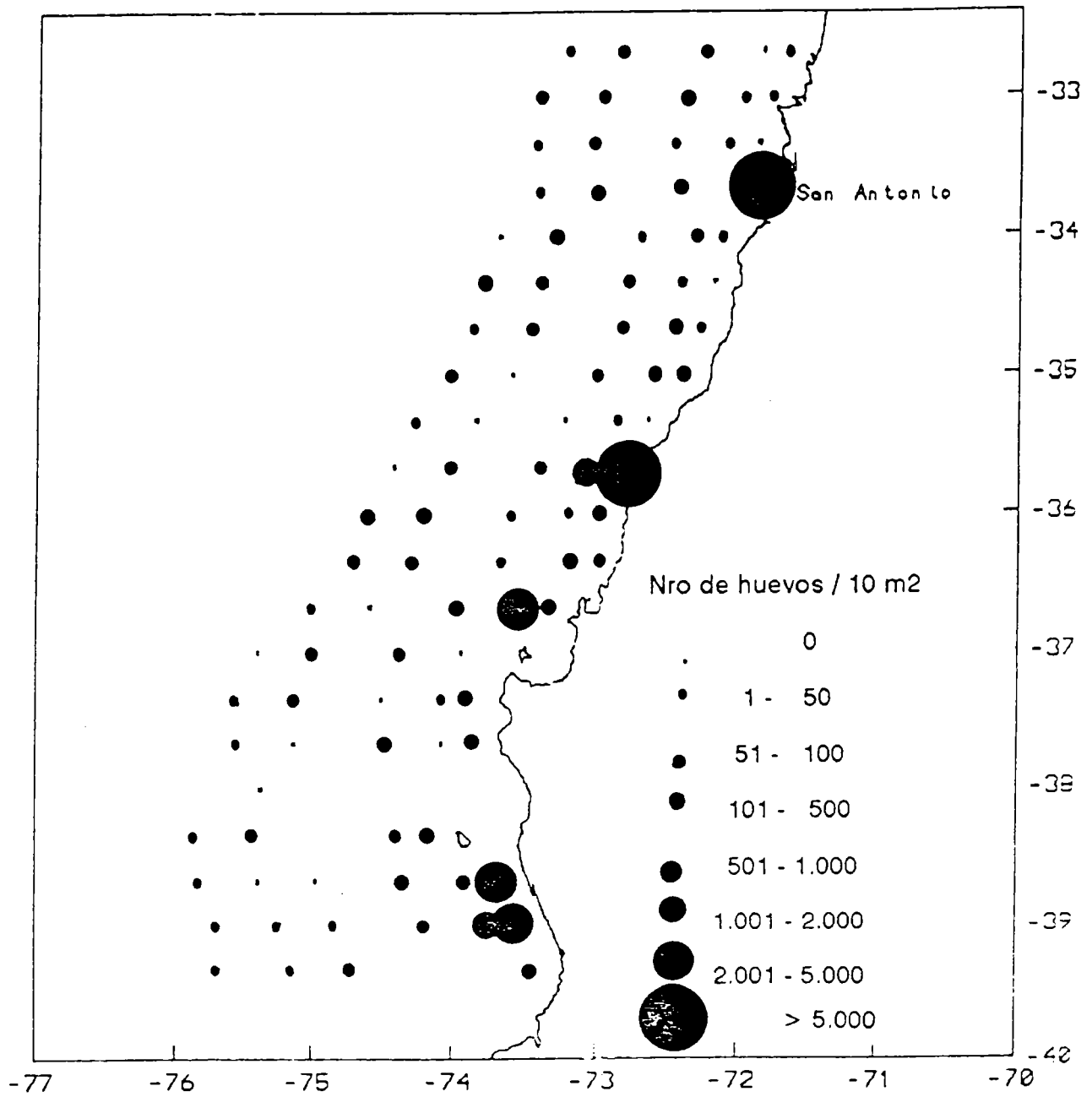


Fig. 69. Distribución espacial de Huevos Totales.

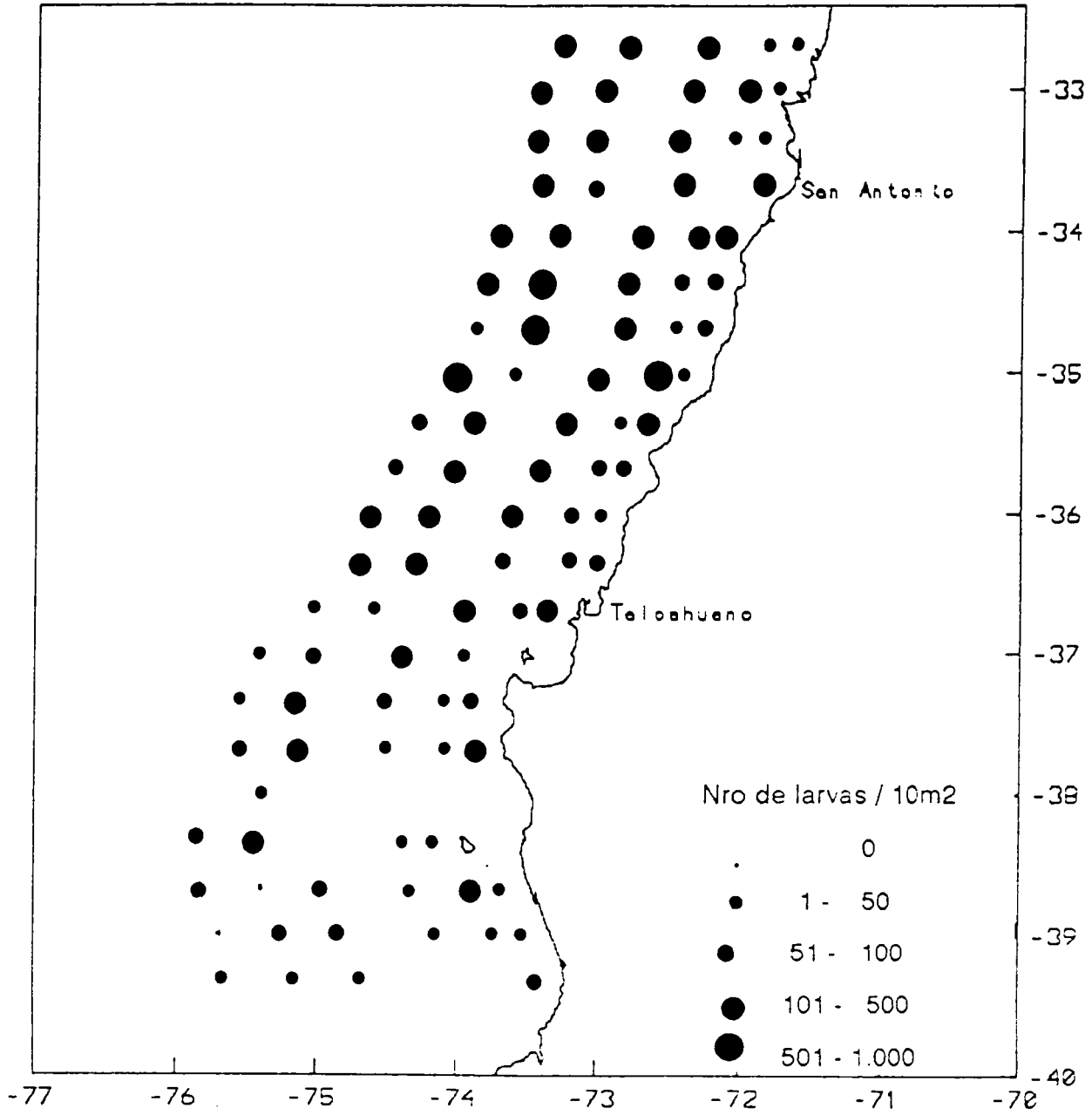


Fig. 70. Distribución espacial de larvas de *H. brunni*.

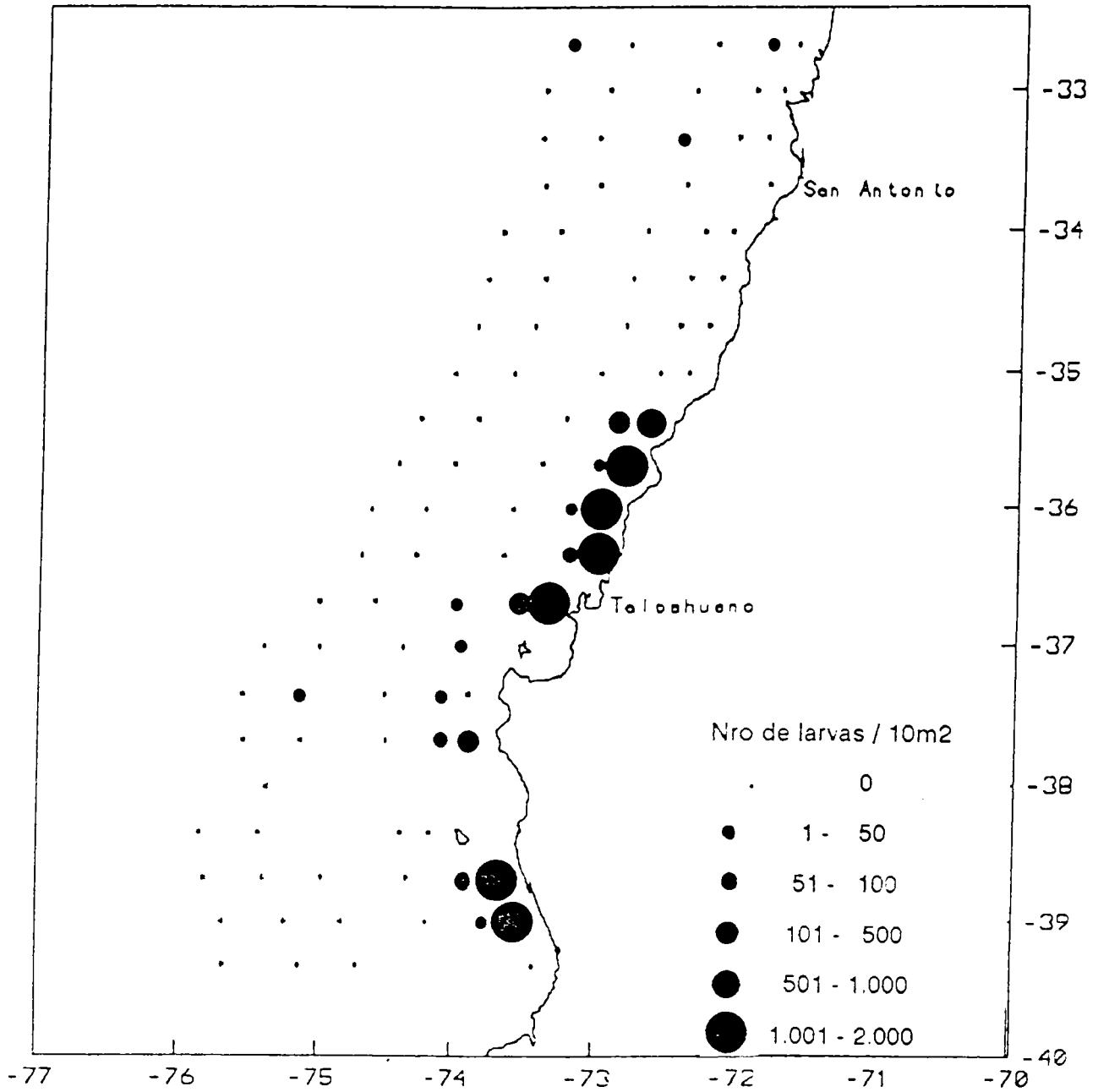


Fig. 71. Distribución espacial de larvas de E. ringens.

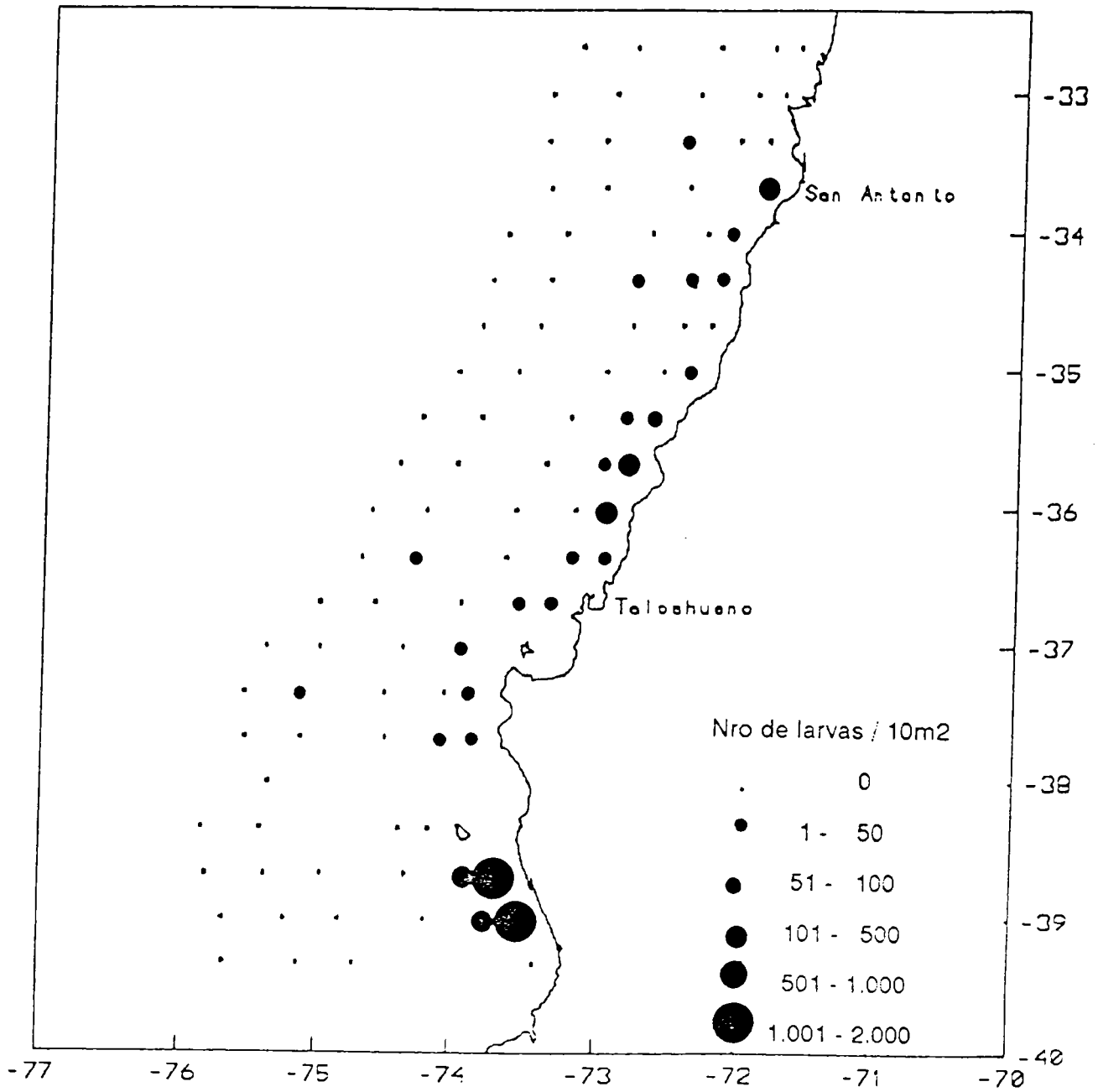


Fig. 72. Distribución espacial de larvas de S. sagax.

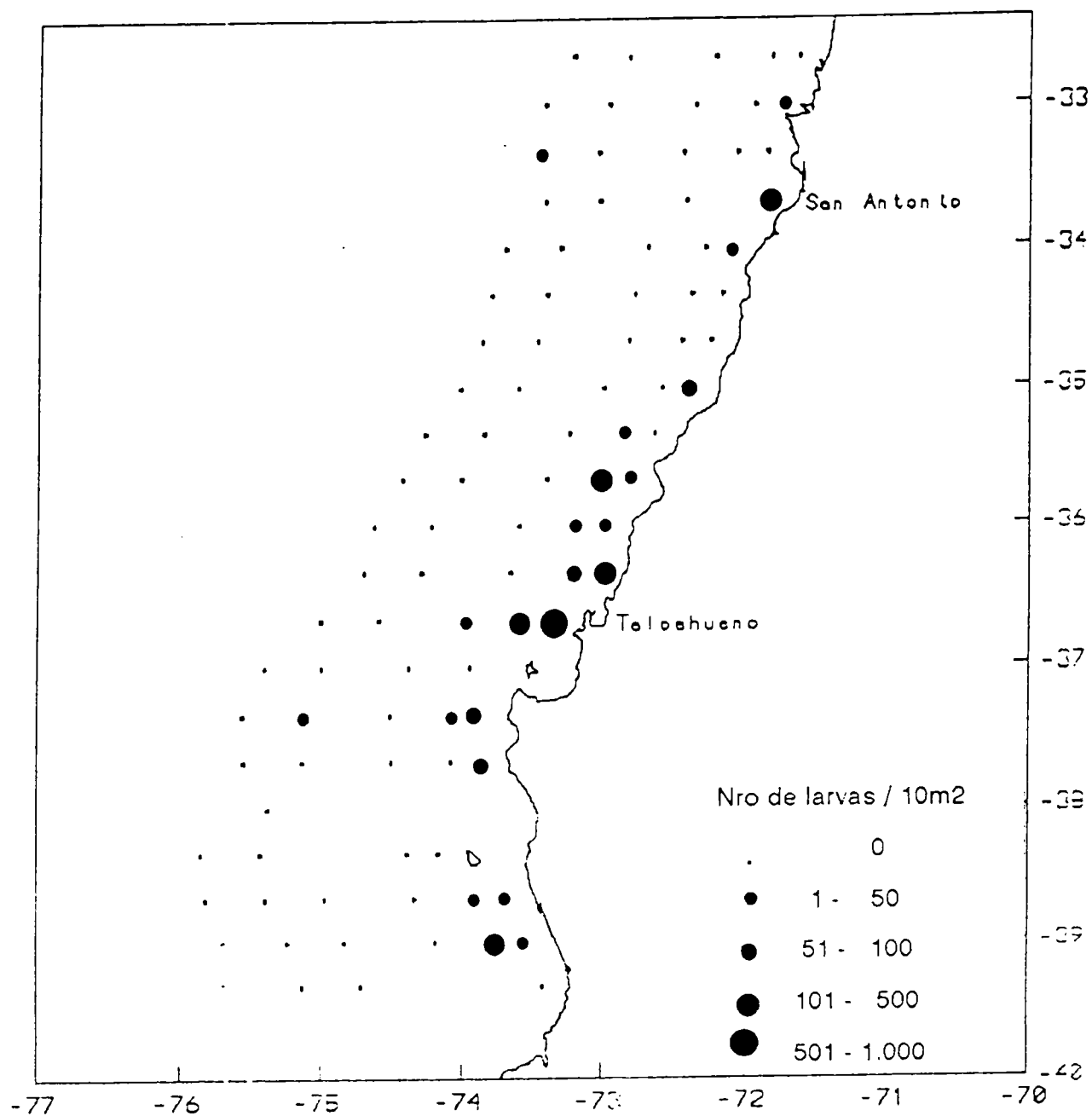


Fig. 73. Distribución espacial de larvas de M. gayi.

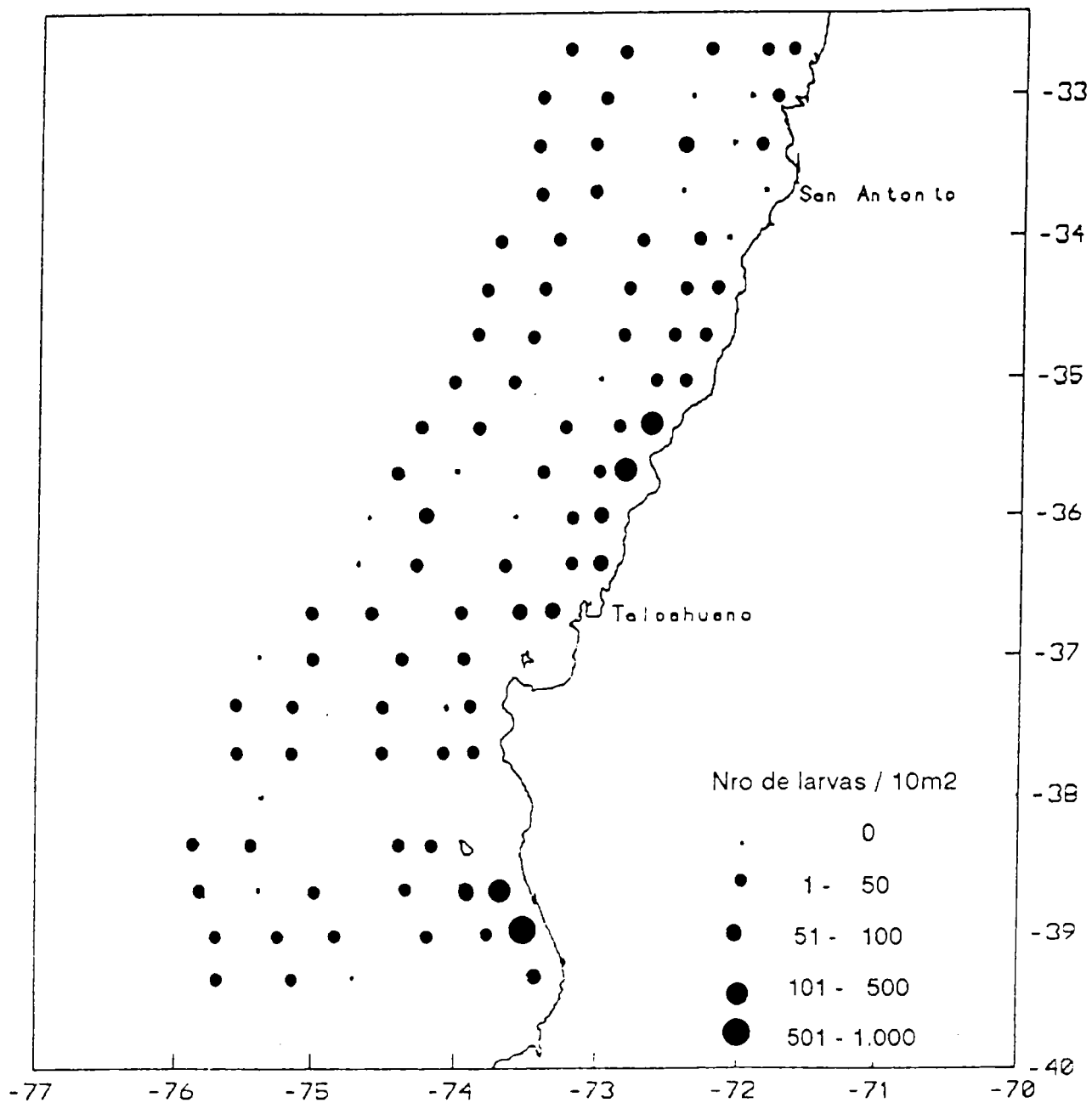


Fig. 74. Distribución espacial de Otras Larvas.

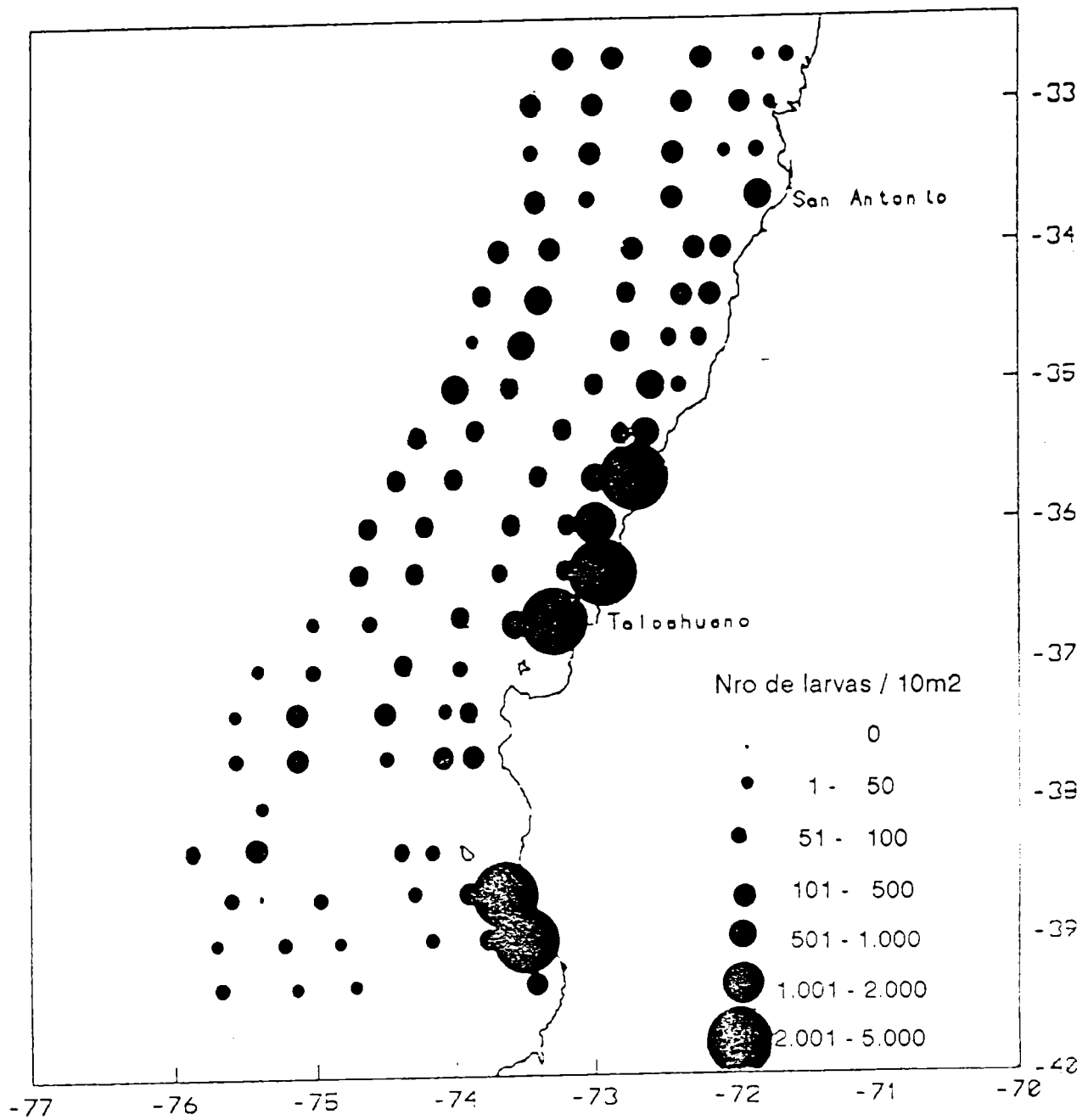


Fig. 75. Distribución espacial de Larvas Totales.

