

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

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 96 - 07

INFORME : MONITOREO MENSUAL DE LAS CONDICIONES
FINAL : BIOCEANOGRAFICAS EN LA I Y II REGIONES

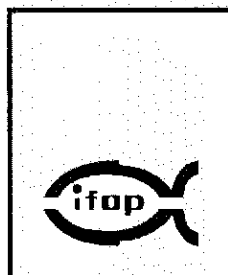
UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA : DIRECCION ZONAL I Y II REGIONES

REQUIRENTE

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

EJECUTOR

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



JEFE DE PROYECTO

MAURICIO BRAUN A.

AUTORES

**MAURICIO BRAUN A.
JOSE LUIS BLANCO G.
JORGE OSSES R.
JORGE CASTILLO P.**

• Julio de 1998 •



I. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento, correspondiente al Informe final del proyecto FIP 96-07 "Monitoreo de las condiciones bioceanográficas en la I y II regiones" presenta los resultados de las condiciones oceanográficas físicas, la distribución geográfica y abundancia de huevos y larvas de los recursos anchoveta, sardina, jurel y caballa y su variabilidad estacional y la distribución de los recursos detectados por medio de técnicas hidroacústicas en la I y II regiones, registradas durante los cruceros estacionales de monitoreo MONOR 9705, MONOR 9708 y MONOR 9712, realizados en otoño, invierno y primavera de 1997, respectivamente; así como las series de tiempo mensuales de las estaciones costeras de vigilancia localizadas frente a Mejillones, Iquique y Arica.

Los cruceros estacionales de monitoreo se realizaron a bordo del B/I "Carlos Porter" abarcando la zona comprendida entre los 23°40'S (Bahía Moreno - II Región) y los 18°25'S (Arica - I Región), desde una milla hasta una distancia máxima de 100 mn de la costa, prospectándose el área con un total de 5 transectas perpendiculares a la costa y equidistantes entre sí cada 80 mn.

Las estaciones bio - oceanográficas se localizaron a 1, 5, 10, 20, 40, 70 y 100 millas de la costa. En ellas se obtuvieron registros de temperatura, salinidad, contenido de oxígeno, clorofila a y penetración de la luz hasta una profundidad máxima de 300 metros, realizándose además pescas planctónicas mediante arrastres verticales desde una profundidad máxima de 100 m a superficie con una red modelo WP-2 de 297 micras de abertura de malla, complementada con medidores de flujo TSK calibrados, realizándose un total de 112 estaciones oceanográficas físicas y 104 planctónicas.



La evaluación zooplanctónica consideró la determinación de la distribución geográfica y abundancia de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa y su variabilidad estacional. En forma adicional se entrega un estimado estacional de la biomasa zooplanctónica aspecto no contemplado en las bases técnicas y administrativas del proyecto.

Los vientos predominantes durante el período de estudio fueron del S y SW, registrándose la mayor intensidad en invierno y primavera y la menor intensidad durante el otoño. Los vientos observados durante el período de verano son muy débiles comparativamente con los valores observados históricamente en la zona.

Los principales centros de surgencia durante el año 1997 se ubicaron en el sector de la península de Mejillones, Tocopilla, Punta Patache y de Punta Baquedano a Pisagua.

La anomalía de temperatura y de salinidad superficial registrada en invierno de 1997, son las más elevadas de los cruceros de invierno que se tiene registro, siendo también significativas las reportadas en otoño y primavera de 1997.

A partir del mes de mayo se observa un hundimiento de las isotermas, las que se recuperan levemente durante agosto y se profundizan nuevamente en diciembre, alcanzando la isoterma de 15°C hasta los 275 m de profundidad.

Los valores de temperatura observados durante los cruceros de monitoreo, concuerdan con lo señalado por los índices globales y costeros, confirmando el desarrollo de uno de los eventos de El Niño de mayor magnitud que se hayan registrado.