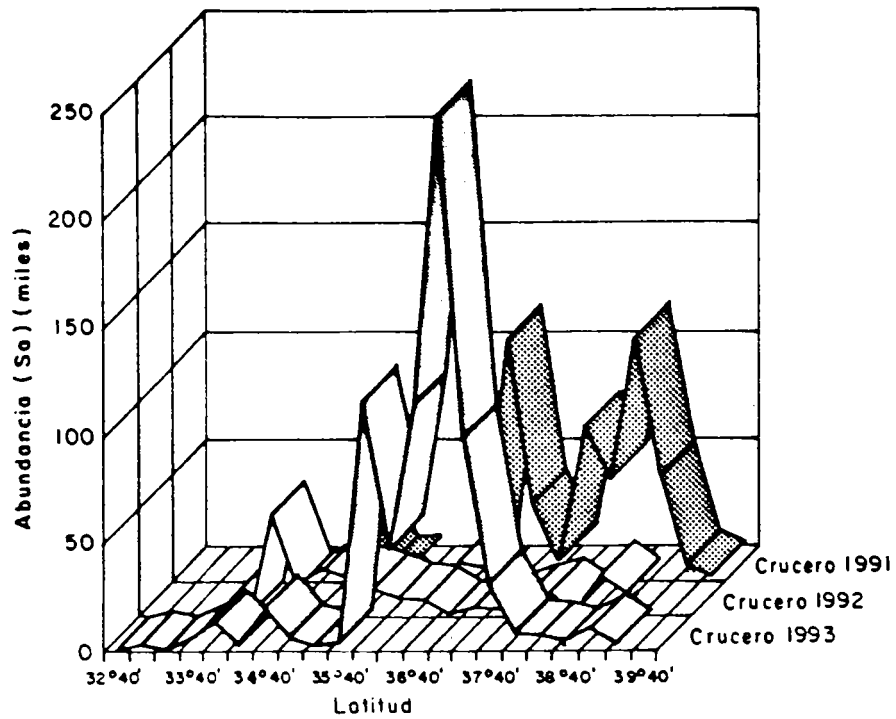


Fig. 76. Distribución geográfica de abundancia de jurel. Cruceros de 1991, 1992 y 1993.

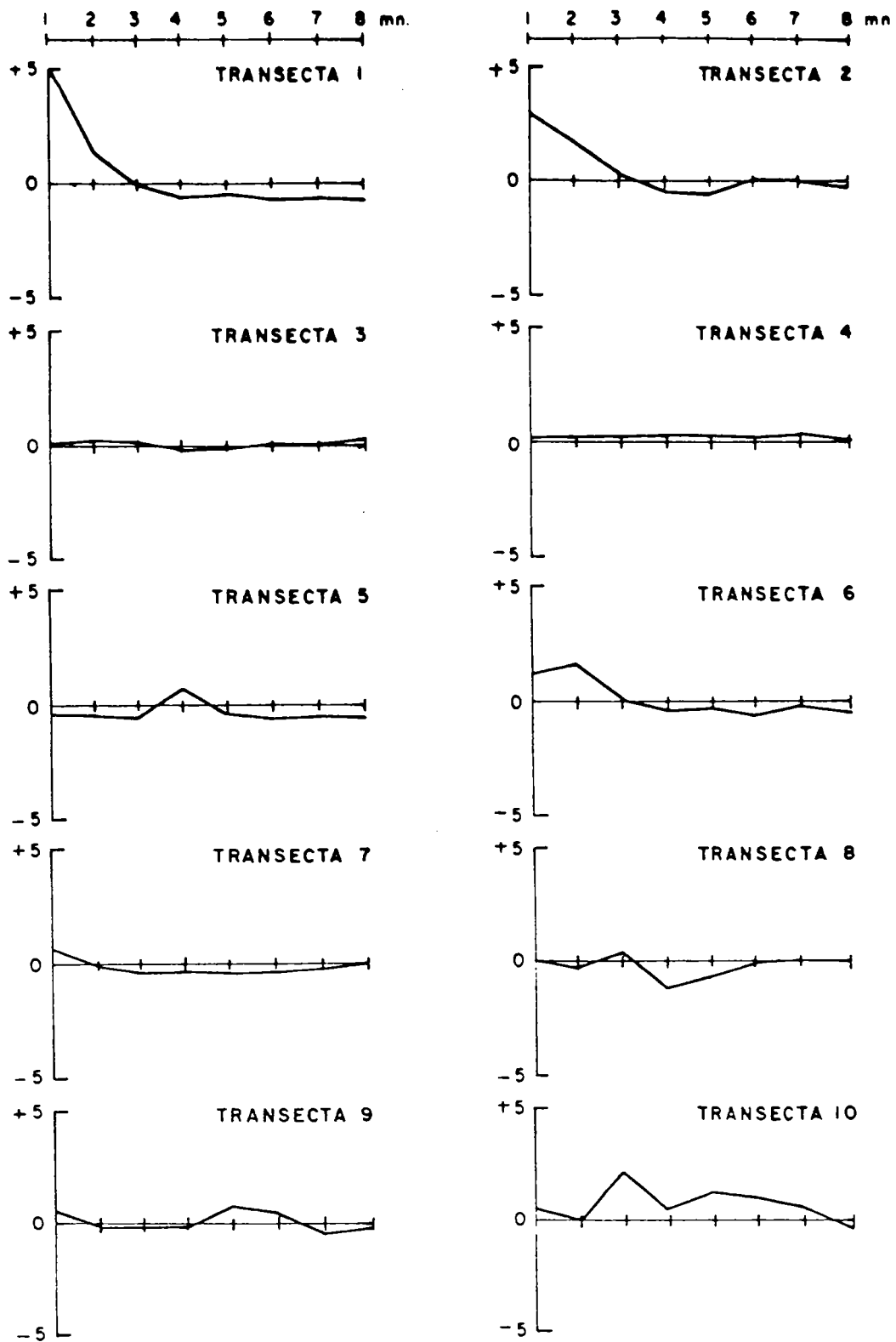


Fig. 77. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. Sector Punta Papudo a sur de Constitución. Crucero junio-julio de 1993.

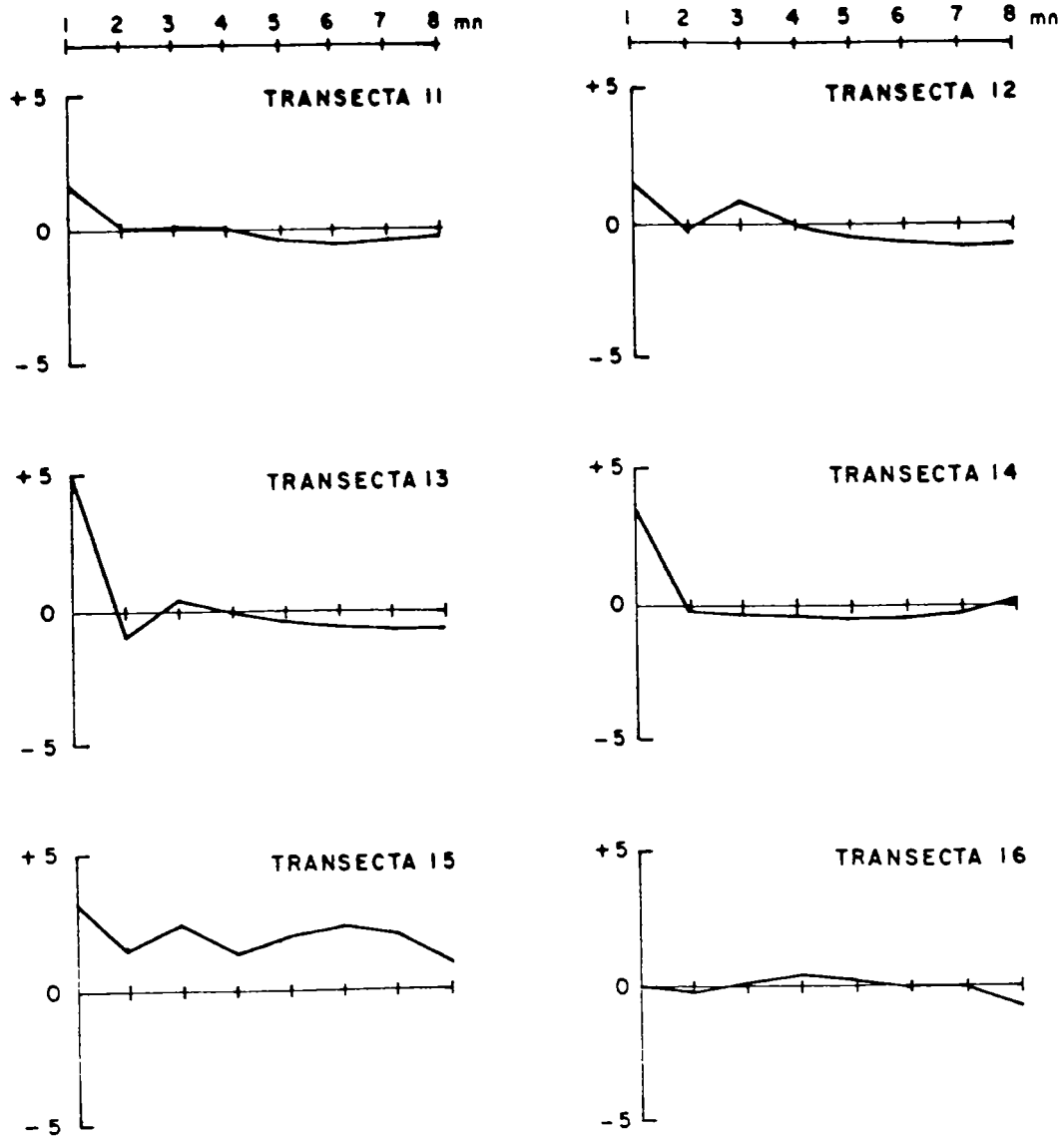


Fig. 78. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. Sector Punta Nugurne a Punta Morguilla. Crucero junio-julio de 1993.

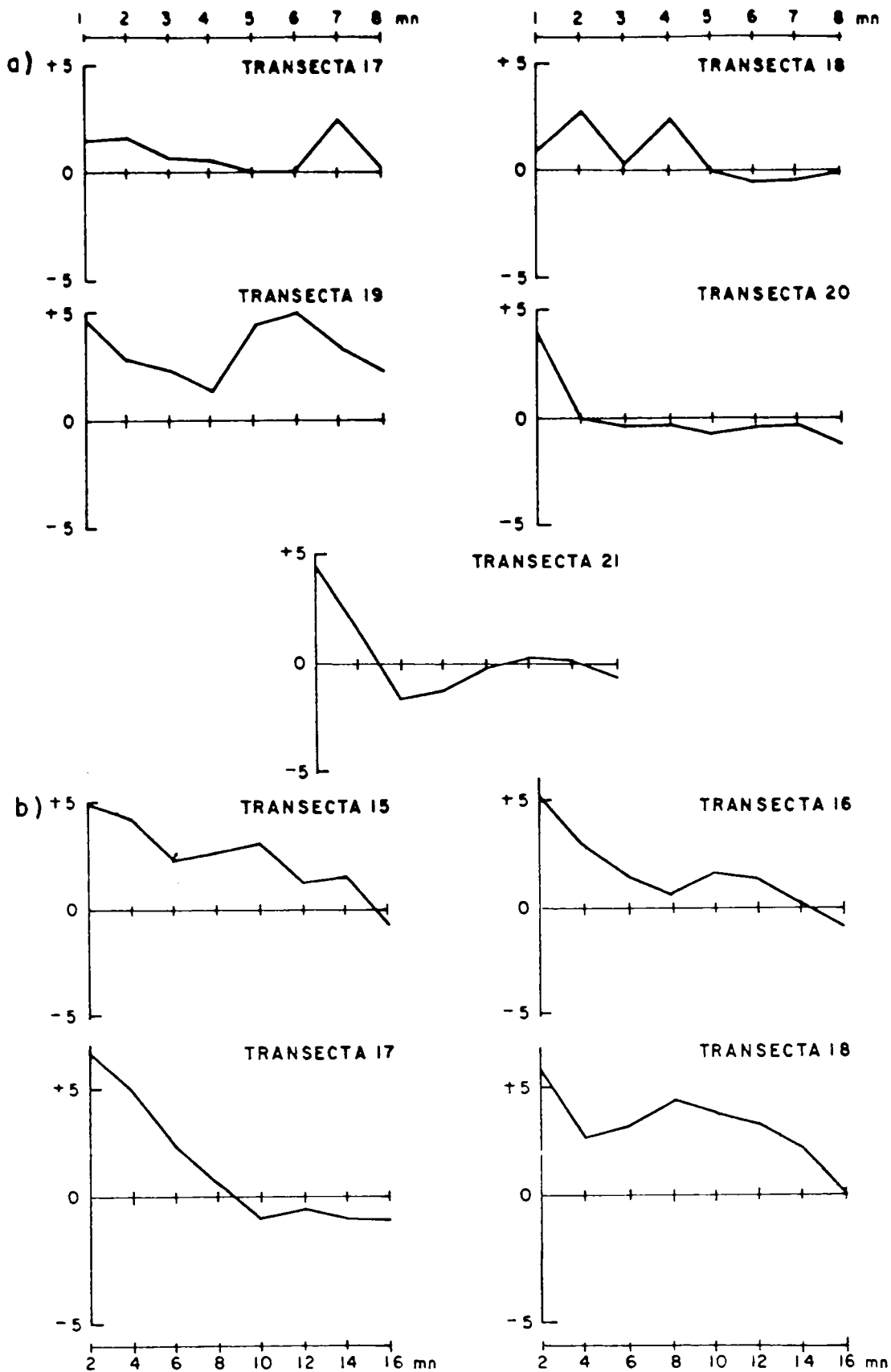


Fig. 79. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. a) Sector Punta Morguilla a Bahía Queule. Crucero junio-julio de 1993. b) Sector sur del crucero de noviembre-diciembre de 1992.

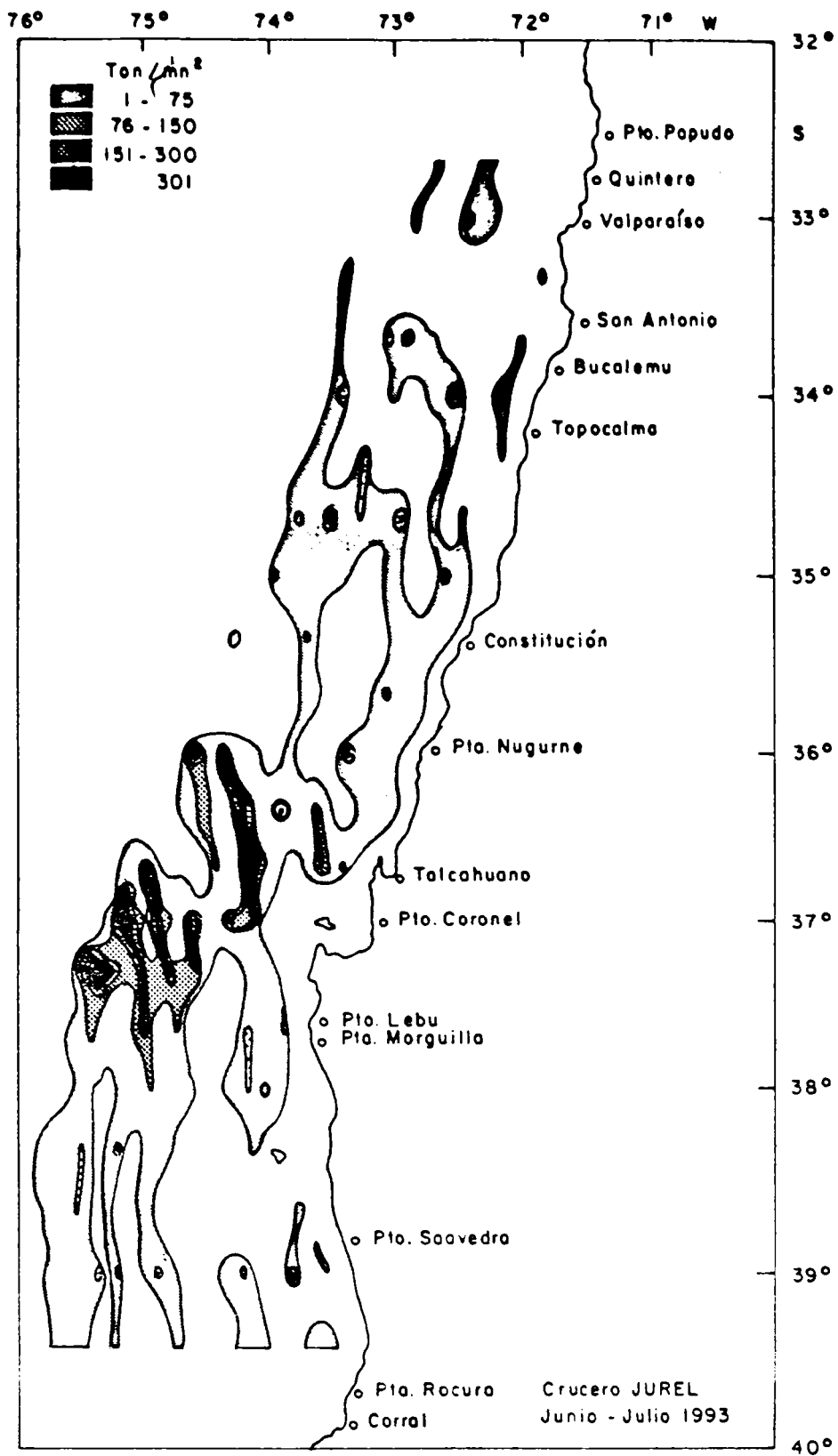
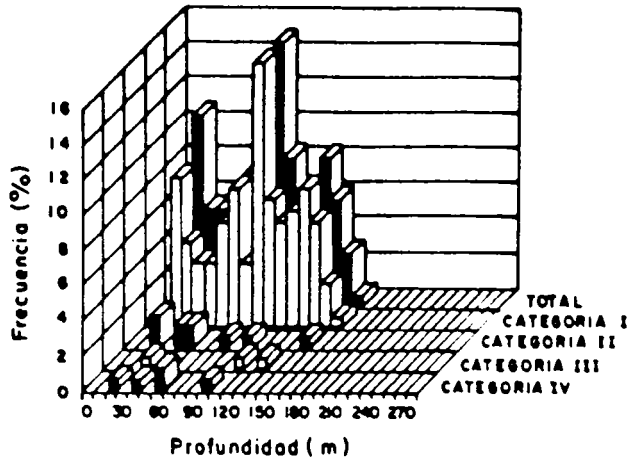
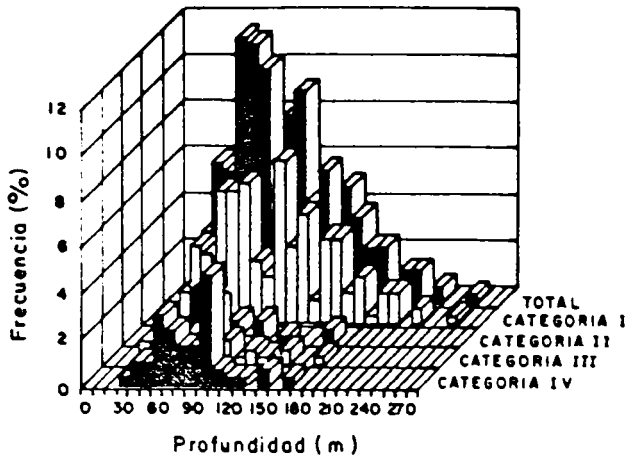


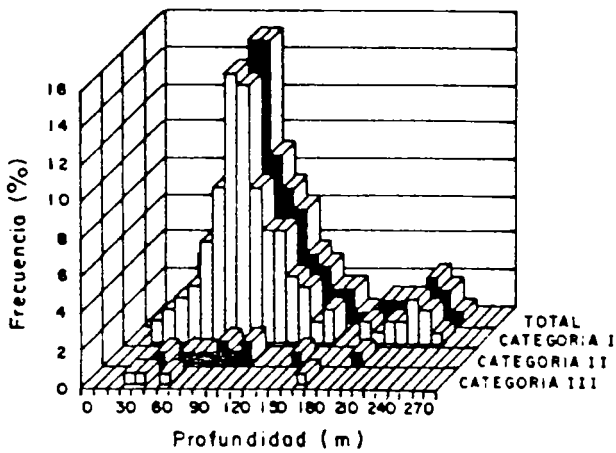
Fig. 80. Distribución geográfica de jurel. Crucero junio-julio de 1993.



a) Pto. Papudo al Sur de Constitución



b) Pta. Nugurne a. Pta. Morquillo



c) Pta. Morquillo a Bahía Queule

Fig. 81. Distribución en profundidad de jurel por sectores. junio-julio de 1993.

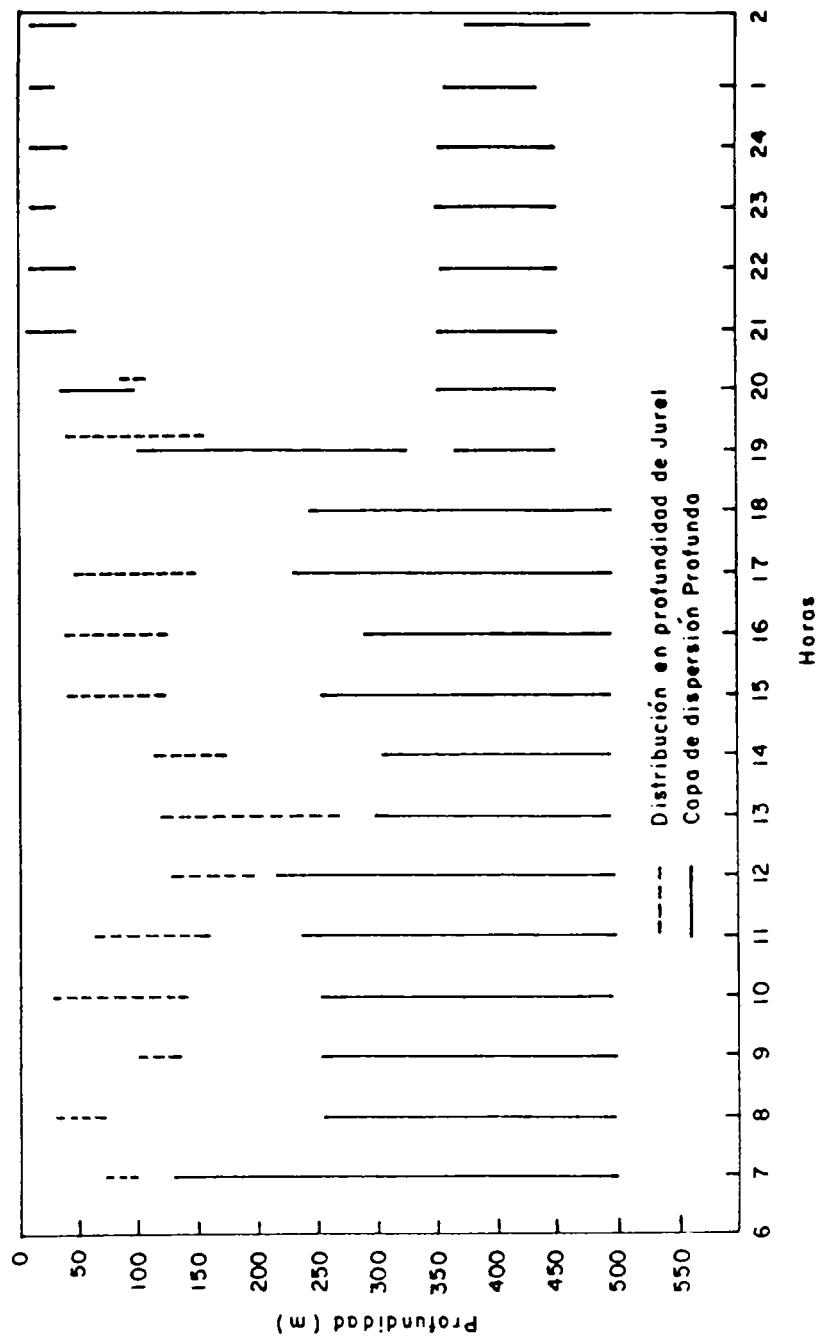


Fig. 82. Distribución en profundidad de jurel y su relación con la dinámica de la capa de dispersión profunda.

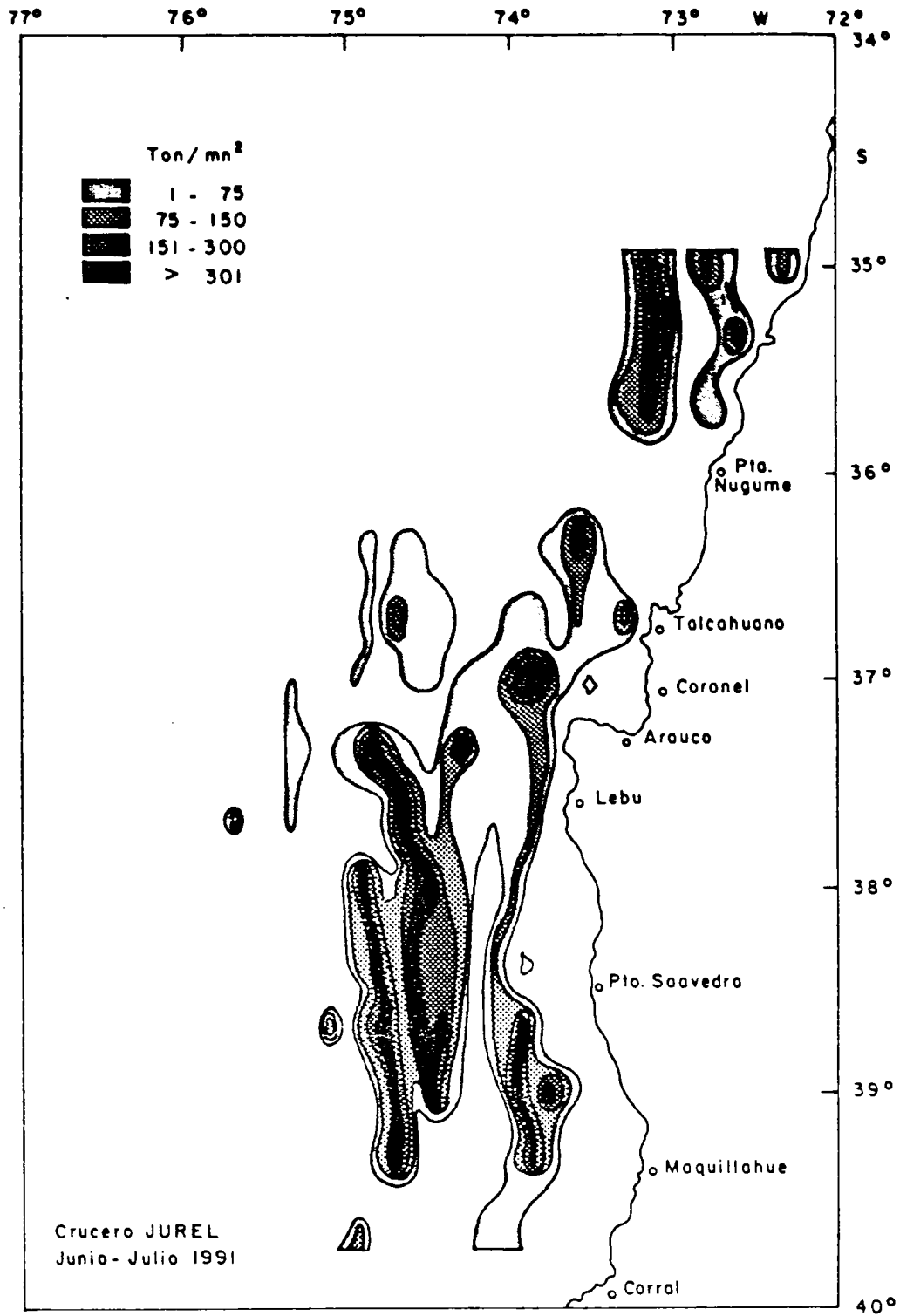


Fig. 83. Distribución geográfica de jurel. Crucero junio-julio de 1991.

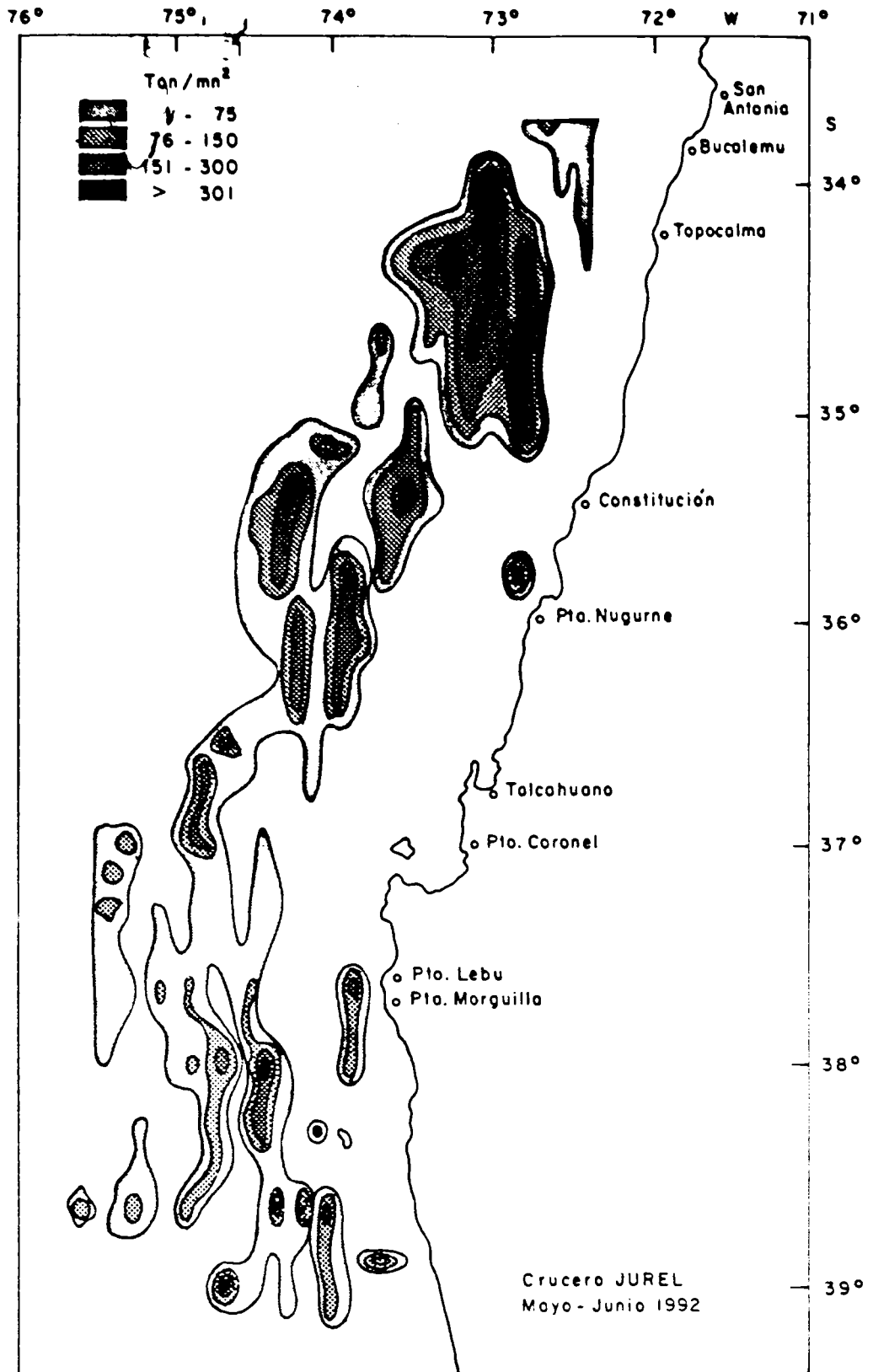


Fig. 84. Distribución geográfica de jurel. Crucero mayo-junio de 1992.

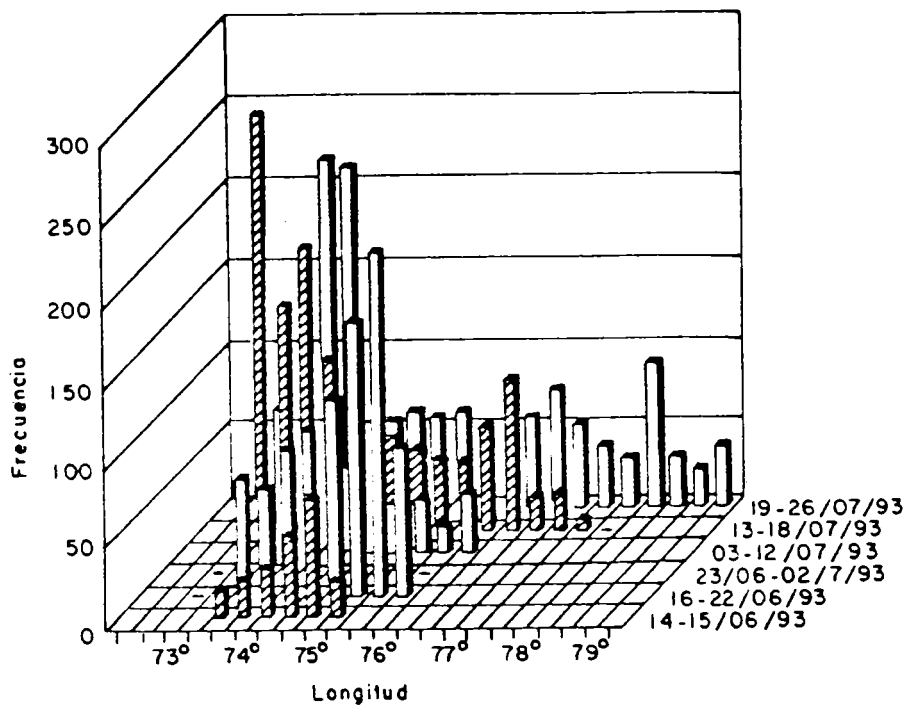
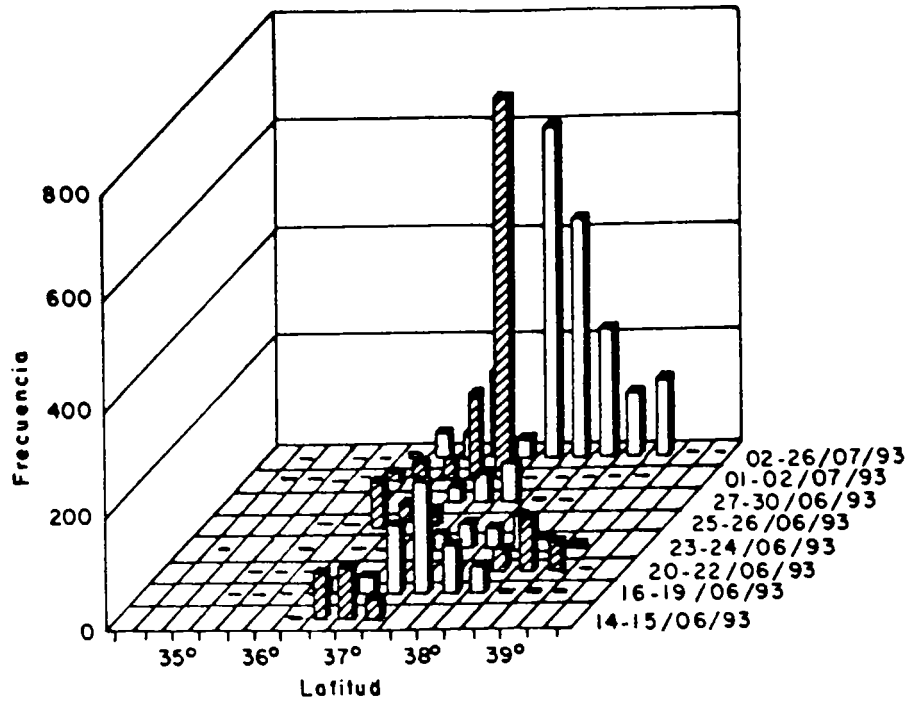


Fig. 85. Posición de la flota cerquera de la VIII región (14.06.93-26.07.93).

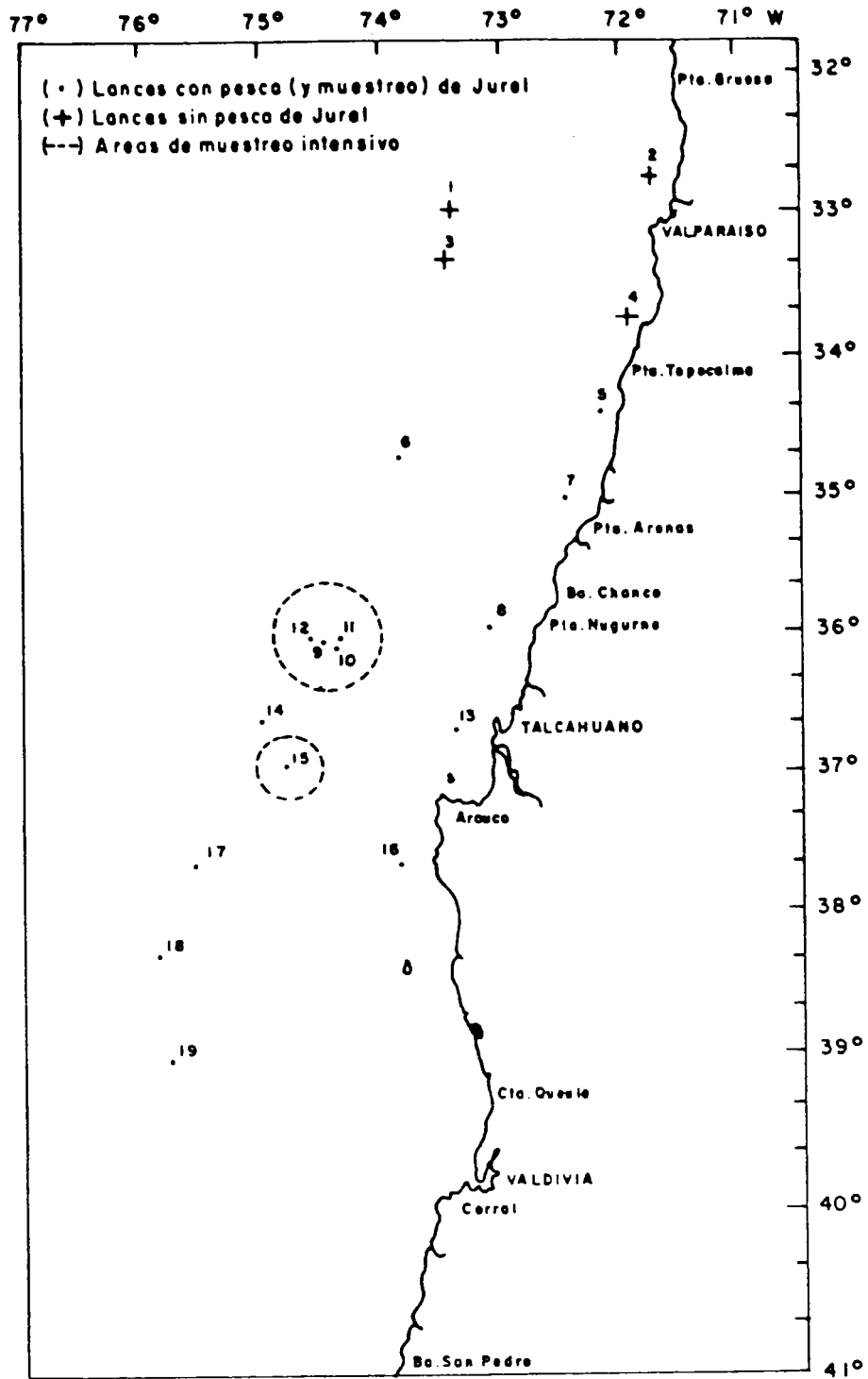


Fig. 86. Posición de los lances de pesca realizados en el crucero de junio-julio de 1993.

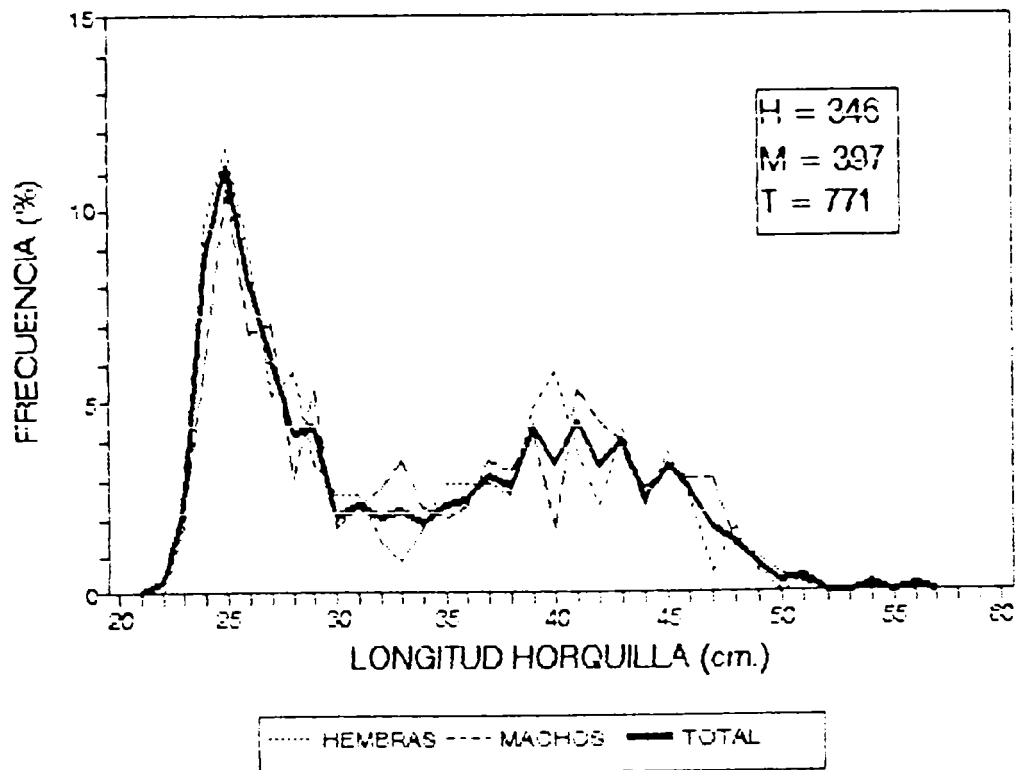


Fig. 87. Distribución de tallas por sexo y total en jurel. Crucero de junio-julio de 1993.

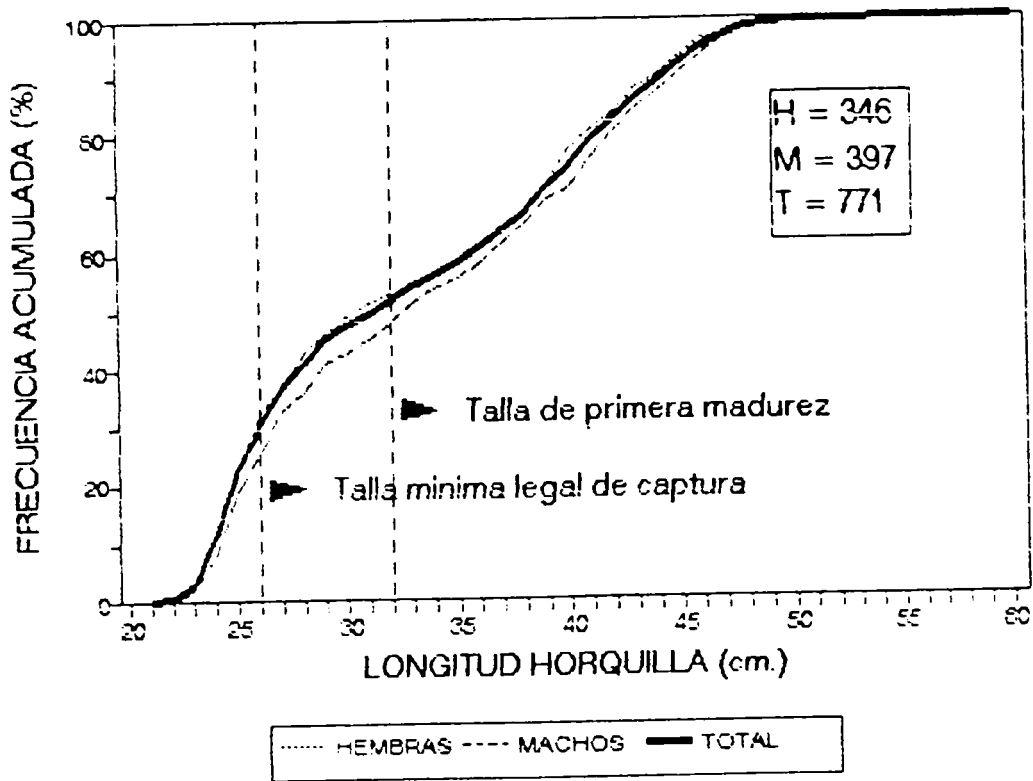


Fig. 88. Distribución acumulada de tallas por sexo y total en jurel. Crucero de junio-julio de 1993.

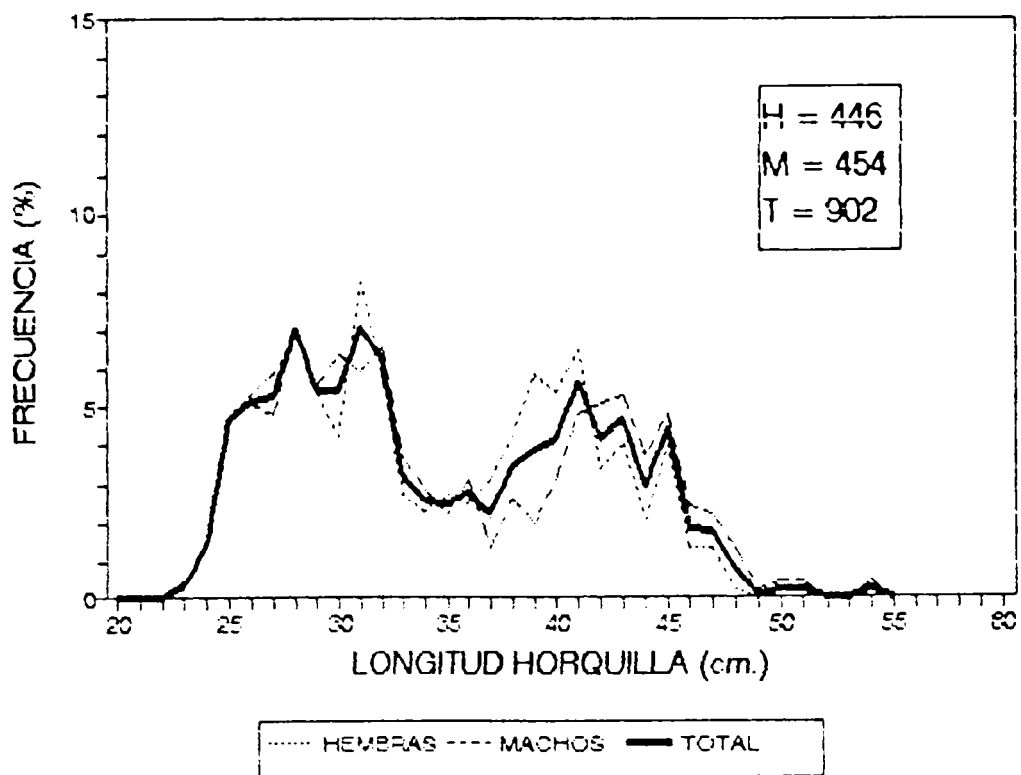


Fig. 89. Distribución de tallas por sexo y total en jurel. Muestreos de la flota cerquera de la VIII Región. Junio-julio de 1993.

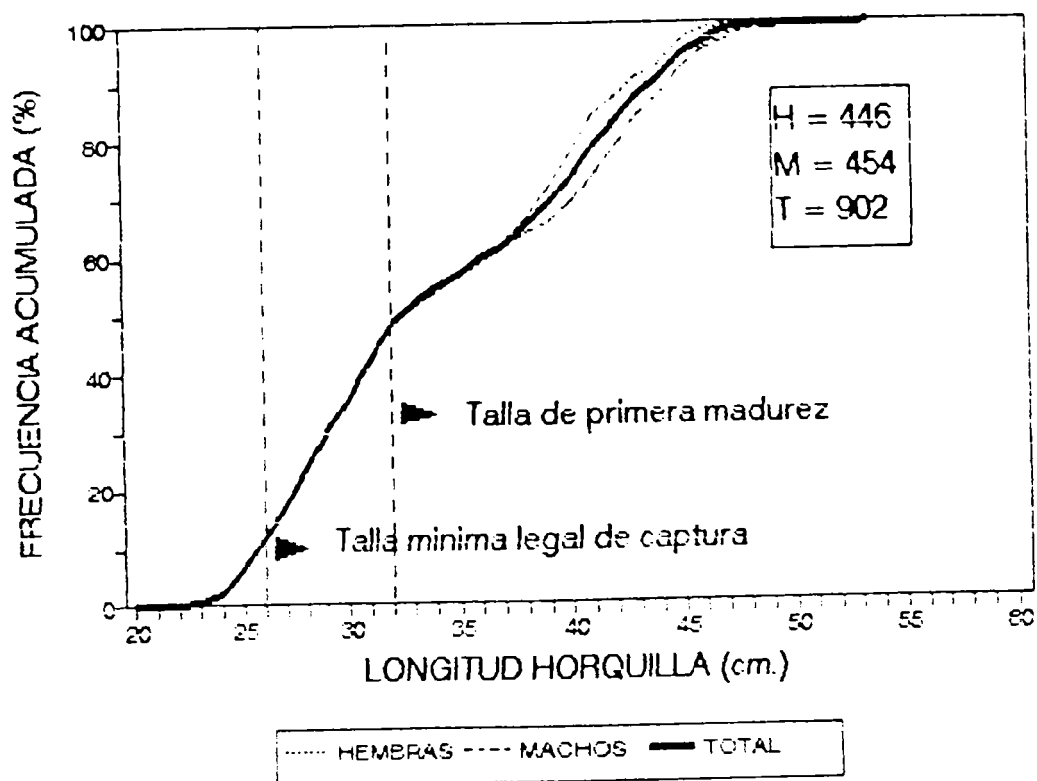


Fig. 90. Distribución acumulada de tallas por sexo y total en jurel. Muestras de la flota cerquera de la VIII Región. Junio-julio de 1993.

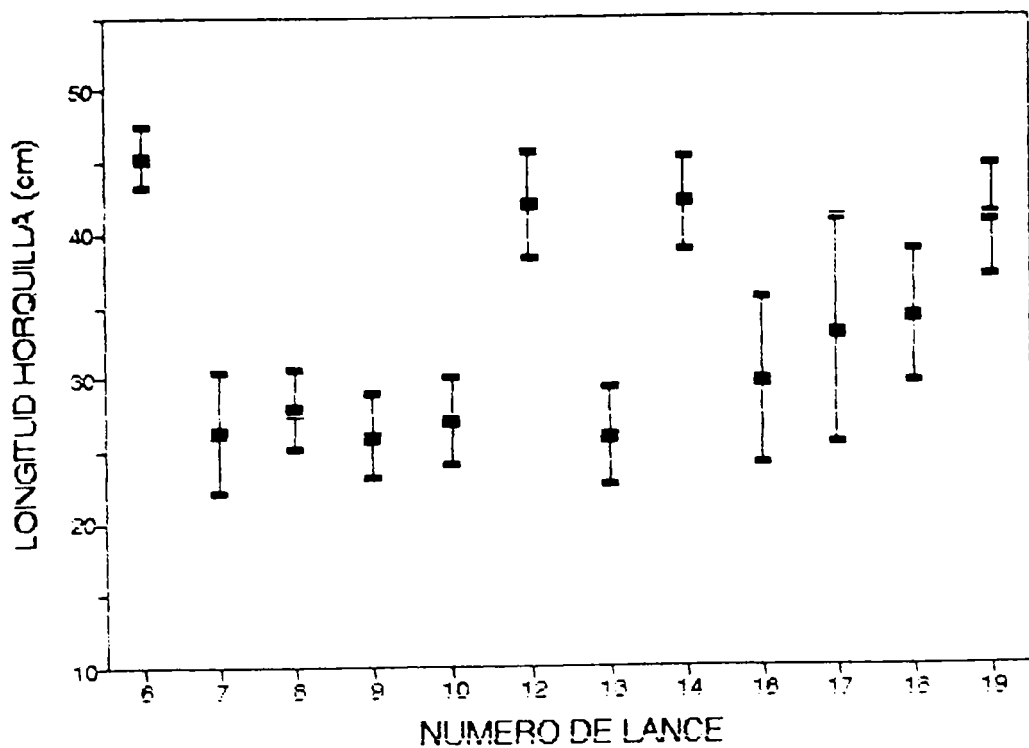


Fig. 91. Tamaño promedio y desviación estándar de la distribución de tallas de jurel por lance de pesca muestreado (muestras de 50 ejemplares). Crucero de junio-julio de 1993.