Durante el período de estudio se encontraron presentes las 5 masas de agua descritas para la zona, predominando en superficie el Agua Subtropical Oceánica, que alcanza valores superiores de 23°C en temperatura y 35,4 psu en salinidad. El Agua Subantártica se encuentra principalmente en el área oceánica disminuyendo su participación de mayo a diciembre.

Cabe señalar la tendencia general desde fines de 1995 hacia un evento frío, que se mantuvo hasta abril de 1997, fecha en la cual se comenzaron a observar anomalías positivas de la TSM en la zona ecuatorial, las anomalías se incrementaron rápidamente hasta el mes de junio, disminuyendo ligeramente en julio y agosto y reactivándose nuevamente en septiembre, en diciembre los índices oceánicos y atmosféricos observados, continuaron presentándose con anomalías de gran magnitud similares a los registrados en noviembre.

La evolución de las condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial durante los últimos meses indican que el evento El Niño 97/98, alcanzó su máximo durante el mes de febrero de 1998. Este evento ha sido catalogado hasta la fecha como un evento muy fuerte.

Diversos modelos de pronóstico de la TSM en el Pacífico ecuatorial coinciden en anticipar que las condiciones anómalas que caracterizan el actual evento El Niño persistirán por lo menos hasta octubre de 1998.

El régimen oceanográfico imperante en la zona provocó una disminución significativa en los niveles de biomasa de cloa, tanto integrada como discreta, especialmente en el período de invierno. Con valores inéditos de cloa integrada (ca 1 mg/m²) en Arica.



La biomasa tendió a recuperarse en los meses posteriores a septiembre siguiendo el ritmo estacional del ecosistema, para luego comenzar a disminuir manteniéndose en un estado de equilibrio y de baja concentración de biomasa fitoplanctónica.

La baja sostenida en la cloa y el desequilibrio de ésta respecto de la misma, permiten inferir que la presión de pastoreo en la zona es tan intensa que la capacidad productiva de la zona no es capaz de regenerar tanta biomasa como ésta es consumida.

El procesamiento de las 104 muestras de zooplancton, colectadas durante los cruceros estacionales de monitoreo permitió determinar la presencia de 341.768 huevos y 230.079 larvas, de los cuales 274.118 huevos (80,2%) y 77.831 larvas (33,8%) fueron identificados a nivel específico.

Durante el crucero MONOR 9705, no hubo registros positivos de huevos de sardina y caballa y larvas de jurel. En invierno de 1997, crucero MONOR 9708 el total de especies objetivo de este estudio se hicieron presentes, a excepción de la fase larvaria de jurel y caballa. En primavera crucero MONOR 9712 no hubo registros positivos para huevos de sardina.

El patrón de distribución geográfico de huevos y larvas de anchoveta señala que en otoño de 1997, el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Bahía Moreno y Arica a excepción de la transecta realizada frente a Punta Junín, detectándose los principales focos de desove frente a Bahía Moreno.

En invierno, los niveles de abundancia de huevos y larvas muestran la misma tendencia creciente en sentido norte sur registrada en otoño con abundancias significativamente importantes frente a Arica.



En primavera, la frecuencia de estaciones positivas a huevos y larvas de anchoveta acusa una disminución con respecto a lo observado en invierno con tasas de cambio iguales a 60% y 53%, respectivamente.

Durante los cruceros de monitoreo, la sardina mostró una actividad reproductiva muy deprimida.

Para jurel, cabe consignar el incremento paulatino de la frecuencia de estaciones positivas a huevos de esta especie desde otoño hasta primavera.

Con respecto a caballa, se señala la ausencia de registros positivos a huevos de esta especie en otoño, y la de larvas en invierno. La mayor abundancia de huevos de esta especie se registró en invierno de 1997 y la de larvas en primavera donde exhiben una tendencia declinante de norte a sur en sus niveles de abundancia.

En las estaciones costeras de vigilancia se constató tanto en anchoveta como en sardina, una clara evidencia de actividad reproductiva en el período de estudio y en las zonas de muestreo. Sin embargo, para el caso de jurel y caballa, la actividad reproductiva fue escasa, indicando la existencia de un desove principal a fines del período de estudio.

En términos comparativos los promedios de biomasa zooplanctónica, obtenidos durante los cruceros de monitoreo, muestran que las mayores abundancias se presentaron en primavera de 1997, exhibiendo con respecto a los cruceros de invierno y otoño porcentajes de cambio iguales a 128% y 137%, respectivamente.

En general, durante los tres cruceros realizados, la anchoveta fue la especie más frecuente y más abundante, la sardina se registró en invierno (MONOR 9708), y



esporádicamente en el otoño (MONOR 9705), estando ausente en el crucero de primavera. El jurel estuvo virtualmente ausente en el otoño, aumentando su presencia y densidades en el invierno y primavera, la caballa se presentó en muy bajas densidades en el invierno, disminuyendo su cobertura espacial y densidades en la primavera, no siendo detectado en el invierno.

En el sentido vertical, se observó que la anchoveta y el jurel tendieron a ubicarse en profundidades mayores que en los cruceros realizados en 1996, tendencia que se hizo más evidente en la primavera, en que la anchoveta se detectó hasta 120 m y el jurel hasta 190 m, la caballa y la sardina también presentaron una mayor profundización en su distribución, llegando hasta 120 m para la primera y hasta 80 m en la segunda.

Los Índices de Cobertura (IC) por crucero indican que la anchoveta fue la especie que presentó una mayor presencia en la zona de estudio, con la excepción de la situación registrada en el invierno en que el jurel presentó una presencia levemente superior. El jurel fue la segunda especie en importancia, seguido de la sardina y la caballa. En todos los casos se presentó una estacionalidad mayor que en 1996, con el valor más alto en el invierno, bajando en el otoño y primavera.

Los Índices de Densidad (ID), también señalan la mayor importancia de la anchoveta, respecto a las otras especies, registrándose los mayores ID en el otoño y primavera, con 175,2 y 168,1 t/mn², respectivamente, siendo estos valores superiores a los detectados en 1996 y correspondieron a las agregaciones costeras presentadas en el otoño y primavera, período en que se registra el reclutamiento.



El ID de jurel varió entre 22,3 y 110,7 t/mn², observándose que en general fueron mayores que los registrados en 1996, siendo el ID de primavera (MONOR 9712) el valor más alto de la serie, sugiriendo un comportamiento altamente gregario, puesto que se registró en sólo el 6,9% de las observaciones acústicas.

En el caso de la caballa, también se puede deducir un comportamiento altamente gregario, especialmente en primavera (MONOR 9712), puesto que el ID fue el mayor de la serie (85,4 t/mn²), registrándose solamente en el 0,34% de las observaciones acústicas, en general el ID de esta especie fue mayor que los valores obtenidos en 1996.





II. ÍNDICE GENERAL

	Página
I. RESUMEN EJECUTIVO	1
II. ÍNDICE GENERAL.....	9
III. PERSONAL PARTICIPANTE.....	11
IV. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	13
V. OBJETIVOS	25
1. Objetivo general	25
2. Objetivos específicos	25
3. Objetivos adicionales	26
VI. INTRODUCCIÓN	27
VII. METODOLOGÍA DE TRABAJO	33
1. Zona de estudio	33
2. Cruceros	33
3. Oceanografía Física	33
4. Ictioplancton.....	39
5. Distribución espacial e índices de abundancia de los recursos	45
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
1. Condiciones ambientales	51
2. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces	75
3. Distribución espacial e índices de abundancia relativa de los recursos	98
IX. CONCLUSIONES	107
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
XI. BASE DE DATOS	123

TABLAS
FIGURAS





III. PERSONAL PARTICIPANTE

Oceanografía Física

José Luis Blanco G.	Oceanógrafo - IFOP
José Raúl Cañón C.	Oceanógrafo - Empresa Pesquera Eperva S.A.
Jorge Osses R.	Profesor de Química - IFOP

Ictioplancton

Mauricio Braun A.	Jefe de Proyecto - IFOP
Vivian Valenzuela C.	Biólogo Marino - IFOP
Hernán Miles U.	Técnico - IFOP
Guillermo Pizarro	Técnico Pesquero - Empresa Pesquera Eperva S.A.