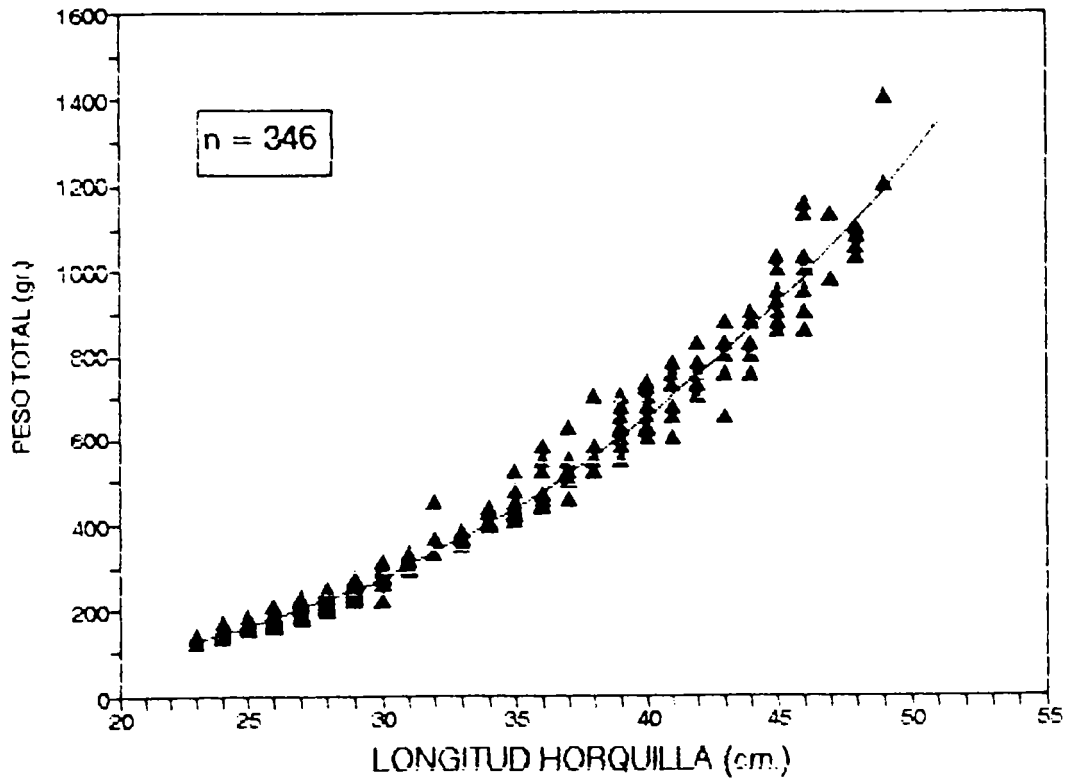


Fig. 92. Distribución de tallas y pesos muestreados y modelo ajustado. Hembras de jurel. Crucero junio-julio de 1993.

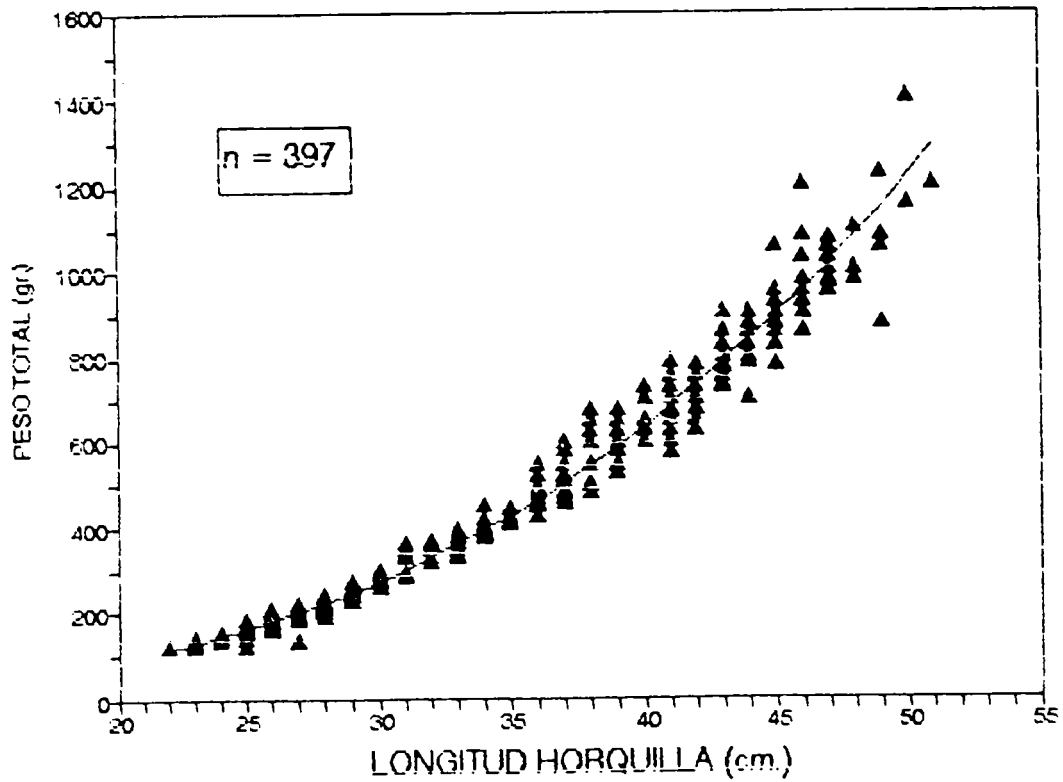


Fig. 93. Distribución de tallas y pesos muestreados y modelo ajustado. Machos de jurel. Crucero junio-julio de 1993.

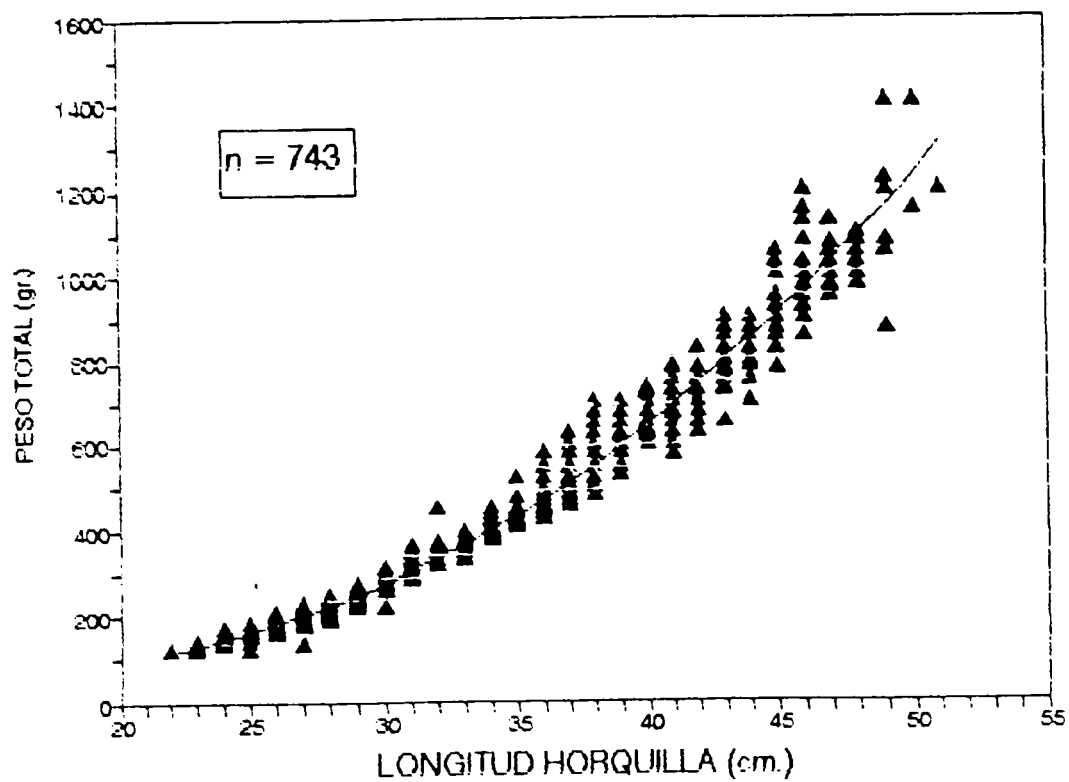


Fig. 94. Distribución de tallas y pesos muestreados y modelo ajustado. Jurel. Crucero junio-julio de 1993.

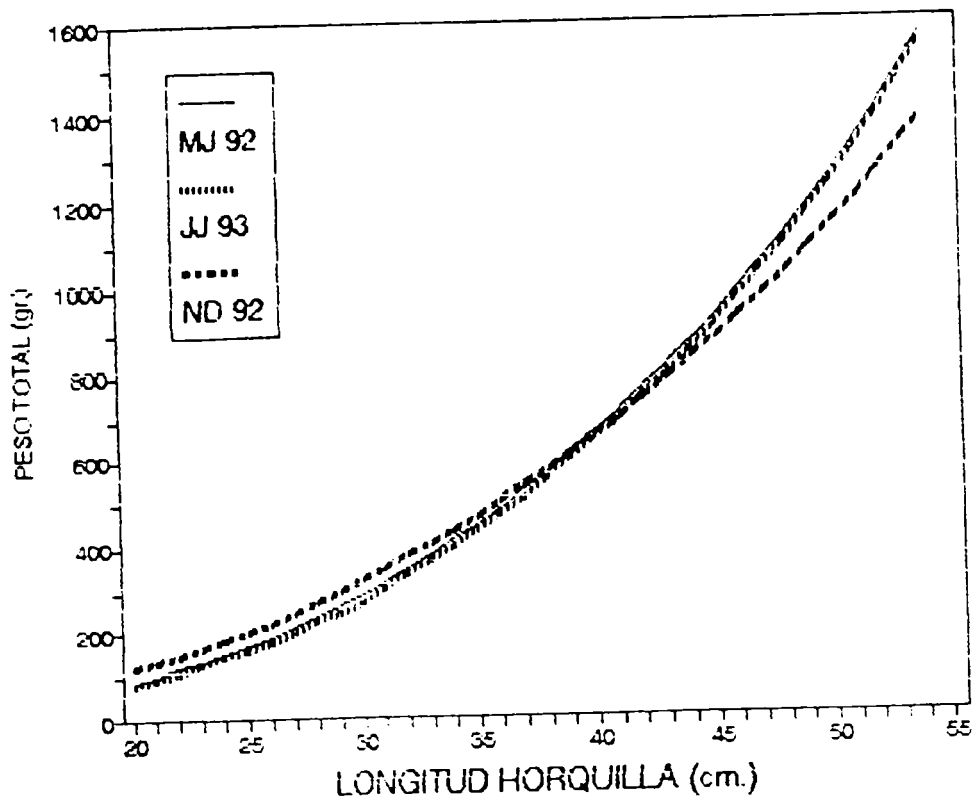


Fig. 95. Modelos estimados para las relaciones longitud-peso en jurel muestreado en tres cruceros de evaluación.

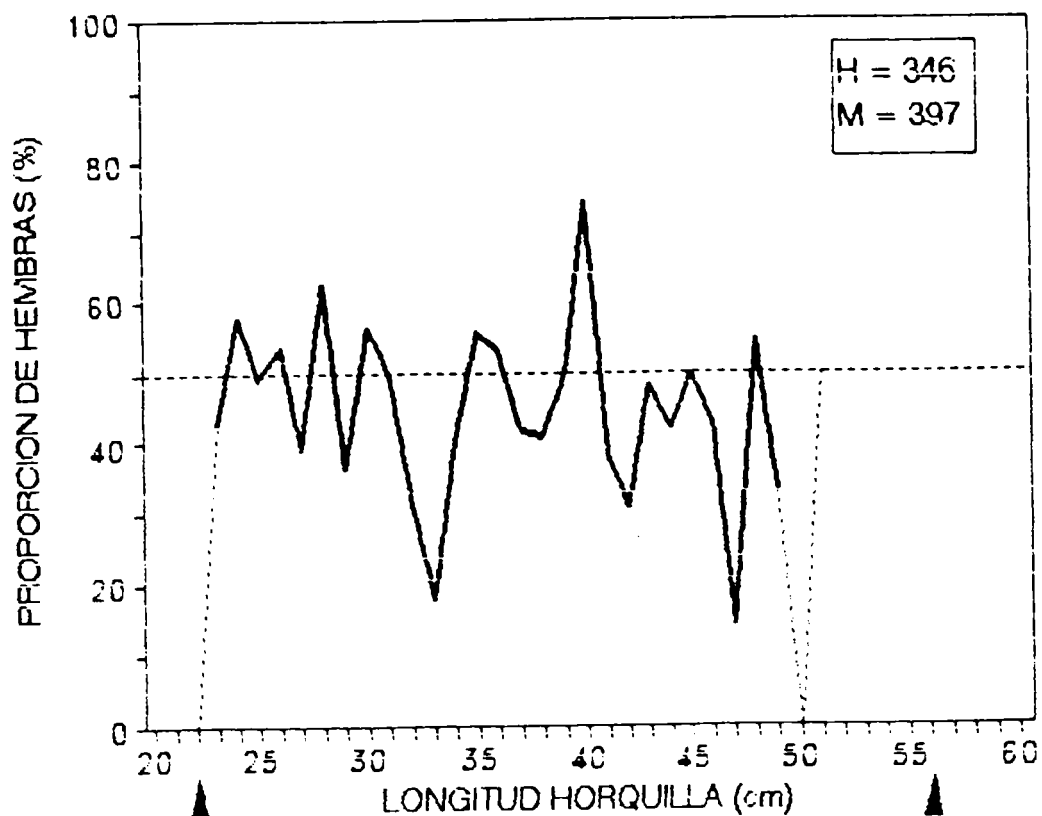


Fig. 96. Proporción sexual por rango de tallas en jurel. Crucero junio-julio de 1993. Las flechas indican los límites de las tallas muestreadas. La línea continua rangos con $n > 5$ ejemplares.

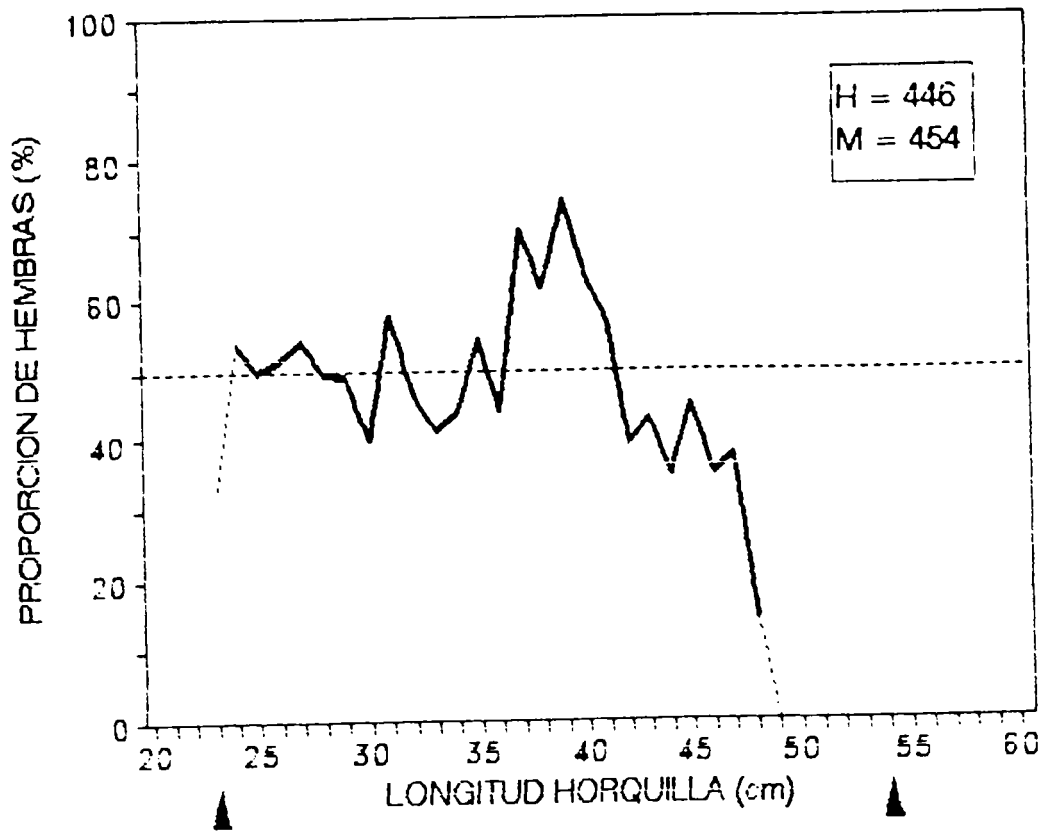


Fig. 97. Proporción sexual por rango de tallas en jurel. Muestreo de la pesca de cerco en junio-julio de 1993. Las flechas indican los límites de las tallas muestreadas. La línea continúa rangos con $n > 5$ ejemplares.

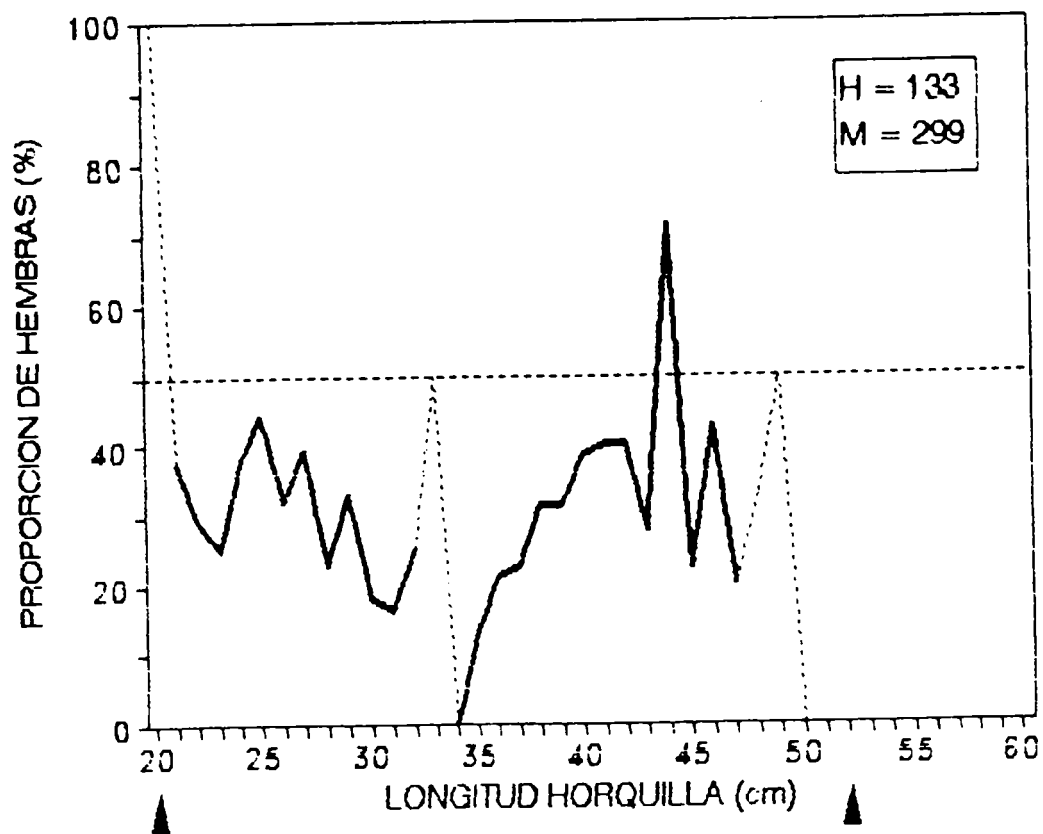


Fig. 98. Proporción sexual por rango de tallas en jurel. Crucero mayo-junio de 1993. Las flechas indican los límites de las tallas muestreadas. La línea continua rangos con $n > 5$ ejemplares.

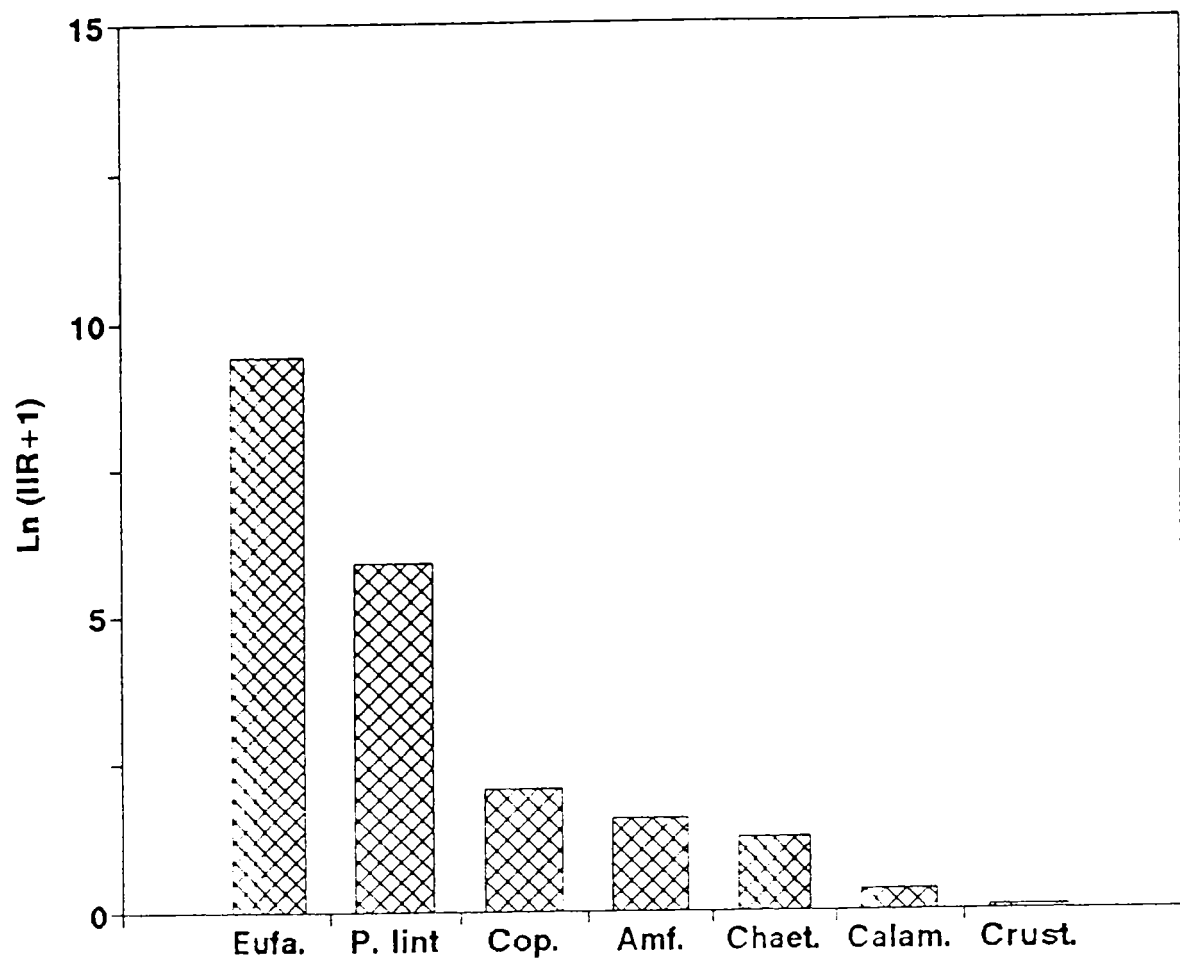


Fig. 99. Importancia relativa de las presas de jurel.

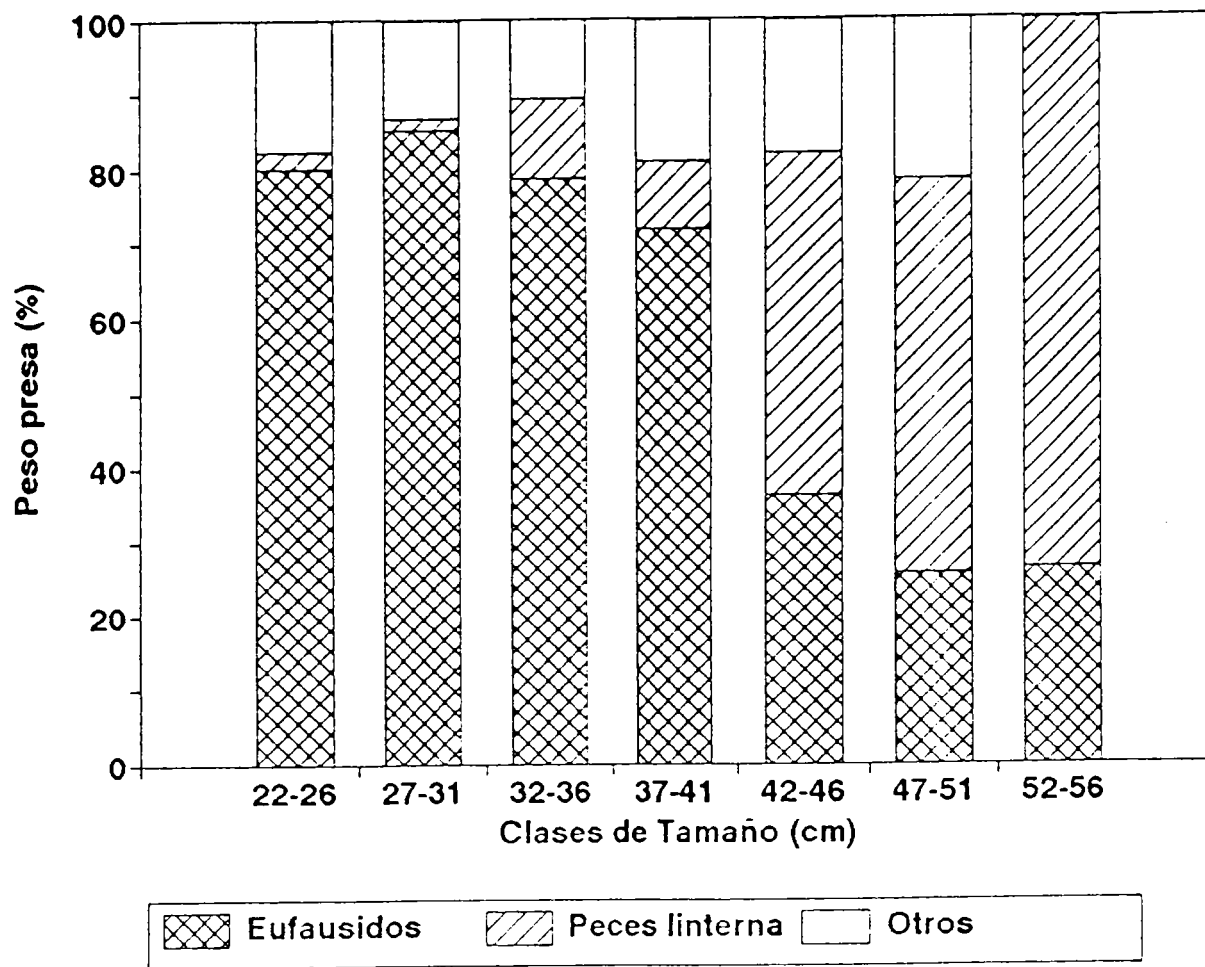


Fig. 100. Composición del alimento (porcentaje en peso) por grupos de tamaño del jurel

ISU Jurel invierno '93

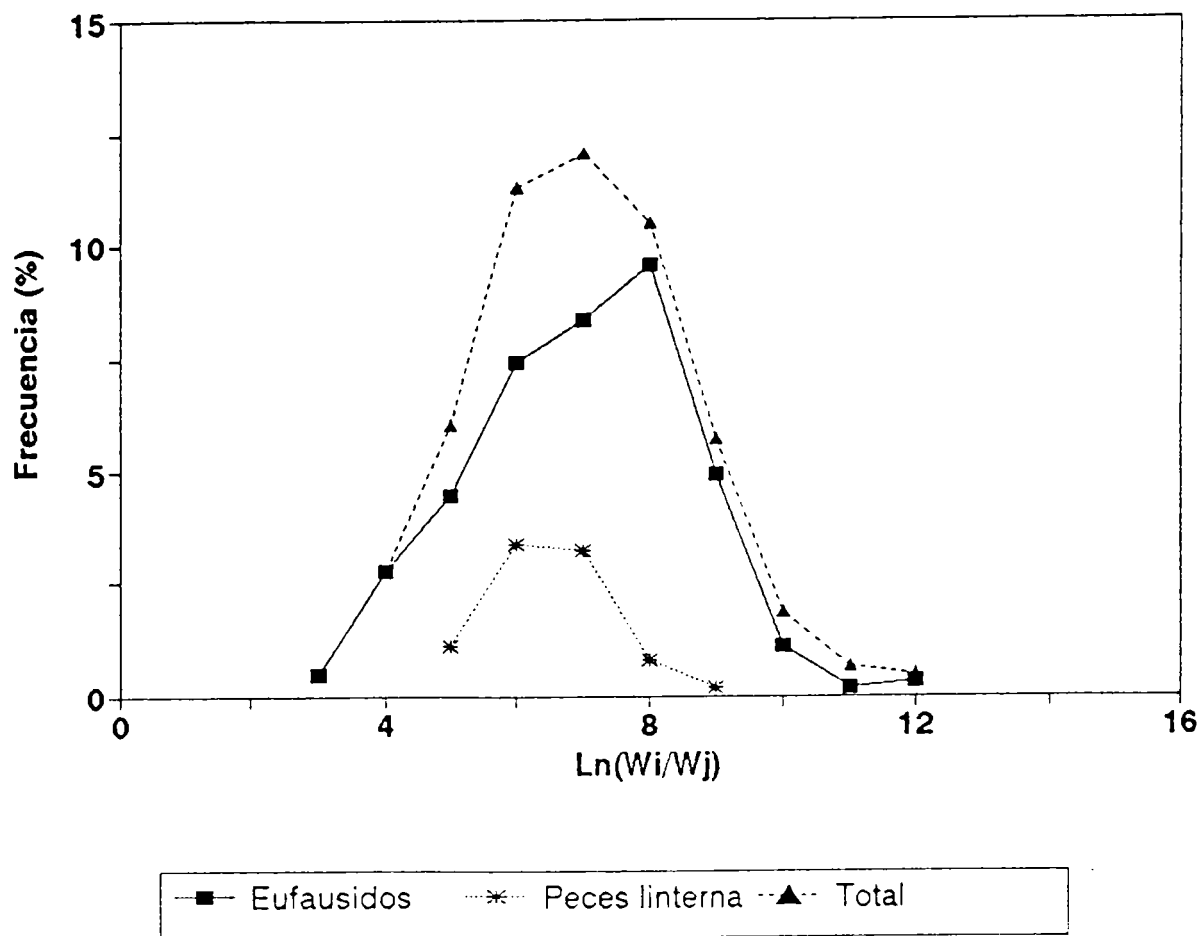


Fig. 101. Selectividad de presas por tamaño del jurel en sus dos principales presas y total.

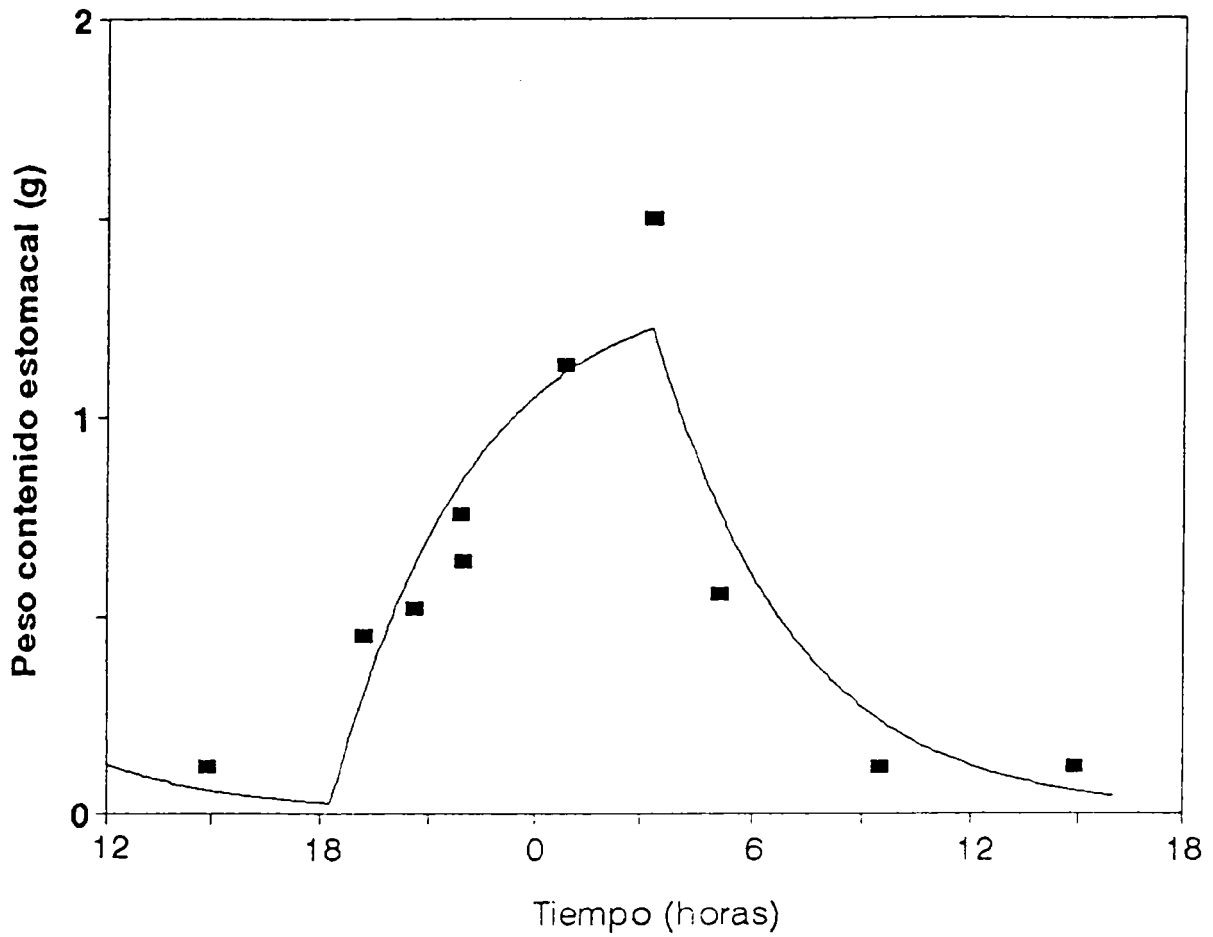


Fig. 102. Ciclo diario de alimentación del jurel, considerando todas sus presas. Los puntos señalan el promedio móvil por pares. El ajuste fue realizado con el software MAXIMS (Jarre et al., 1990).

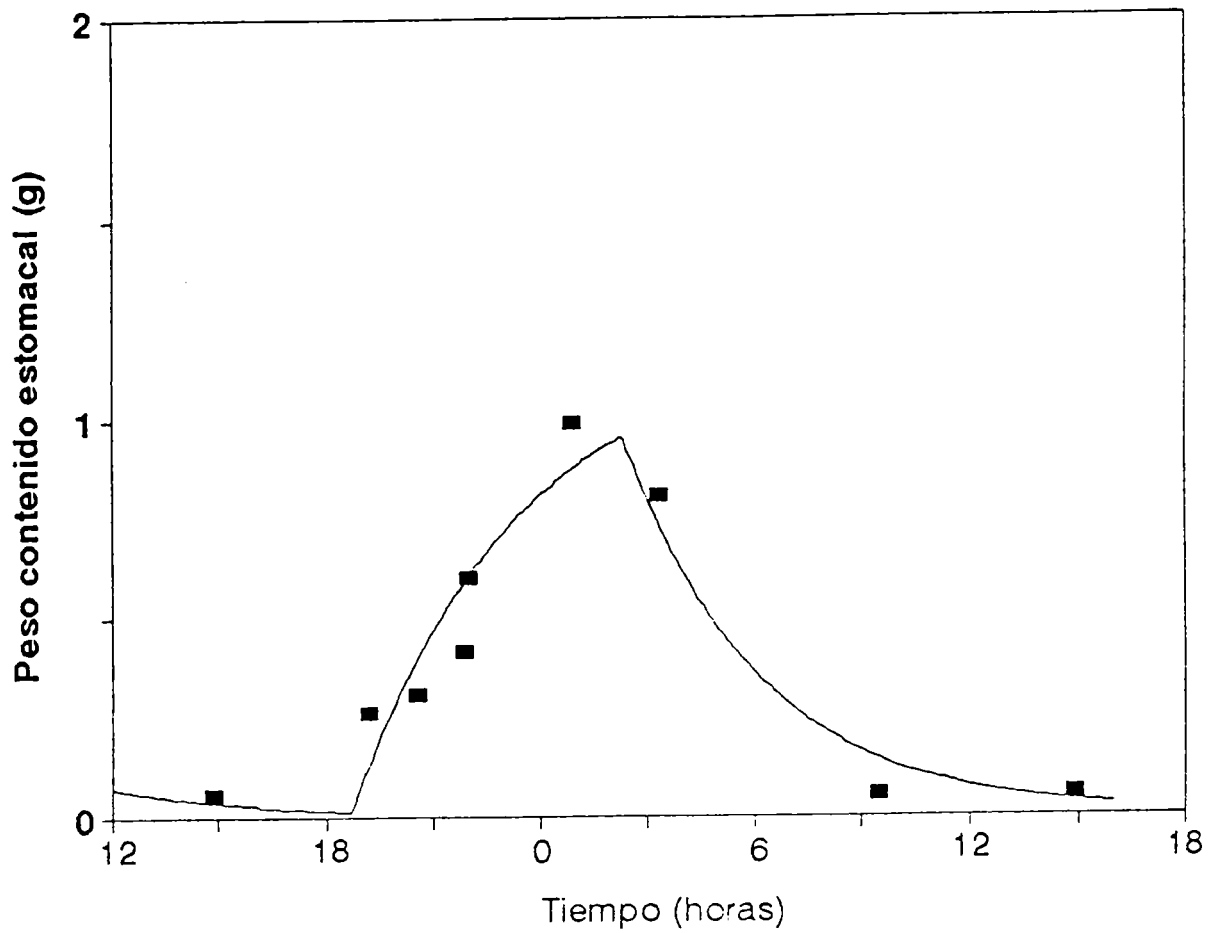


Fig. 103. Ciclo diario de alimentación del jurel, considerando sólo a los eufáusidos. Los puntos señalan el promedio móvil por pares. El ajuste fue realizado con el software MAXIMS (Jarre et al., 1990).

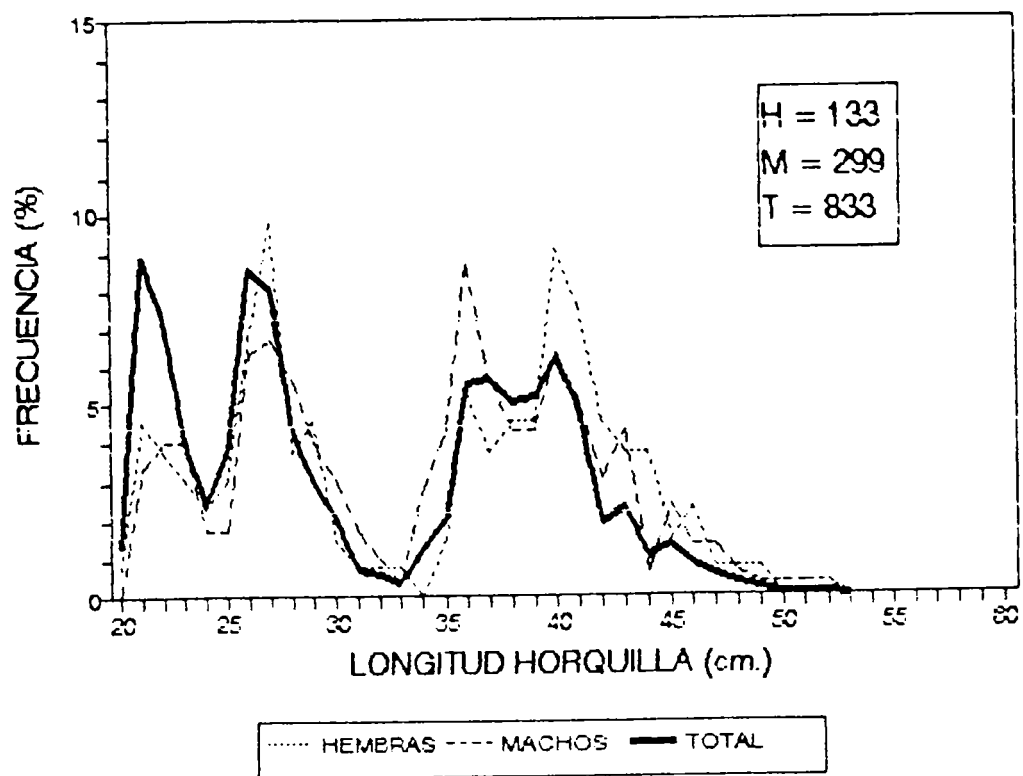


Fig. 104. Distribución de tallas por sexo y total en jurel. Crucero de mayo-junio de 1992.

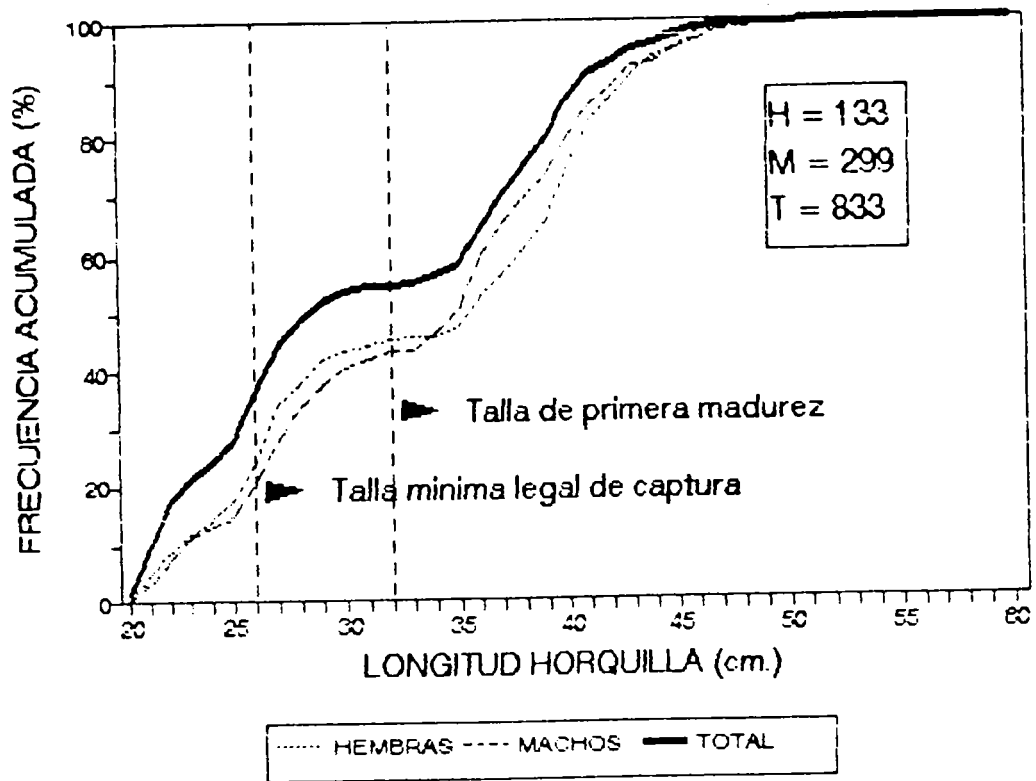


Fig. 105. Distribución acumulada de tallas por sexo y total en jurel. crucero de mayo-junio de 1992.

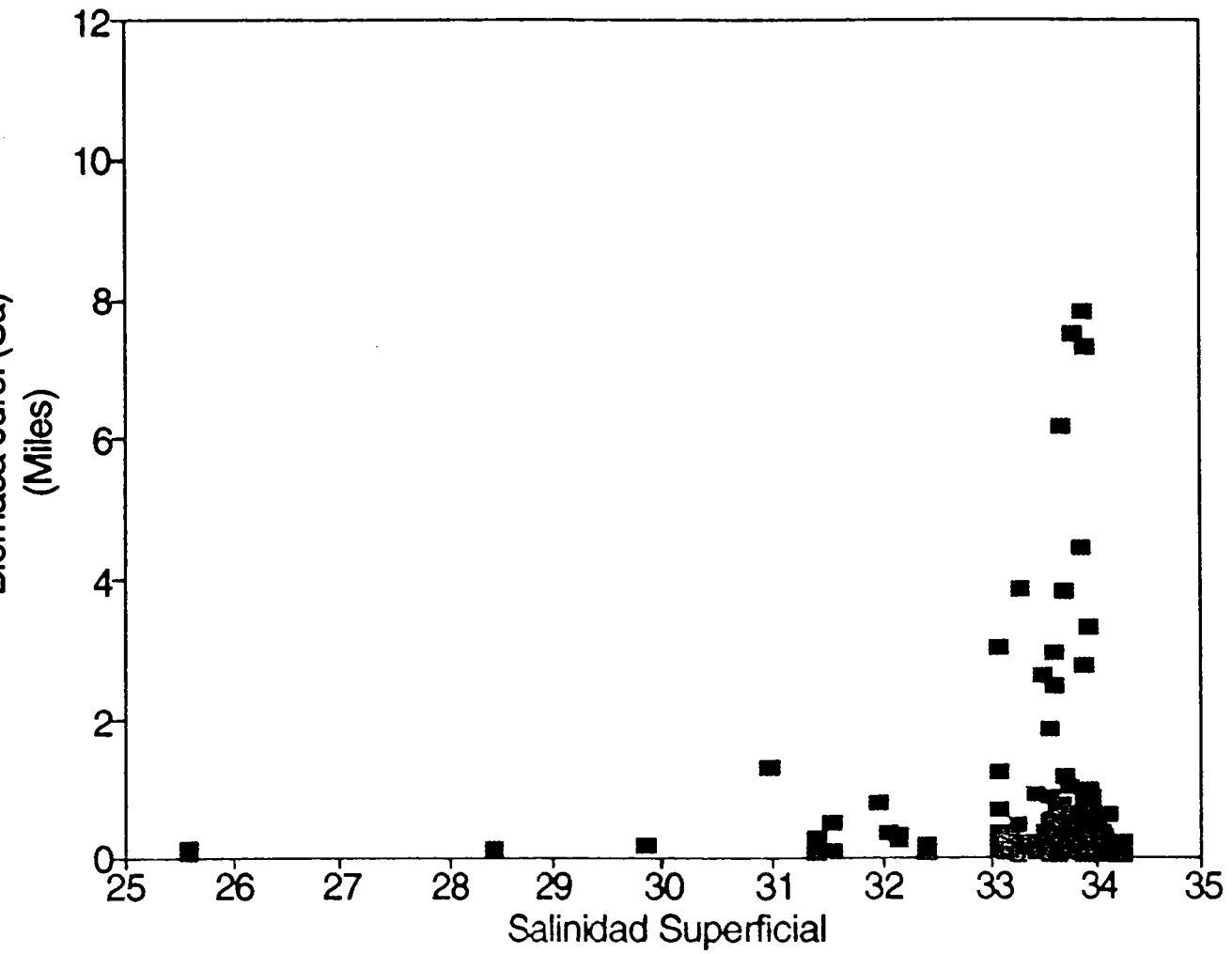


Fig. 106. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la salinidad superficial.

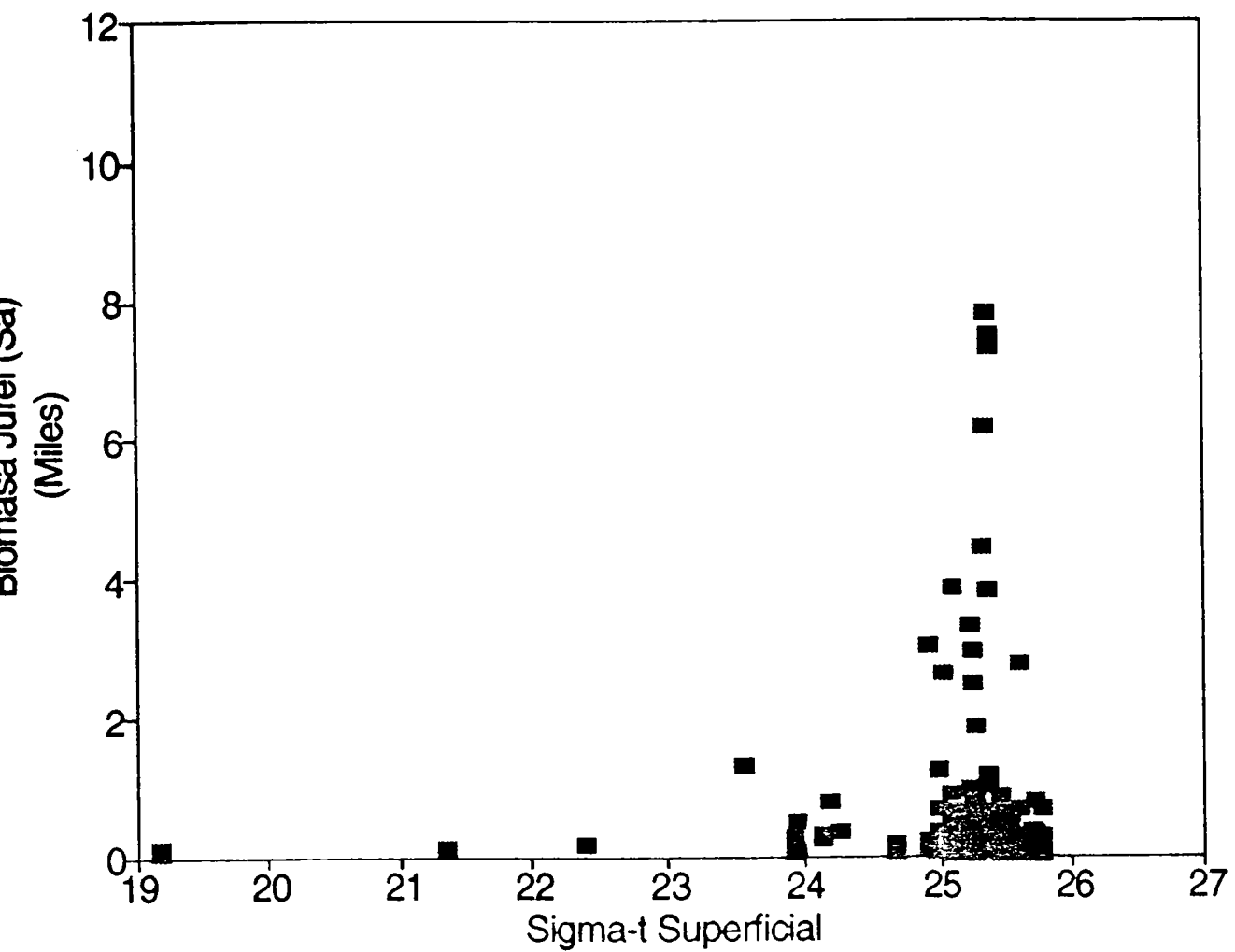


Fig. 107. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la densidad superficial (kg/m^3).

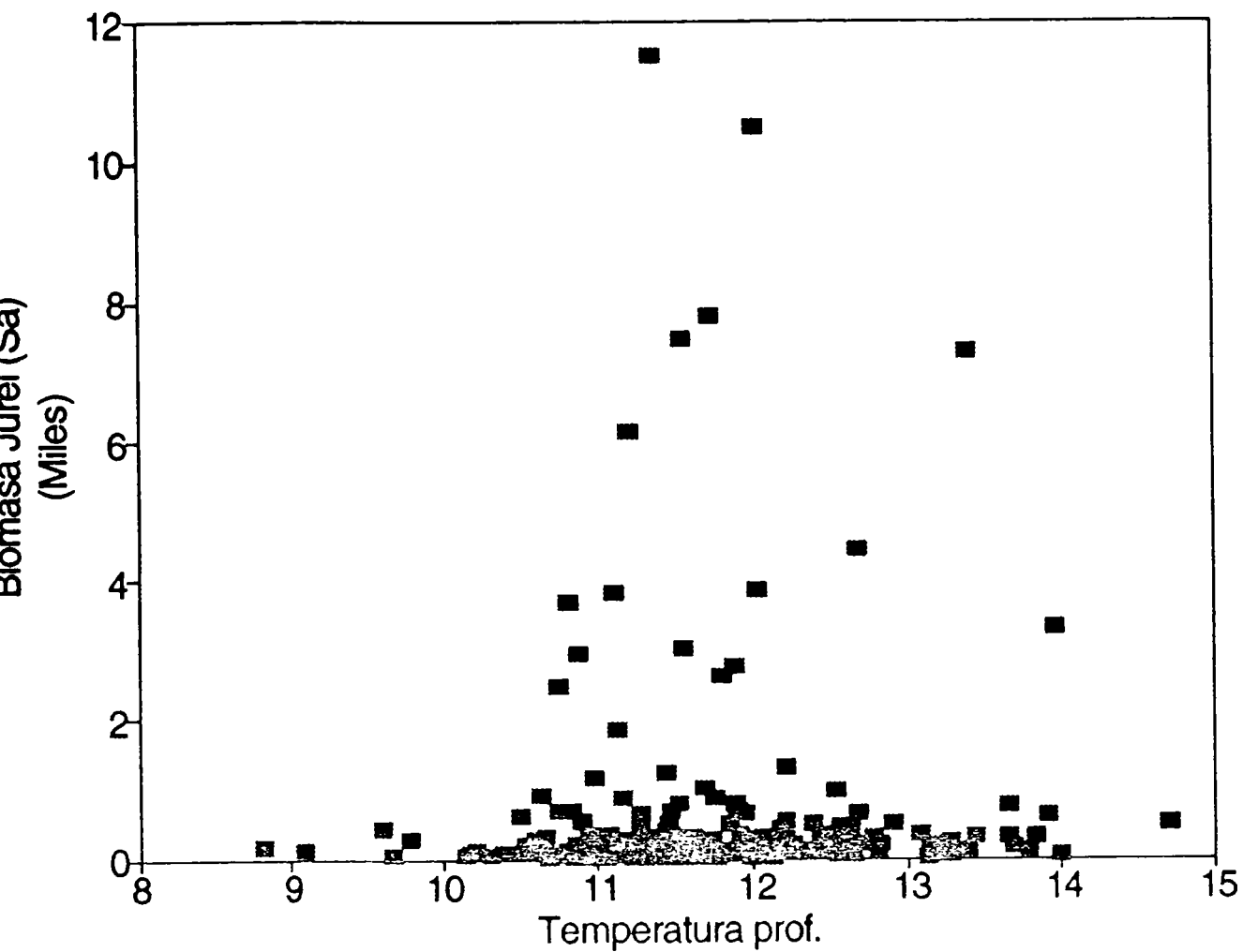


Fig. 108. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la temperatura (°C; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).