Acústica

Jorge Castillo P.	Ingeniero Pesquero - IFOP
-------------------	---------------------------





IV. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

- Tabla 1. Bitácora de estaciones bio-oceanográficas y registro de datos meteorológicos. Crucero MONOR 9705, Otoño de 1997.
- Tabla 2. Bitácora de estaciones bio-oceanográficas y registro de datos meteorológicos. Crucero MONOR 9708, Invierno de 1997.
- Tabla 3. Bitácora de estaciones bio-oceanográficas y registro de datos meteorológicos. Crucero MONOR 9712, Primavera de 1997.
- Tabla 4. Categorías por densidad.
- Tabla 5. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos de peces. Cruceros otoño, Invierno y primavera de 1997.
- Tabla 6. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de larvas de peces. Cruceros otoño, Invierno y primavera de 1997.
- Tabla 7. Número de estadios tempranos de sardina, anchoveta, jurel y caballa con respecto a la distancia de la costa.
- Tabla 8. Biomasa promedio y rangos del zooplancton por crucero.
- Tabla 9. Calibración electroacústica del ecosonda científico EK-500 en el B/C Carlos Porter para la frecuencia de 38 Khz; en los pulsos cortom medio y largo.



FIGURAS

- Figura 1 Localización de las estaciones bioceanográficas. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 2 Dirección e intensidad del viento medido en las estaciones. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 3 Distribución superficial de temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 4 Distribución superficial de Anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), respecto a los promedios de largo Plazo de Blanco (1996). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 5 Distribución de la Profundidad de la isoterma de 15°C (m). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 6 Distribución superficial de Salinidad (psu). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 7 Distribución superficial de Anomalía de salinidad (psu), respecto a los promedios de largo Plazo de Blanco (1996). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 8 Distribución superficial de densidad ($\sigma\text{-t}$). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 9 Distribución superficial de Concentración de oxígeno disuelto (ml/l). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



- Figura 10 Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la Transecta 1. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 11 Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la Transecta 2. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 12 Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la Transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 13 Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la Transecta 4. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 14 Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la Transecta 5. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 15 Distribución vertical de anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la Transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 16 Distribución vertical de salinidad en la Transecta 1. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 17 Distribución vertical de salinidad en la Transecta 2. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 18 Distribución vertical de salinidad en la Transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 19 Distribución vertical de salinidad en la Transecta 4. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



- Figura 20 Distribución vertical de salinidad en la Transecta 5. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 21 Distribución vertical de anomalía de salinidad en la Transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 22 Distribución vertical de densidad (Sigma-t) en la Transecta 1. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 23 Distribución vertical de densidad (Sigma-t) en la Transecta 2. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 24 Distribución vertical de densidad (Sigma-t) en la Transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 25 Distribución vertical de densidad (Sigma-t) en la Transecta 4. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 26 Distribución vertical de densidad (Sigma-t) en la Transecta 5. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 27 Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto en la Transecta 1. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 28 Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto en la Transecta 2. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 29 Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto en la Transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



- Figura 30 Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto en la Transecta 4. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 31 Distribución vertical de concentración de oxígeno disuelto en la Transecta 5. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 32 Distribución temporal de temperatura (°C) con profundidad en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 33 Distribución temporal de salinidad (psu) con profundidad en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 34 Distribución temporal de densidad con profundidad en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 35 Distribución temporal de oxígeno disuelto (ml/L) con profundidad en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 36 Diagramas TS de las estaciones a 20 millas de la costa. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 37 Diagramas TS de las estaciones a 100 millas de la costa. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 38 Imágenes semanales de temperatura superficial del mar. Abril, Mayo y Junio 1997.



- Figura 39 Imágenes semanales de temperatura superficial del mar. Julio, Agosto y Septiembre 1997.
- Figura 40 Imágenes semanales de temperatura superficial del mar. Octubre, Noviembre y Diciembre 1997.
- Figura 41 Diagramas de distribución longitudinal de clorofila a integrada en mayo de 1997.
- Figura 42 Diagramas de distribución longitudinal de clorofila a integrada en agosto de 1997.
- Figura 43 Diagramas de distribución longitudinal de clorofila a integrada en diciembre de 1997.
- Figura 44 Distribución batimétrica de clorofila a y feopigmentos en mayo de 1997 desde las transectas 1 a la 3.
- Figura 45 Distribución batimétrica de clorofila a y feopigmentos en mayo de 1997 desde las transectas 4 a la 5.
- Figura 46 Distribución batimétrica de clorofila a y feopigmentos en agosto de 1997 desde las transectas 1 a la 3.
- Figura 47 Distribución batimétrica de clorofila a y feopigmentos en agosto de 1997 desde las transectas 4 a la 5.
- Figura 48 Distribución batimétrica de clorofila a y feopigmentos en diciembre de 1997 desde las transectas 1 a la 3.



- Figura 49 Distribución batimétrica de clorofila a y feopigmentos en diciembre de 1997 desde las transectas 4 a la 5.
- Figura 50 Variabilidad mensual de la clorofila a y los feopigmentos a 0,5,10,25,50 y 75 m en Mejillones.
- Figura 51 Variabilidad mensual de la clorofila a y los feopigmentos a 0,5,10,25,50 y 75 m en Iquique.
- Figura 52 Variabilidad mensual de la clorofila a y los feopigmentos a 0,5,10,25,50 y 75 m en Arica.
- Figura 53 Variabilidad mensual de la clorofila a y los feopigmentos integrados en Mejillones, Iquique y Arica.
- Figura 54 Relación funcional exponencial entre la clorofila a y la profundidad del disco de Secchi.
- Figura 55 Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de anchoveta. Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.
- Figura 56 Abundancia promedio y curvas de tendencia de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la latitud en otoño, invierno y primavera de 1997.
- Figura 57 Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de anchoveta. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.
- Figura 58 Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de anchoveta. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.



- Figura 59 Distribución y abundancia de (b) Larvas de sardina. Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.
- Figura 60 Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de sardina. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.
- Figura 61 Distribución y abundancia de (b) Larvas de sardina. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.
- Figura 62 Abundancia promedio y curva de tendencia de huevos y larvas de sardina con respecto a la latitud en otoño, invierno y primavera de 1997.
- Figura 63 Distribución y abundancia de (a) Huevos de jurel. Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.
- Figura 64 Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de jurel. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.
- Figura 65 Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de jurel. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.
- Figura 66 Distribución y abundancia de (b) Larvas de caballa. Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.
- Figura 67 Distribución y abundancia de (a) Huevos de caballa. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.
- Figura 68 Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de caballa. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.



- Figura 69 Abundancia promedio de huevos y larvas de caballa con respecto a la latitud en otoño, invierno y primavera de 1997.
- Figura 70 Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de anchoveta en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 71 Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de sardina en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 72 Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de jurel en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 73 Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de caballa en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y Mejillones. Mayo a diciembre 1997.
- Figura 74 Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.
- Figura 75 Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica en otoño, invierno y primavera de 1997.
- Figura 76 Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.
- Figura 77 Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.



- Figura 78 Relación entre la temperatura superficial y la densidad promedio de larvas de anchoveta y sardina para la zona Antofagasta - Arica en otoño de los años 1983/97.
- Figura 79 Relación entre la temperatura superficial y la densidad promedio de larvas de anchoveta y sardina para la zona Antofagasta - Arica en invierno de los años 1983/97.
- Figura 80 Relación entre la temperatura superficial y la densidad promedio de larvas de anchoveta y sardina para la zona Antofagasta - Arica en primavera de los años 1983/97.
- Figura 81 Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en a) Otoño, b) Invierno y c) Primavera de los años 1982/97.
- Figura 82 Densidad promedio por estaciones positivas de huevos de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en (a) verano, (b) otoño, (c) invierno y (d) primavera de los años 1982/97.
- Figura 83 Densidad promedio por estaciones positivas de larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en (a) verano, (b) otoño, (c) invierno y (d) primavera de los años 1982/97.
- Figura 84 Abundancia promedio de huevos y larvas de sardina para la zona Arica - Antofagasta en a) Otoño, b) Invierno y c) Primavera de los años 1982/97.