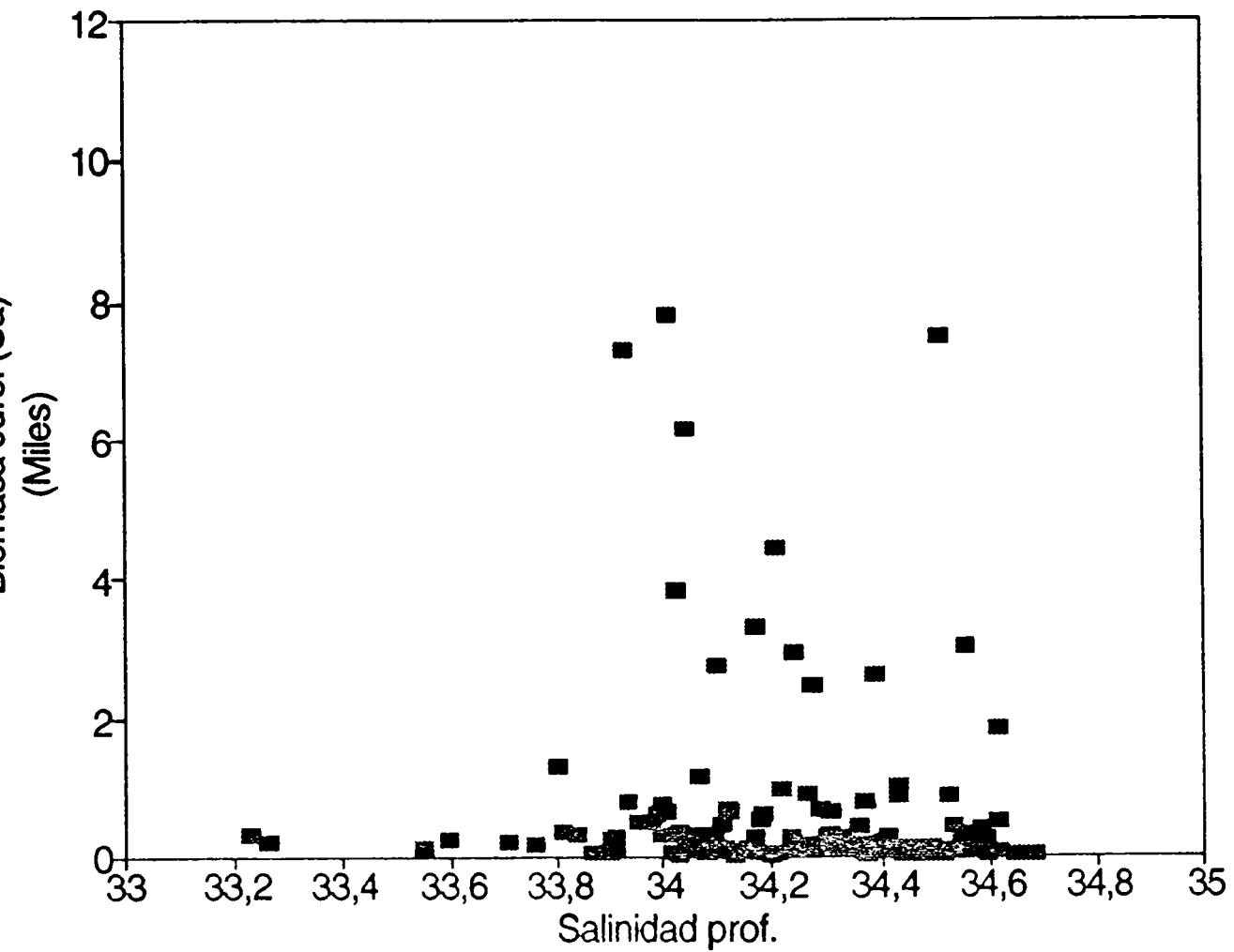


Fig. 109. Relación entre la biomasa del jurel (Sa) y la salinidad (promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).

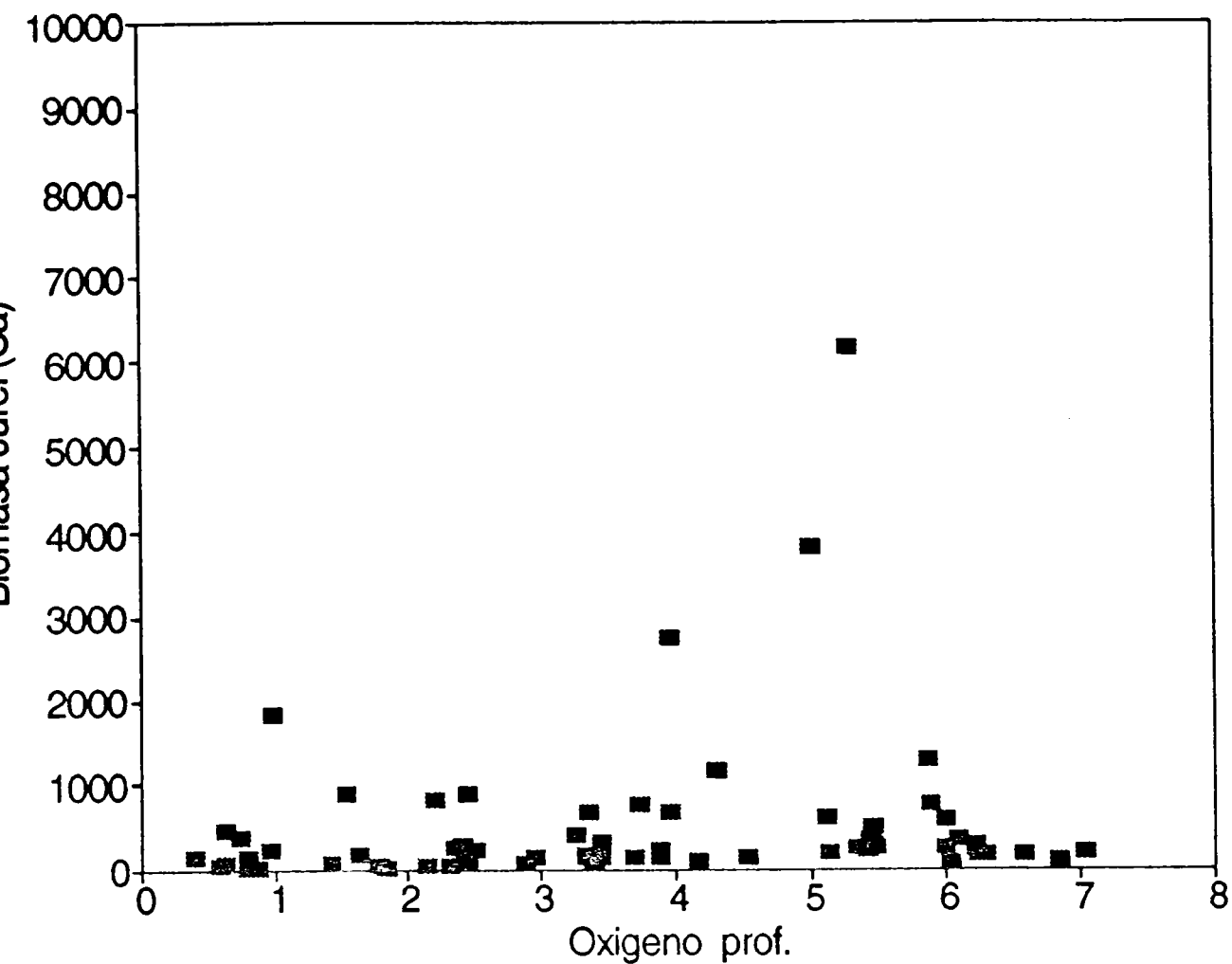


Fig. 110. Relación entre la biomasa del jurel (S_a) y la concentración de oxígeno (ml/l; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).

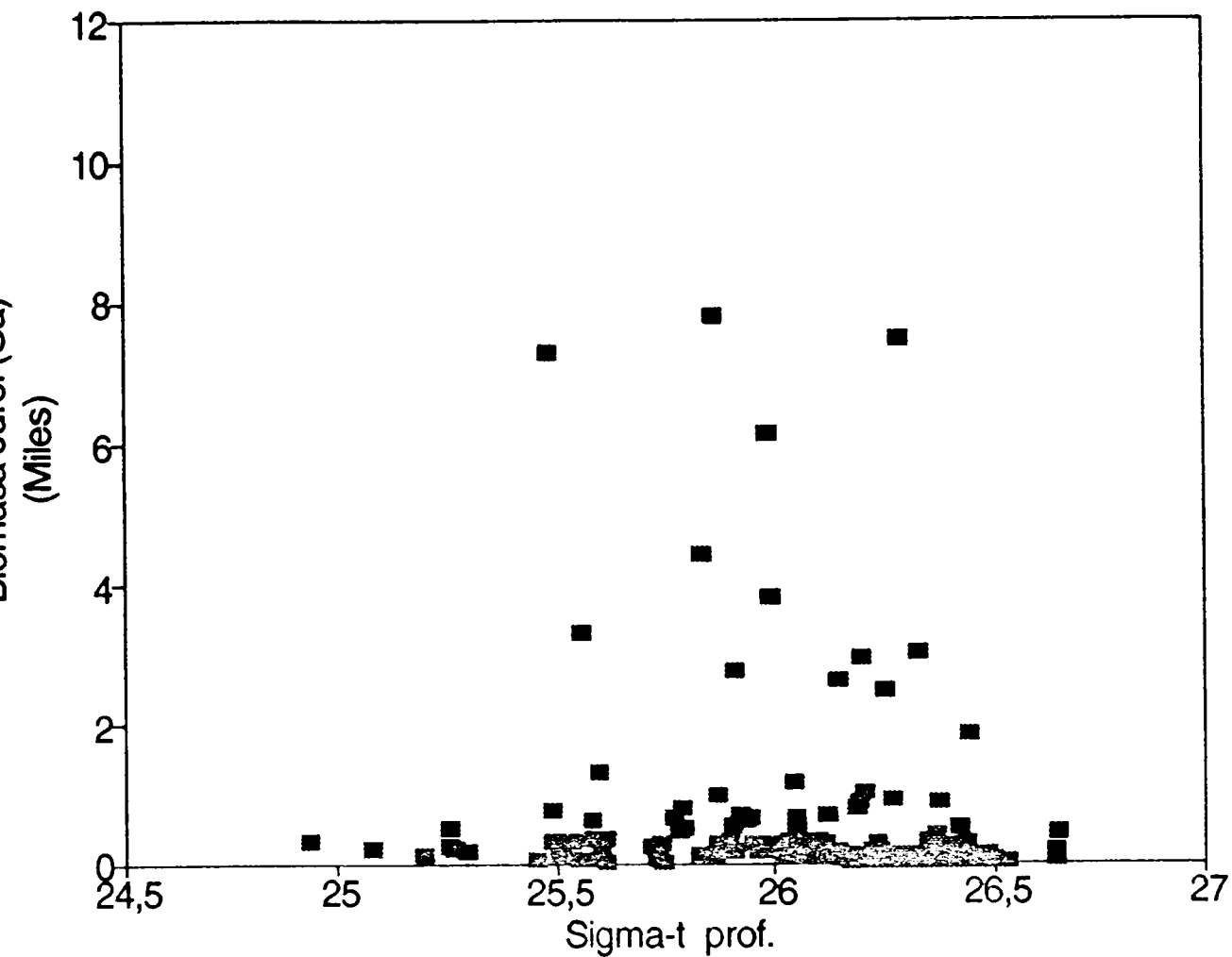


Fig. 111. Relación entre la biomasa del jurel (S_a) y la densidad (kg/m^3 ; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).

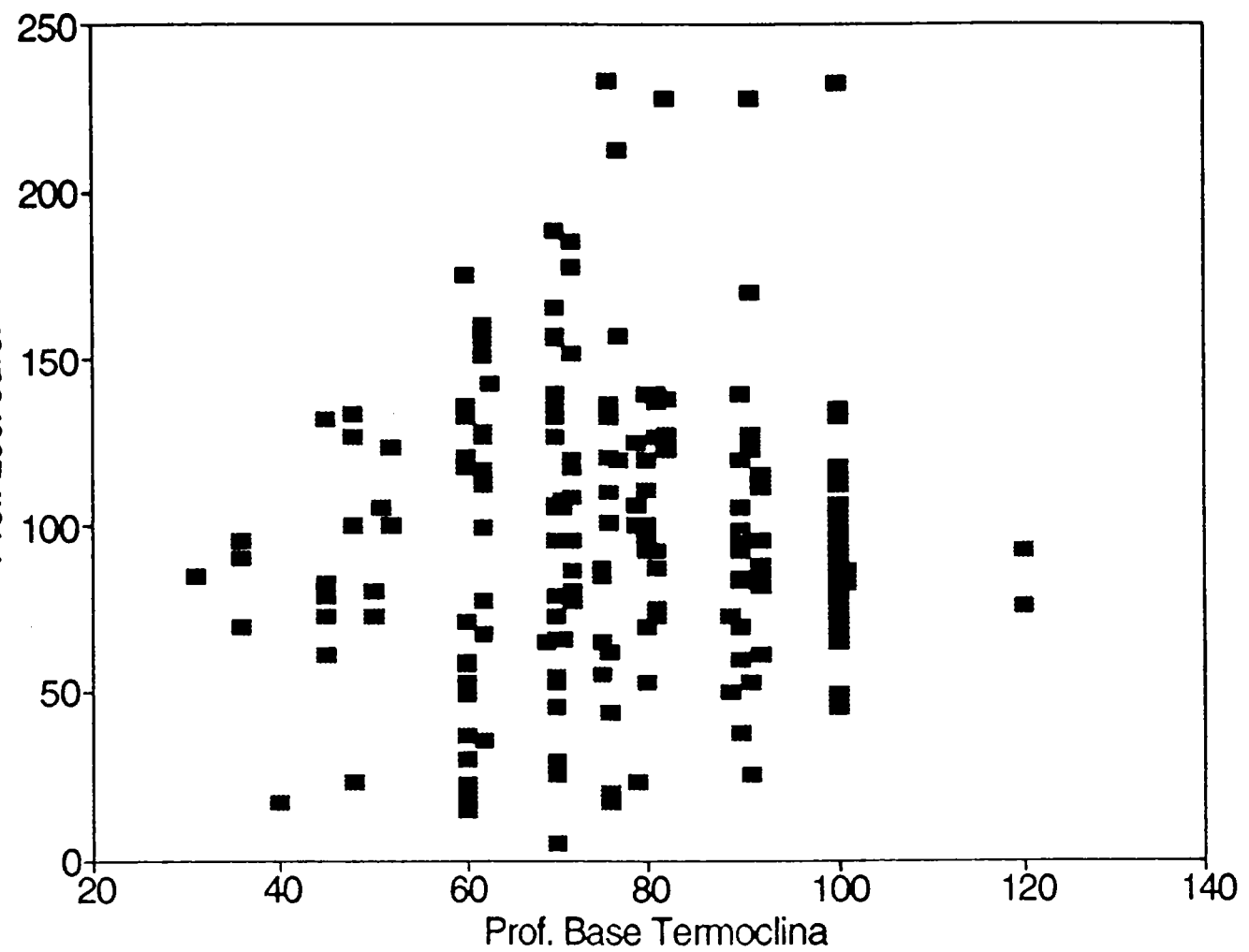


Fig. 112. Relación entre la profundidad de localización del jurel (m) y la profundidad de la base de la termoclina (m).

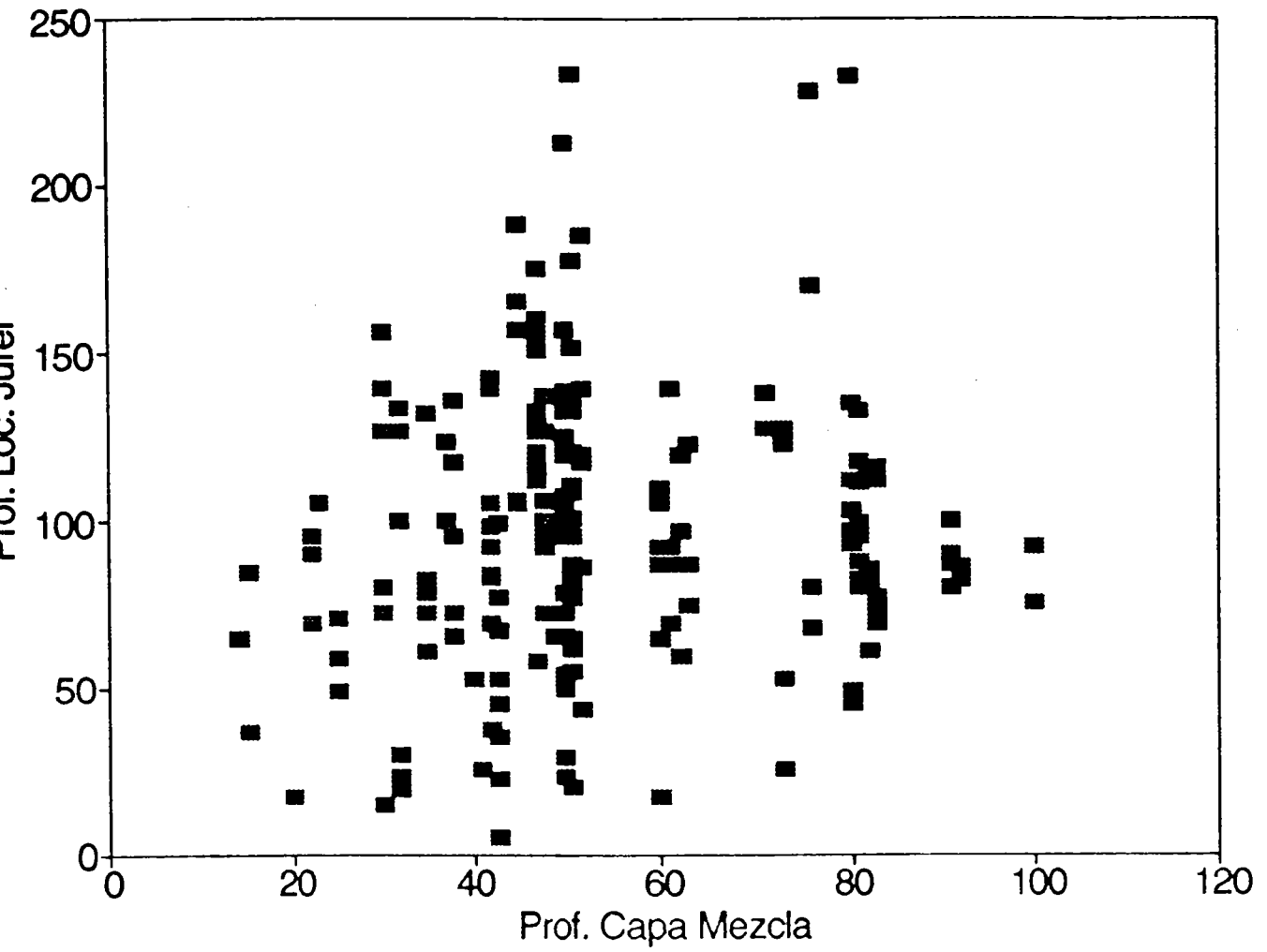


Fig. 113. Relación entre la profundidad de localización del jurel (m) y la profundidad de la capa de mezcla (m).

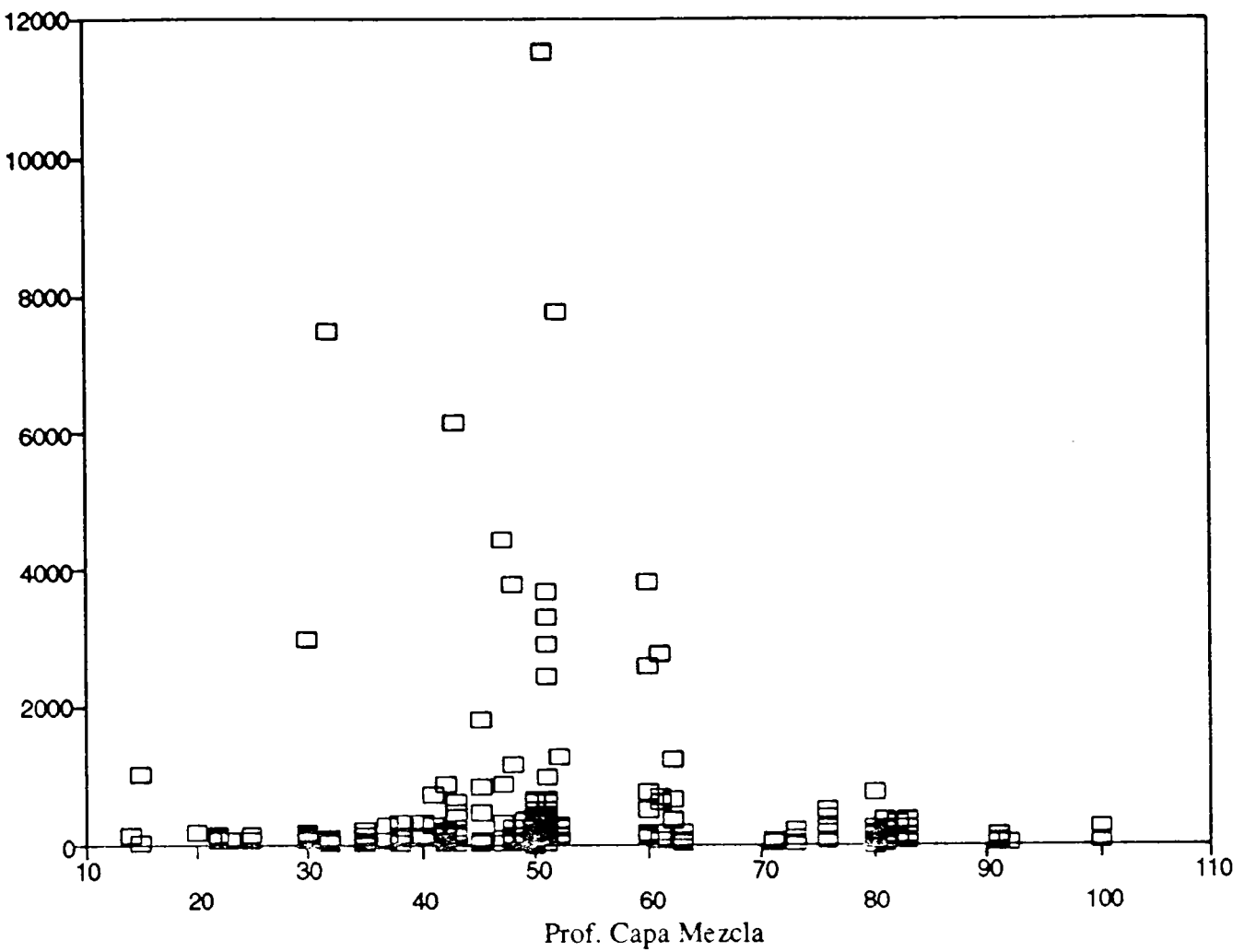


Fig. 114. Relación entre la biomasa del jurel (S_a) y la profundidad de la capa de mezcla (m).

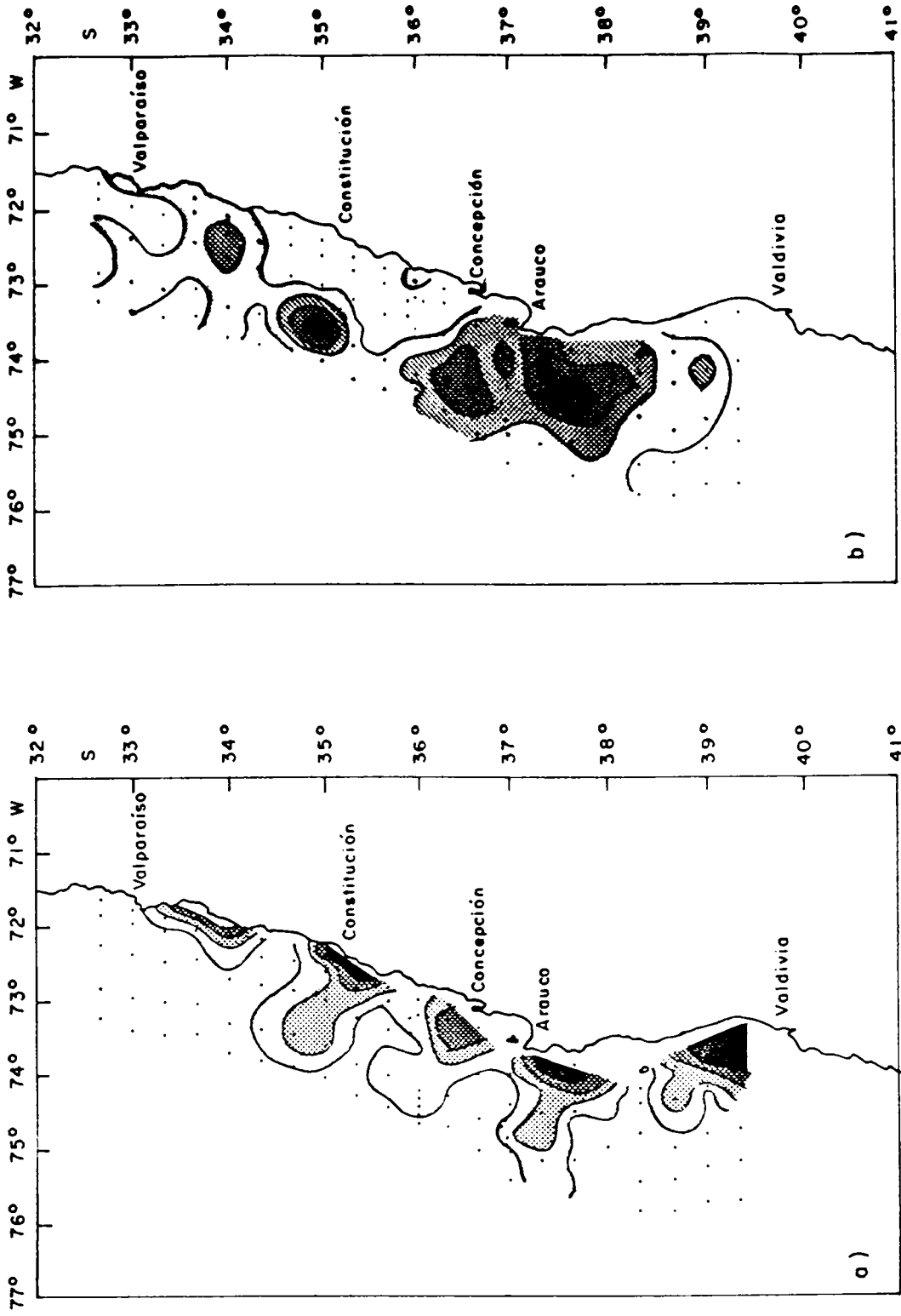


Fig. 115. Presencia de inversiones térmicas en la zona de estudio.
 a) superficiales (0-50 m), y b) subsuperficiales (70-200m).