- Figura 85 Abundancia promedio de huevos y larvas de jurel para la zona Arica - Antofagasta en a) Otoño, b) Invierno y c) Primavera de los años 1982/97.
- Figura 86 Biomasa promedio de zooplancton para la zona Antofagasta - Arica en otoño, invierno y primavera de los años 1985/97.
- Figura 87 Distribución geográfica de anchoveta en los cruceros de otoño, invierno y primavera de 1997 (MONOR 9705, 9708 y 9712).
- Figura 88 Distribución batimétrica de anchoveta y caballa, como histogramas de frecuencias, para los cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 89 Distribución geográfica de jurel en los cruceros de otoño, invierno y primavera de 1997 (MONOR 9705, 9708 y 9712).
- Figura 90 Distribución batimétrica de sardina y jurel, como histogramas de frecuencias, para los cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.
- Figura 91 Distribución geográfica de caballa en los cruceros de invierno y primavera de 1997 (MONOR 9708 y 9712).
- Figura 92 Distribución geográfica de sardina en los cruceros de otoño e invierno de 1997 (MONOR 9705 y 9708).





V. OBJETIVOS

1. Objetivo general

El objetivo general del estudio es registrar las condiciones bio - oceanográficas de la zona norte de Chile, entre Arica y Antofagasta y hasta 100 mn de la costa, con una frecuencia de muestreo a lo menos estacional.

2. Objetivos específicos

- 2.1 Describir y analizar el patrón estacional de temperatura y salinidad superficiales en la zona de estudio.
- 2.2 Describir y analizar la distribución vertical estacional (0 a 200 m) de la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila-a y penetración de la luz, en la zona de estudio.
- 2.3 Describir y analizar la distribución de abundancia estacional del ictioplancton, incluyendo huevos y larvas de las siguientes especies: anchoveta, sardina, jurel y caballa en la zona de estudio.
- 2.4 Desarrollar una serie de tiempo de frecuencia mensual con observaciones a lo menos en una (idealmente 4) estación costera (profundidad $30 > z > 200$ m) localizada dentro de la zona de estudio, donde se registrarán a lo menos las variables señaladas en los puntos 2.2 y 2.3.



En forma complementaria y como sobre oferta técnica se incluyeron los siguientes objetivos adicionales

3. Objetivos adicionales

3.1 Estimar estacionalmente la biomasa zooplanctónica.

3.2 Describir y analizar la distribución de los recursos detectados mediante técnicas hidroacústicas.



VI. INTRODUCCIÓN

La pesquería pelágica de la zona norte, que explota los recursos anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina española (*Sardinops sagax*) y jurel (*Trachurus murphyi*), es la segunda en importancia en el país, sustentando un complejo industrial productor de harinas y aceite de pescado, situado en las regiones I y II.

Estos recursos pelágicos son especialmente sensibles a los cambios del medio ambiente, entre los cuales se encuentran los efectos producidos por los eventos de El Niño que se presentan aperiódicamente.

Es así, como durante el último decenio y particularmente con posterioridad a El Niño 1982 -1983, se han registrado importantes cambios en el ecosistema pelágico de la zona norte, los cuales se han caracterizado por variaciones en la composición específica y en la distribución geográfica de la fauna íctica pelágica, las cuales se expresan por un proceso de transición desde una pesquería monoespecífica con la sardina como especie dominante hacia una pesquería multiespecífica de anchoveta, jurel y sardina. Alteraciones similares vinculadas a las variaciones de los stock han sido descritas en comunidades pelágicas que habitan los ecosistemas altamente productivos de los márgenes orientales de los océanos, provocando importantes trastornos socio - económicos (Murphy, 1974).

Entre las diversas teorías que se formulan para explicar dichas variaciones, adquieren día a día mayor fuerza la hipótesis formulada por Hjort (1914, 1926) en el sentido de que la magnitud de las clases anuales estaría condicionada por la tasa de sobrevivencia durante las primeras fases del desarrollo de los peces, considerándose especialmente importante la etapa de transición desde la fase de



cría a larva, la cual constituye el comienzo de la dependencia del individuo de su medio externo, para satisfacer sus requerimientos nutricionales, etapa que ha sido denominada "período crítico". Sin embargo, esta relación no se presenta en forma directa y simple por cuanto el ambiente como conjunto de variables condiciona en diferentes sentidos la magnitud del desove, crecimiento y sobrevivencia de los huevos y fases larvarias que van a sustentar una clase anual en particular.

Existen antecedentes acerca de las primeras fases de la vida de los peces y del efecto que la variabilidad ambiental ejerce sobre éstas, los cuales han sido documentados en diferentes publicaciones (Sharp, 1981; Hempel, 1979; Lasker y Sherman, 1981; Parsons *et al.*, 1978). Al mismo tiempo se han propuesto programas de investigación a nivel internacional orientados a identificar y comprobar el efecto que sobre el potencial reproductivo, crecimiento y sobrevivencia, ejercen determinadas variables ambientales como: temperatura, turbulencia, transporte, alimentación y predación (Sullivan, 1982).

Los estudios cuantitativos relacionados con distribución y abundancia de huevos y larvas de peces, han sido utilizados con éxito en estimaciones de la biomasa de poblaciones de algunos peces pelágicos, como es el caso de *Sardinops caerulea* (Smith, 1972) y *Engraulis mordax* (Staufer, 1980; Staufer y Parker, 1980).

Durante la última década, el ambiente ha presentado grandes cambios, es así como a partir de fines de 1991, en la zona norte de Chile imperaron condiciones meteorológicas y oceanográficas anómalas, correspondientes a un evento cálido, el cual se prolongó con algunas variaciones en su intensidad hasta el verano de 1995, donde se dio inicio a una fase opuesta "evento frío" que se mantuvo hasta marzo de 1997. En abril se inició un nuevo calentamiento que dio origen a un evento de El Niño



muy fuerte, el que alcanza sus máximos valores en febrero de 1998. Se espera una normalización de las condiciones hacia octubre de 1998.

Durante 1996 la anchoveta se constituyó en el principal recurso pelágico de la zona norte de Chile, sustentando más del 80% de las capturas no existiendo recursos alternativos para la industria de reducción que permitan incrementar su producción por aumentos de las capturas.

Entre 1977 y 1991, la sardina española predominó en los desembarques de la flota cerquera industrial, y a partir de 1985 sus capturas comenzaron a disminuir anualmente hasta llegar a las 22.000 t en 1997, es decir, el stock de sardina española colapsó y no se advierten cambios importantes de biomasa. En la actualidad las capturas están constituidas por ejemplares bajo la talla de primera madurez sexual, lo cual implica que el stock se está reproduciendo, pero sus reclutamientos aún son débiles, lo que no ha permitido recuperar sus antiguos niveles de biomasa.

La otra especie importante es el jurel, en 1985 se llegaron a capturar más de 500 mil toneladas, sin embargo las capturas han disminuido incluso con el levantamiento de la medida de regulación de la talla mínima de primera captura, registrándose en 1997 la cifra de 191 mil toneladas.

Estos antecedentes, permiten señalar que la industria de reducción de la I y II región, depende casi exclusivamente de la anchoveta.

Las capturas de anchoveta en el norte de Chile provienen de un stock común, que se distribuye desde el sur del Perú hasta la zona de Antofagasta (14° - 24° S). Sus



capturas en el área mencionada se incrementaron de manera notable después del fenómeno El Niño 1982-83, destacándose los registros máximos de 1989 con 1,7 millones de toneladas. En el período 1992-95, se capturaron en promedio 2 millones de toneladas anuales. En 1996 las capturas en ambos países disminuyeron en un 57% debido a la disminución de un 42% que se constató en el norte de Chile y al drástico descenso de los desembarques en el sur del Perú (80%). Durante 1997, el desembarque de anchoveta se incrementó en ambos países registrándose 2,5 millones de toneladas como consecuencia del fenómeno El Niño y el incremento del esfuerzo, constituyéndose en el segundo registro más importante de la década (Barría, 1998).