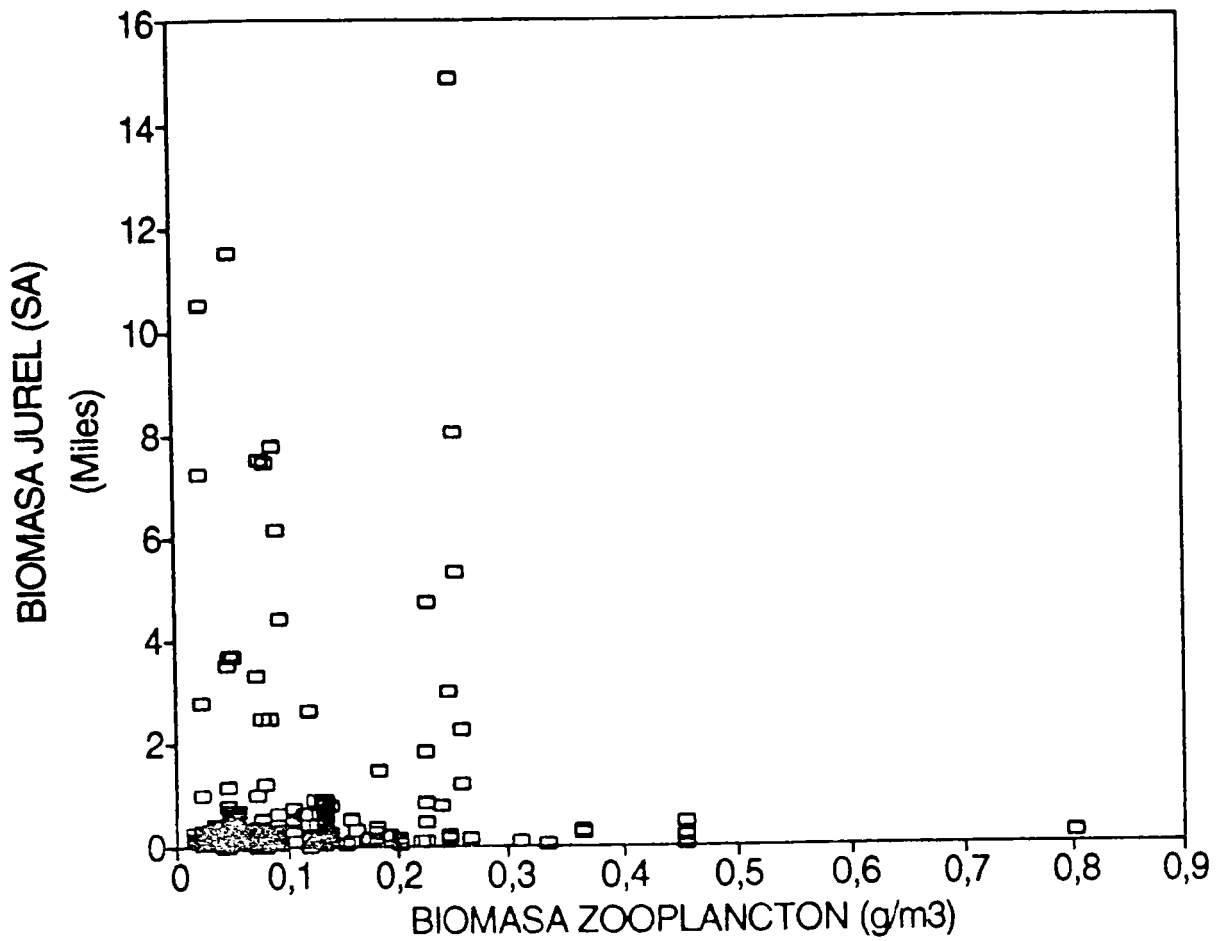


Fig. 116. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la biomasa de zooplancton (g/m³).

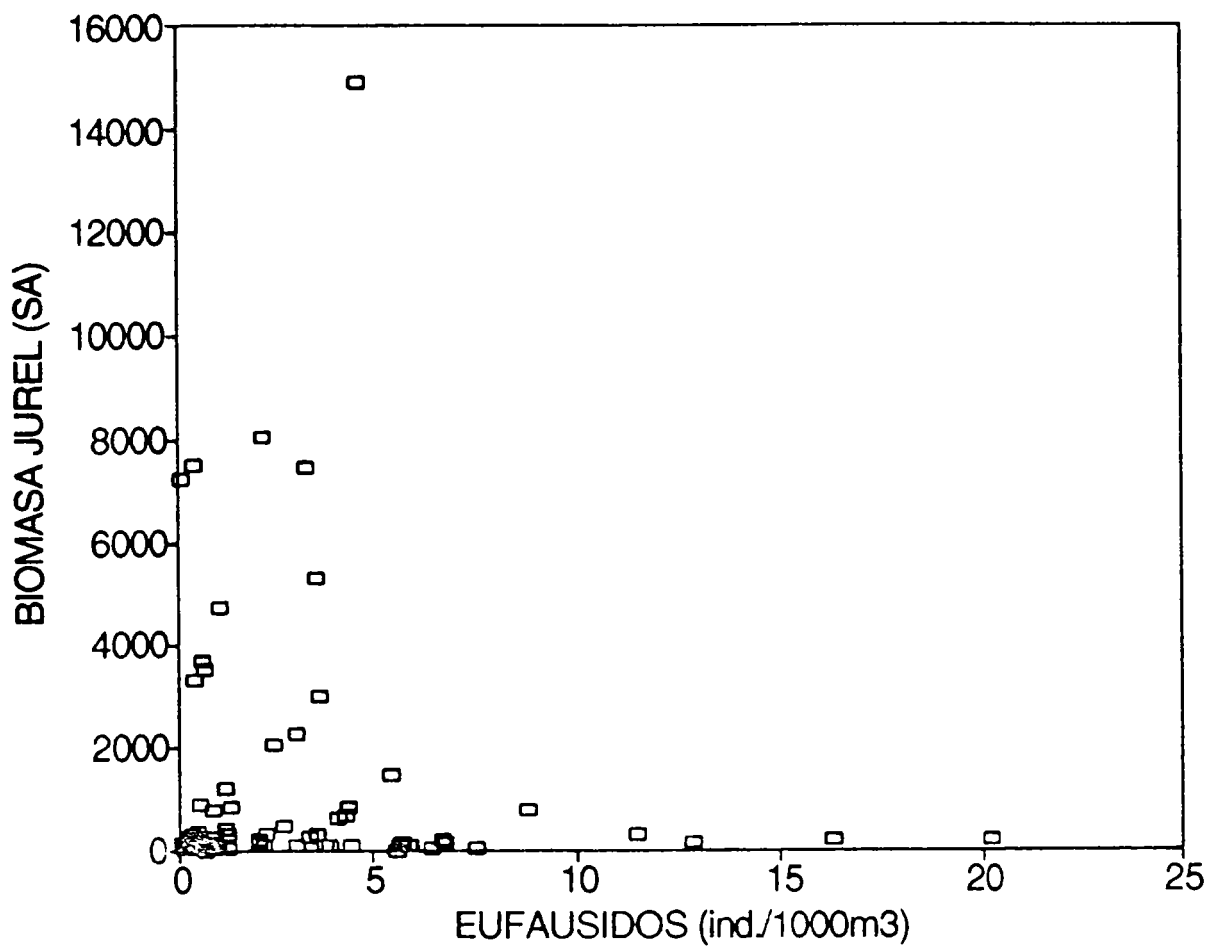


Fig. 117. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de eufáusidos (ind./1000m³).

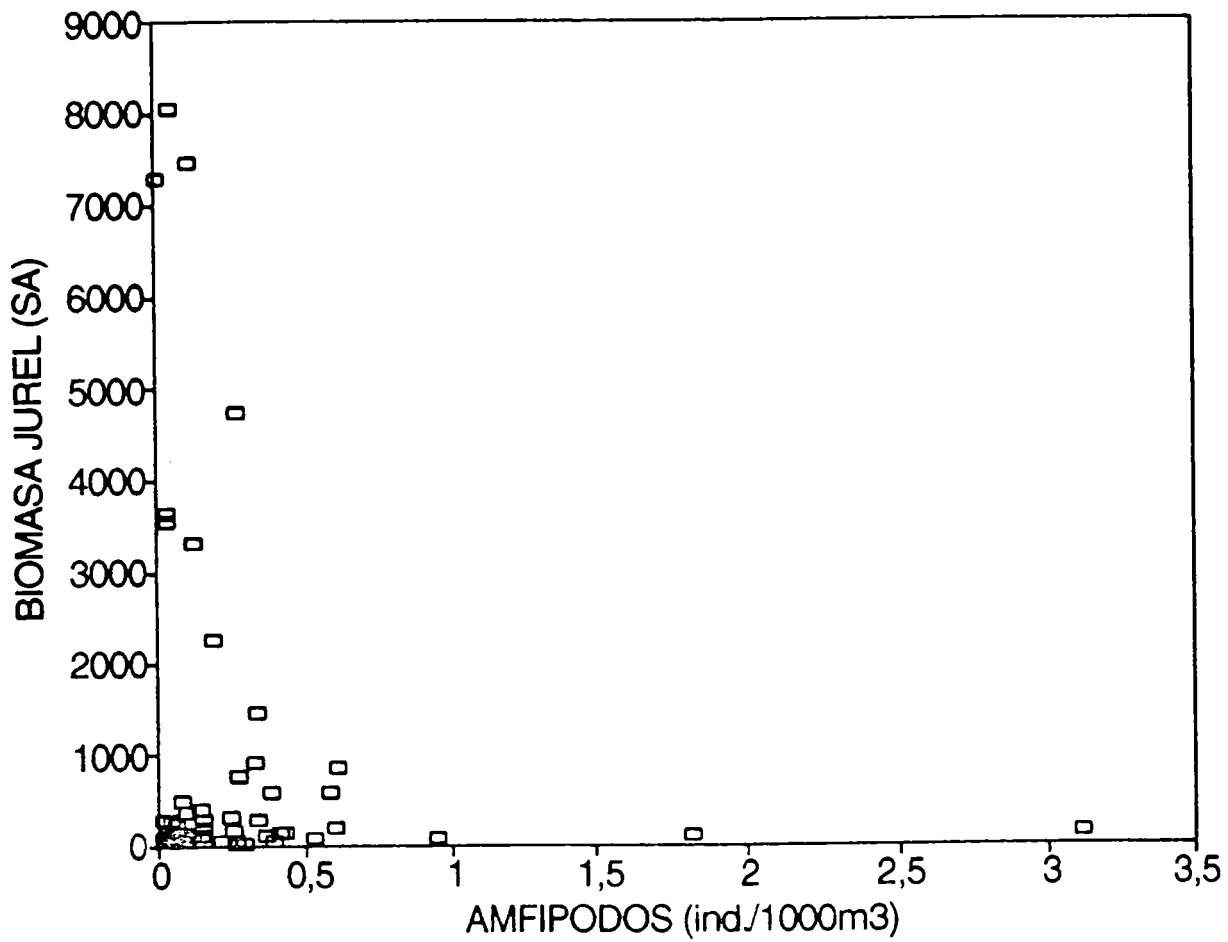


Fig. 118. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de anfipodos (ind./1000m³).

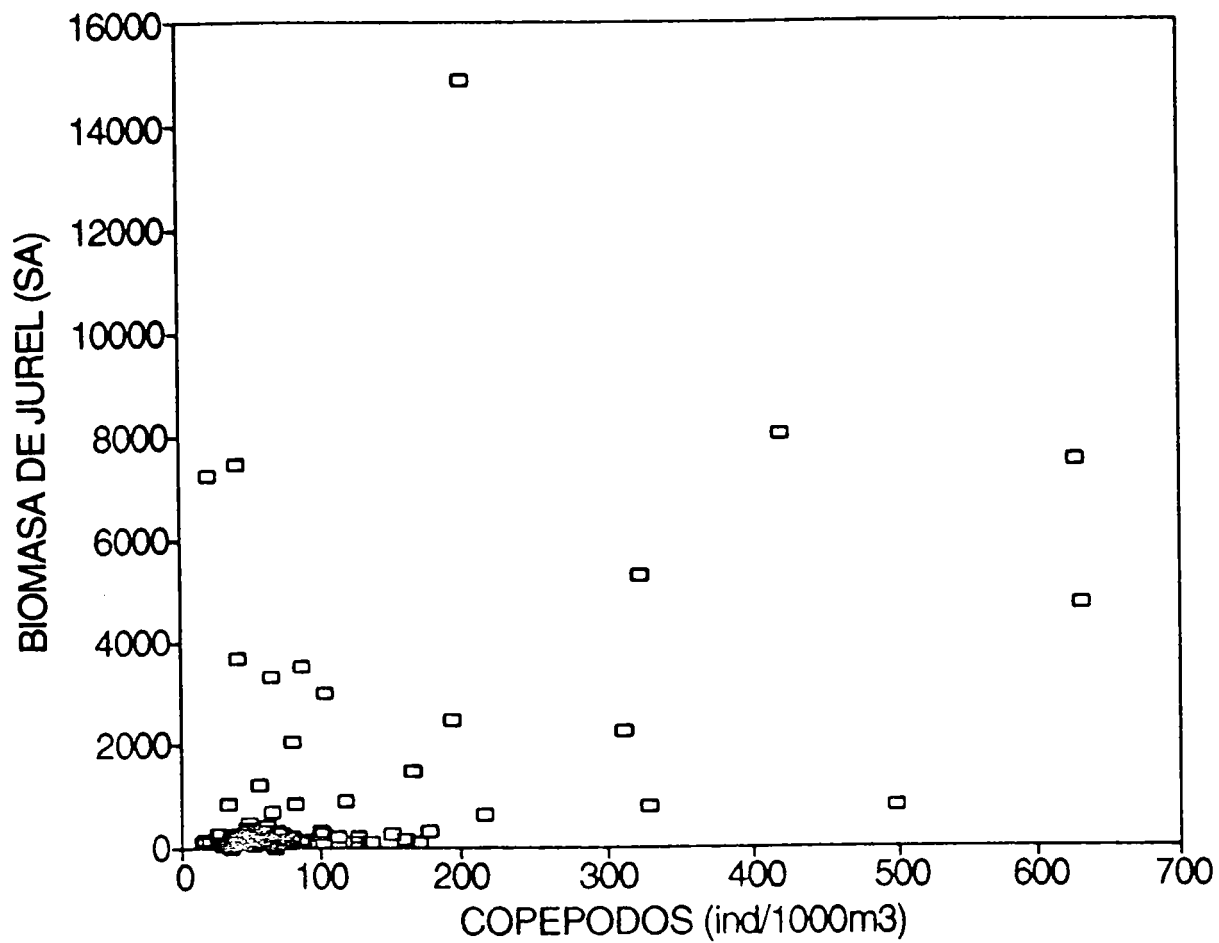


Fig. 119. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de copépodos (ind./1000m³).

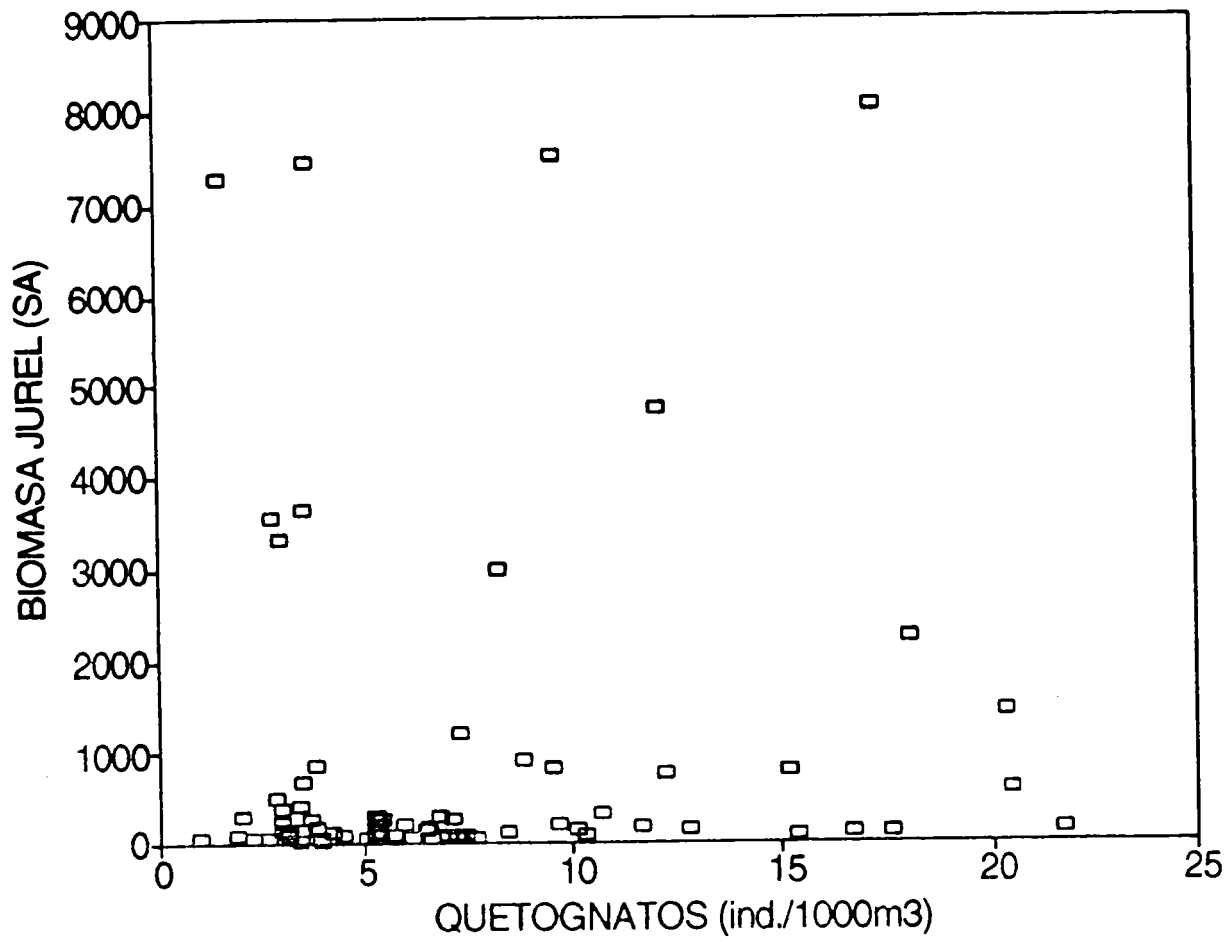


Fig. 120. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la densidad de quetognatos (ind./1000m³).

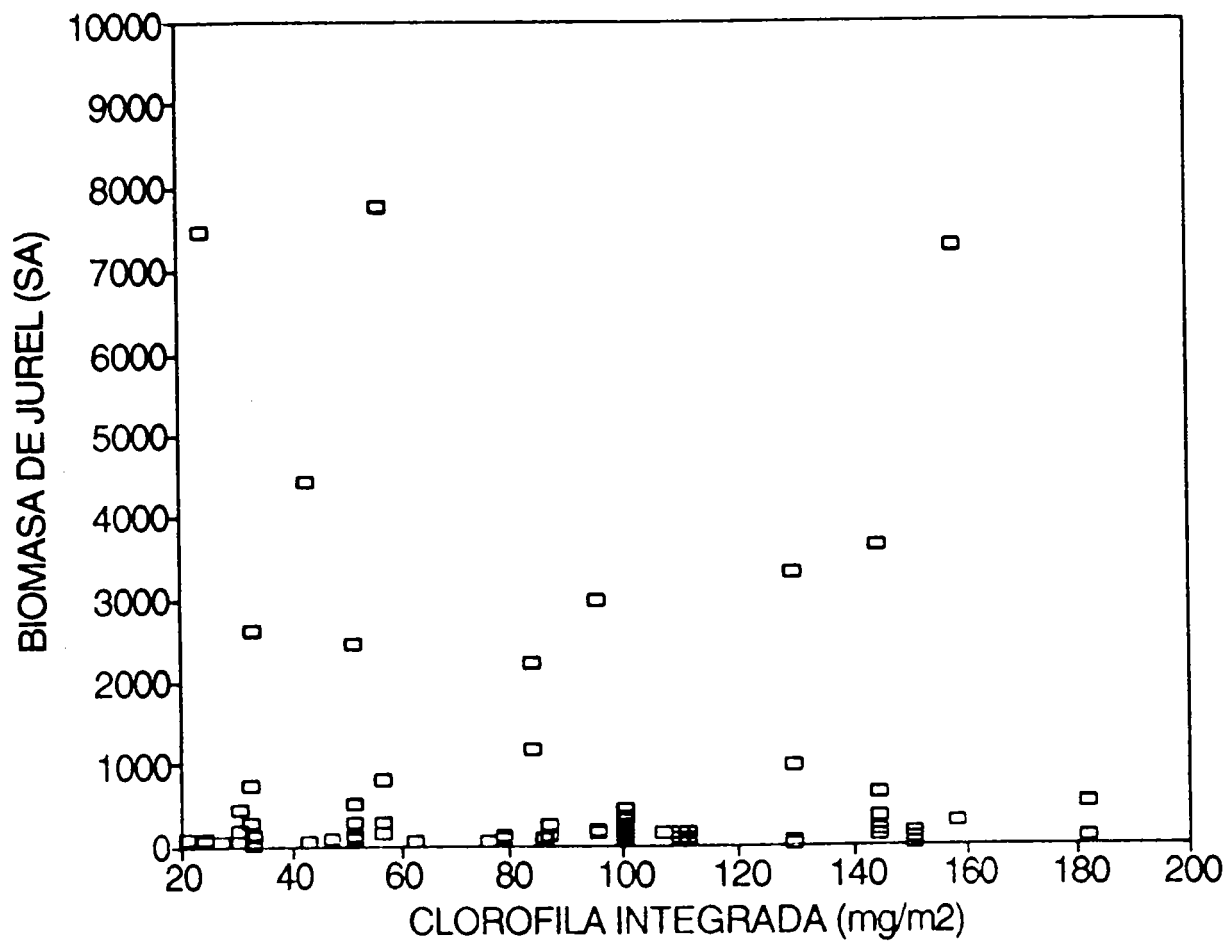
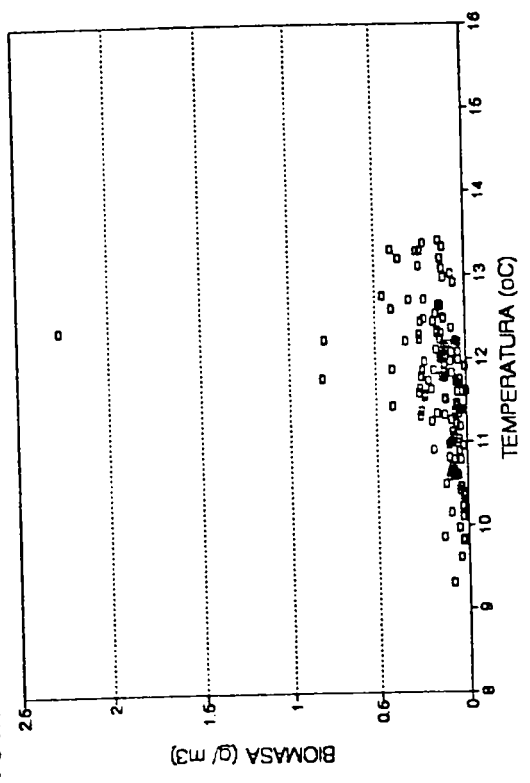
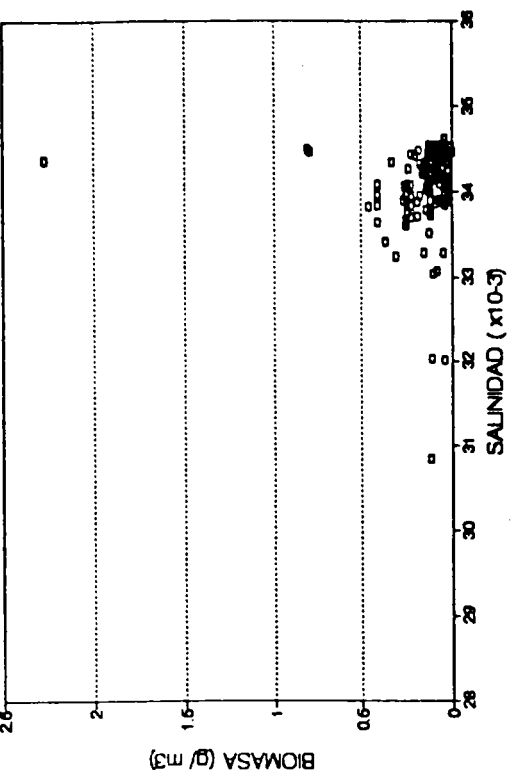


Fig. 121. Relación entre la biomasa de jurel (SA) y la concentración de clorofila integrada (mg/m^2).

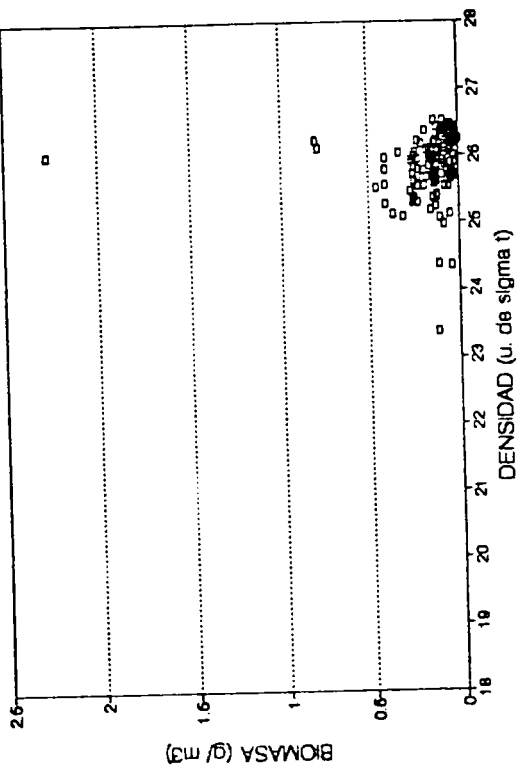
BIOMASA - TEMPERATURA PROM. PONDERAD



BIOMASA - SALINIDAD PROM. PONDERADO



BIOMASA - DENSIDAD PROM. PONDERADO



BIOMASA - OXIGENO PROM. PONDERADO

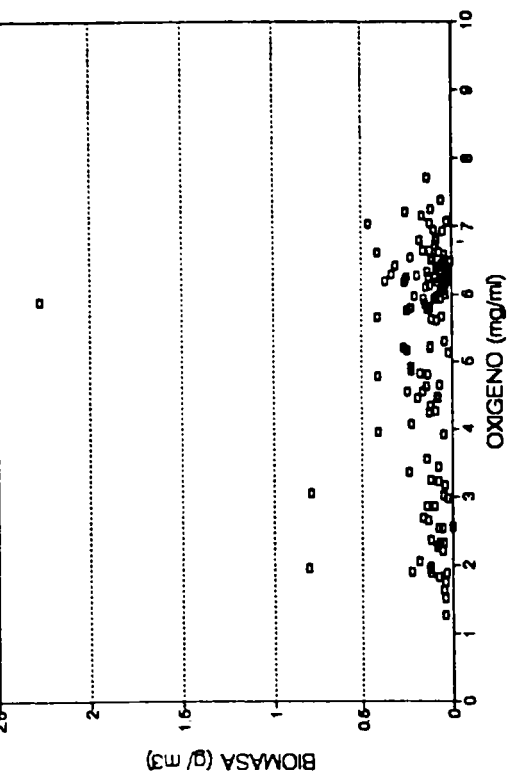


Fig 122. Relación entre la biomasa de zooplankton (g/m³) y: a) temperatura promedio ponderada (°C), b) salinidad promedio ponderada, c) densidad promedio ponderada (en unidades de sigma t), y d) oxígeno promedio ponderado (mg/ml).

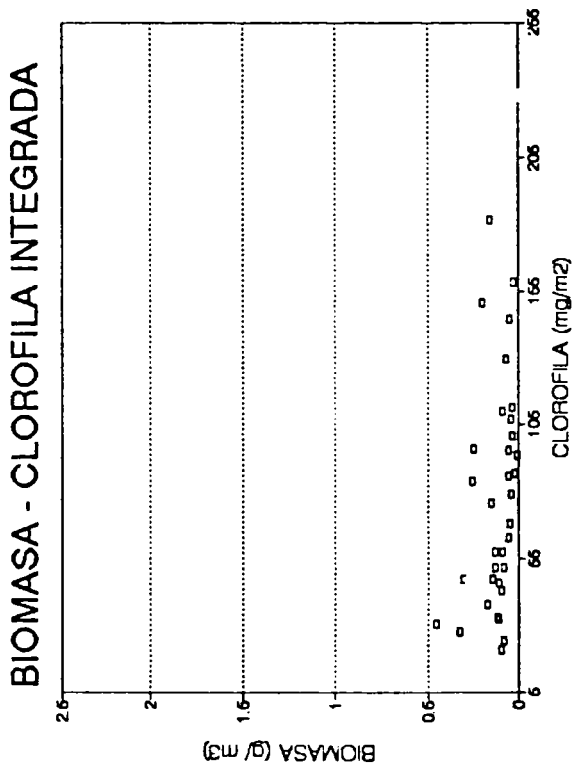
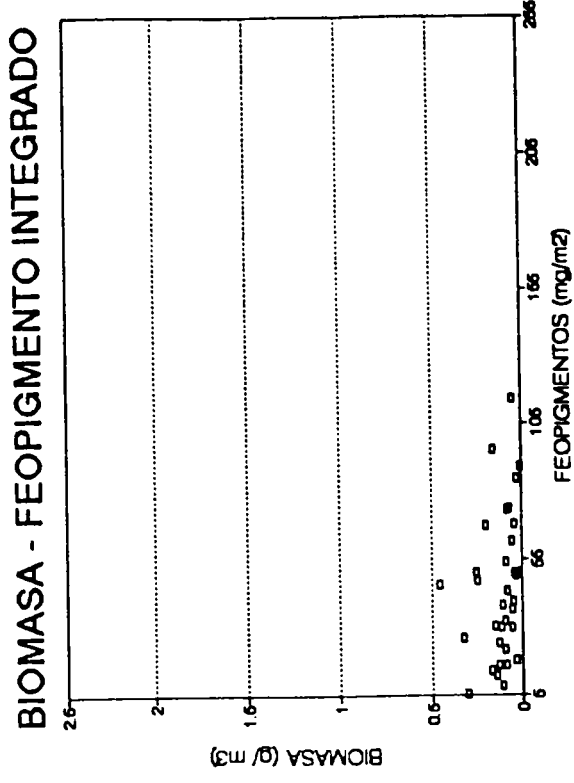
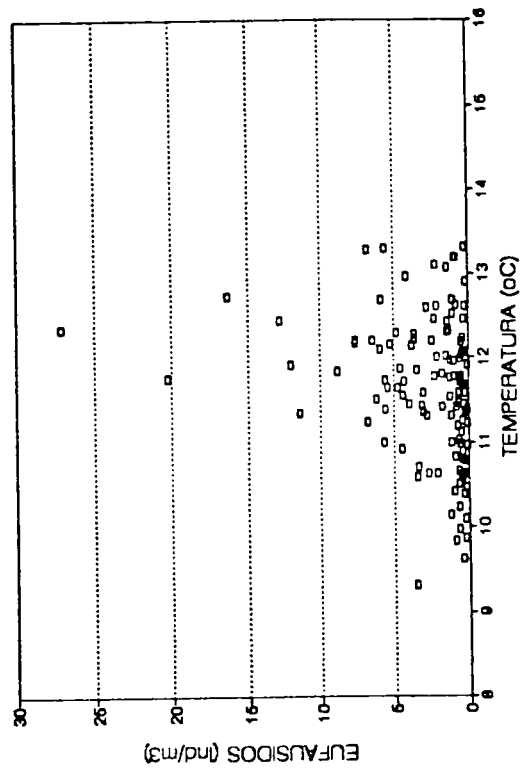
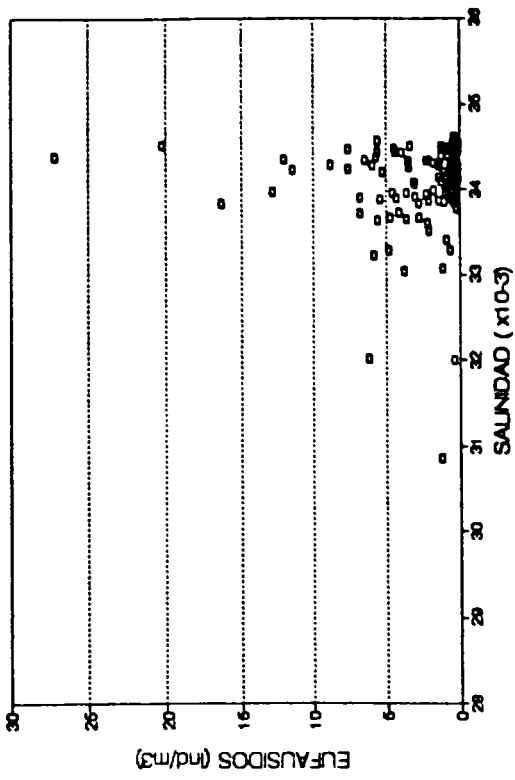


Fig. 123. Relación entre la biomasa de zooplankton (g/m³) y: a) clorofila integrada (mg/m²), y b) feopigmentos integrados (mg/m²).

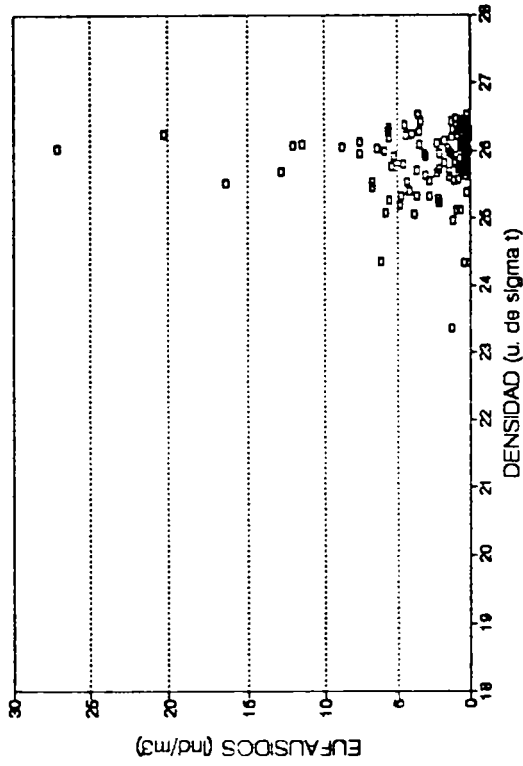
EUFÁUSIDOS - TEMP. PROM. PONDERADO



EUFÁUSIDOS - SALINIDAD PROM. PONDERADO



EUFÁUSIDOS - DENSIDAD PROM. PONDERADO



EUFÁUSIDOS - OXIGENO PROM. PONDERADO

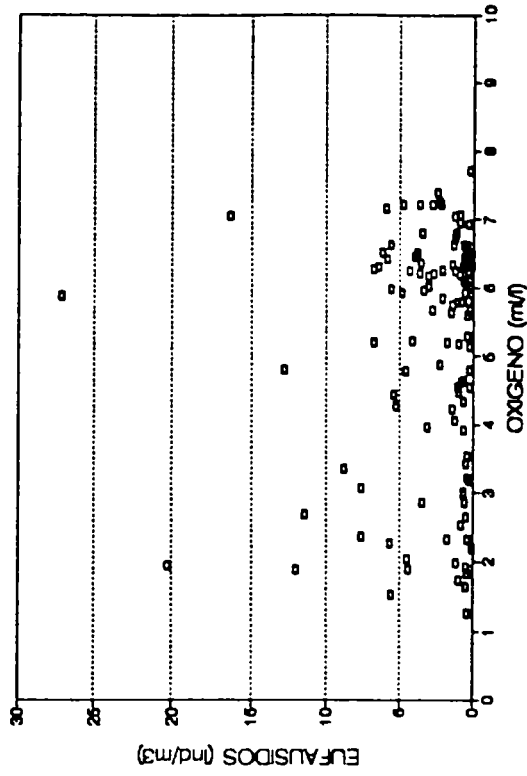


Fig. 124. Relación entre la abundancia de euphausidos (ind./1000m³) y: a) temperatura promedio ponderada (°C), b) salinidad promedio ponderada, c) densidad promedio ponderada (en unidades de sigma t), y d) oxígeno promedio ponderado (mg/ml).

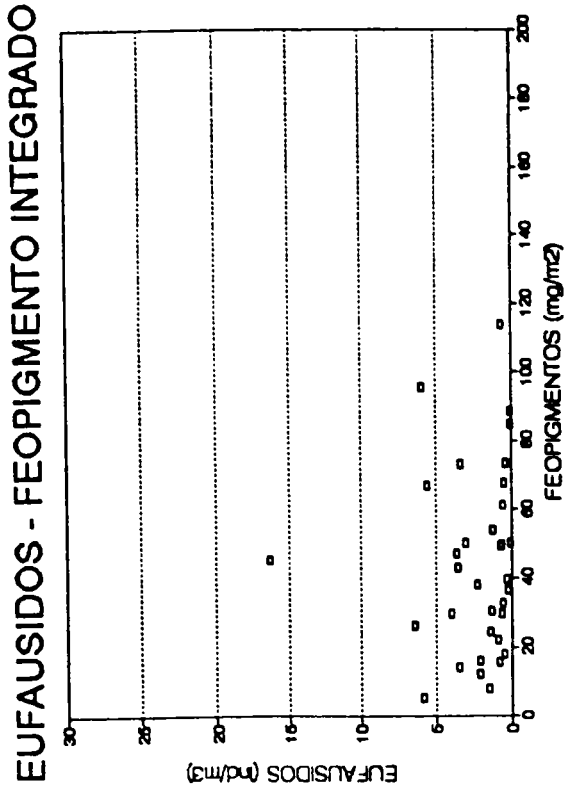
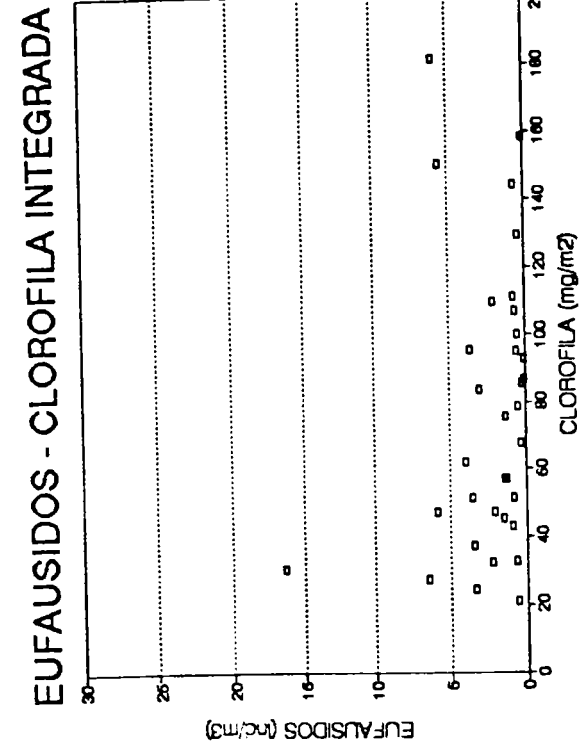
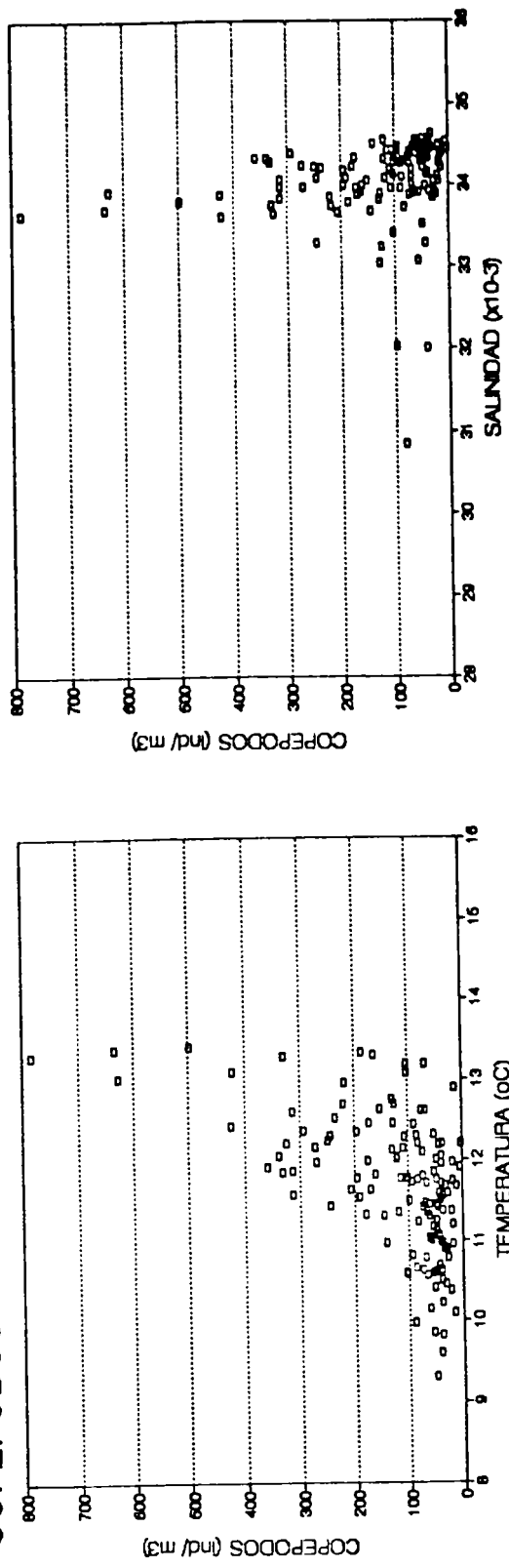


Fig. 125. Relación entre la abundancia de euphausiidos (ind./1000m³) y: a) clorofila integrada (mg/m²), y b) feopigmentos integrados (mg/m²).

COPEPODOS - TEMP. PROM. PONDERADO COPEPODOS - SALINIDAD PROM. PONDERADO



COPEPODOS - DENSIDAD PROM. PONDERADO COPEPODOS - OXIGENO PROM. PONDERADO

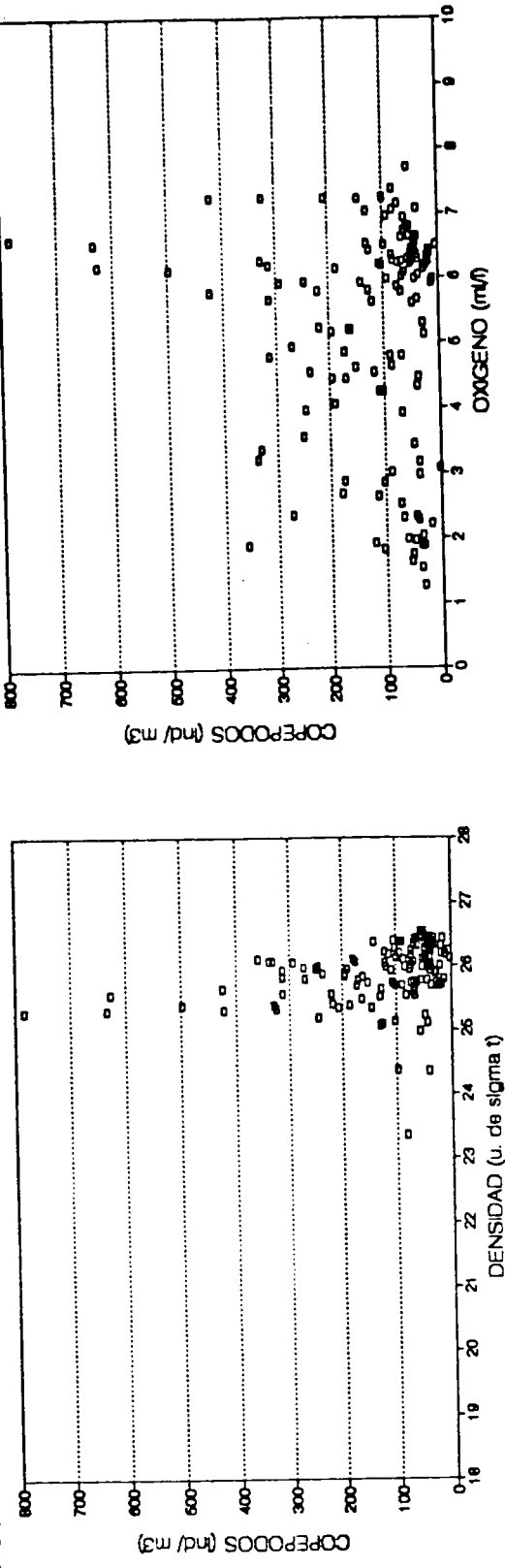
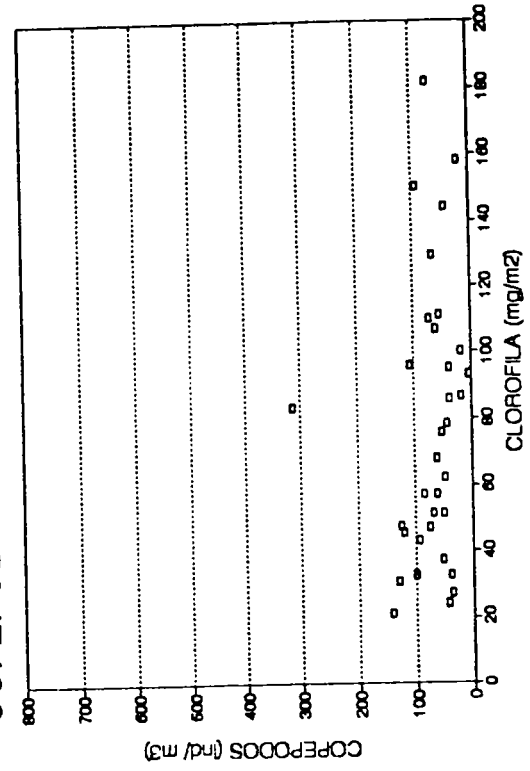


Fig. 126. Relación entre la abundancia de copépodos (ind./1000m³) y: a) temperatura promedio ponderada (°C), b) salinidad promedio ponderada, c) densidad promedio ponderada (en unidades de sigma t), y d) oxígeno promedio ponderado (mg/ml).

COPEPODOS - CLOROFILA INTEGRADA



COPEPODOS - FEOPIGMENTO INTEGRADO

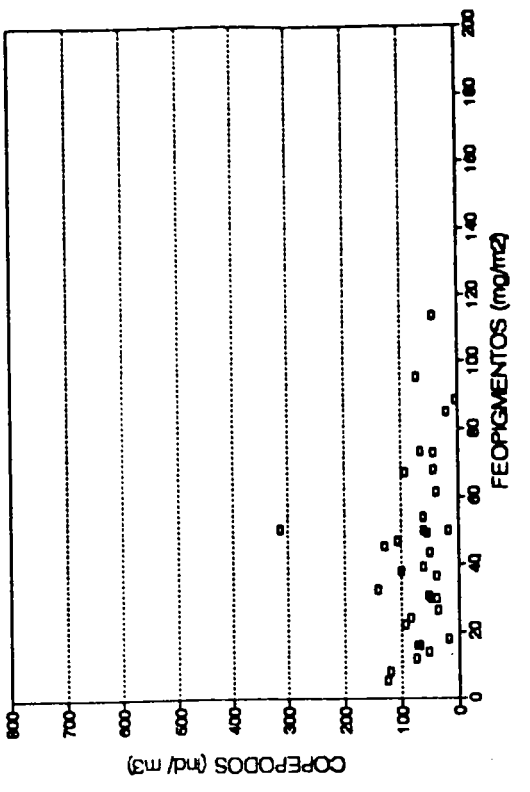


Fig. 127. Relación entre la abundancia de copéodos (ind./1000m³) y: a) clorofila integrada (mg/m²), y b) feopigmentos integrados (mg/m²).

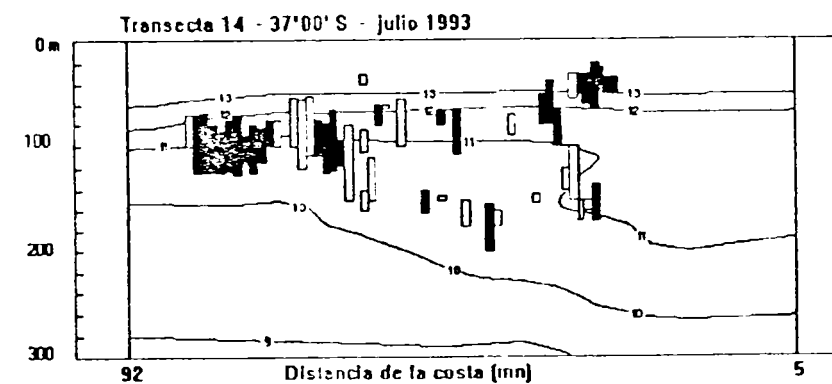
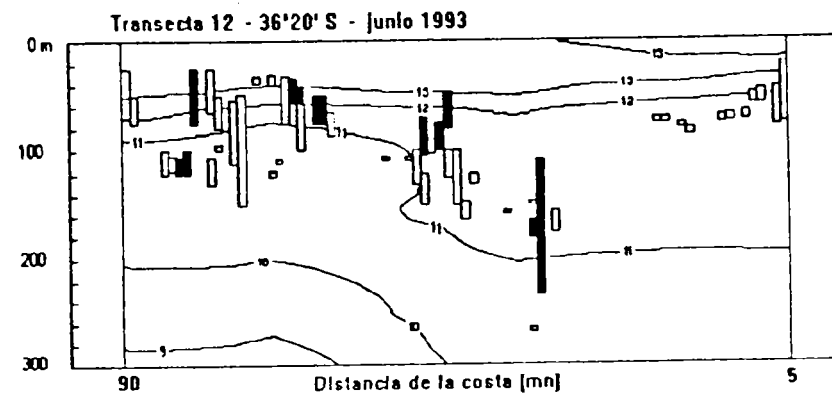
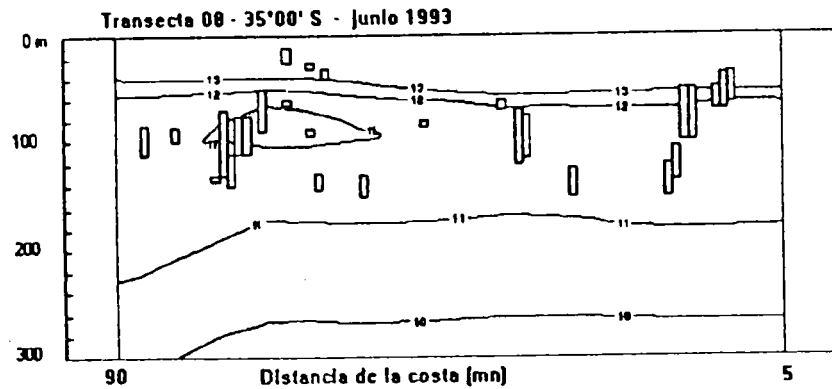
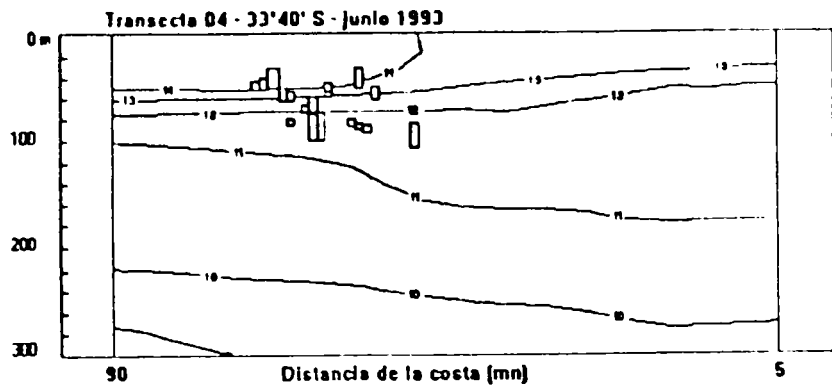


Fig. 128. Distribución batimétrica de las agregaciones de jurel y su relación con la capa de inversiones térmicas para cuatro transectas.