La variabilidad de la abundancia en estas especies es conocida y presenta un claro componente estacional, asociado a la fase del pulso de reclutamiento y a los patrones de explotación; una anual dependiente, principalmente de la amplitud del pulso del reclutamiento y de la sobrevivencia larval subsecuente; e interanual asociada a cambios climáticos que afectan los procesos ya señalados, teniendo especial relevancia entre los factores climáticos el fenómeno de El Niño el cual se presenta con una periodicidad de 5 a 7 años.

El monitoreo de esta pesquería data desde el año 1963, habiendo generado la segunda base de datos más completa del mundo en pesquerías pelágicas. Desde 1963 a 1972 existe una cobertura trimestral ininterrumpida de secciones bio-oceanográficas para la zona Arica - Antofagasta, que en algunos años alcanza frecuencia mensual. Con posterioridad, en 1980 y dada la importancia adquirida por la pesquería pelágica de la zona norte y ante la necesidad de conocer los niveles de biomasa que la sustentaban, las autoridades pesqueras impulsaron el establecimiento de un programa regular de evaluación directa por métodos acústicos, con frecuencia



estacional. Cabe señalar que a partir de 1982 y en forma paralela a los esfuerzos del sector estatal, las principales empresas pesqueras privadas de la zona, encargaron al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) la ejecución de investigaciones que permitieran conocer la distribución y abundancia estacional de las especies sujetas a explotación. En atención a los resultados obtenidos, los cruceros de prospección acústica efectuados desde 1985 y financiados por el sector privado, incluyeron estudios oceanográficos y de distribución y abundancia de huevos y larvas de peces, con el fin de determinar las relaciones entre las condiciones del ambiente y el potencial de los recursos en estudio.

Hasta la fecha se han efectuado más de 40 cruceros estacionales entre la costa y las 100 mn (en algunas ocasiones, hasta las 200 mn) en el litoral entre la I y la II región, para monitorear las condiciones oceanográficas y la distribución y abundancia relativa de las formas adultas y juveniles de sardina española, anchoveta y jurel, siendo esta base de datos, por sus especiales características, una de las pocas que puede ser utilizada para detectar un cambio climático global sobre las pesquerías, separando los efectos naturales de los antrópicos.

En base a los resultados de dichas investigaciones, ha sido posible establecer la estacionalidad de la biomasa de los principales recursos pelágicos sometidos a explotación y su relación, en algunos casos, con las características físicas, químicas y biológicas del ambiente, las que afectan directamente a la distribución y abundancia de los huevos y larvas de peces. Especialmente relevante en la distribución espacial de los recursos, son aquellas características dinámicas de la columna de agua que permiten su estabilización y la posterior agregación de alimento, evento que es especialmente crítico para las larvas de los pequeños pelágicos tales como la anchoveta. Para la cuantificación de la oferta ambiental de



alimentación, la variable más utilizada, por su costo razonable y rapidez del análisis, es la clorofila-a, la que debe ser utilizada sólo como un indicador de biomasa y en ningún caso reemplaza a las mediciones de producción primaria y/o de carbono y nitrógeno orgánico.

Debido a la importancia de este tipo de investigaciones para aumentar la comprensión de la influencia de los factores oceanográficos en la distribución y abundancia de los recursos, el Consejo de Investigación Pesquera ha decidido mantener el monitoreo de los pequeños peces pelágicos costeros y de su medio ambiente, dentro del programa de investigación 1997, a objeto de mantener un sistema regular y periódico de observación de las condiciones de la pesquería y de su ambiente bioceanográfico, incorporando estaciones costeras de vigilancia mensual que permitan aumentar la frecuencia de observación, complementando de manera eficiente la base de datos disponible. Este monitoreo mensual permitió sustituir las limitadas capacidades predictivas de mediano plazo, por una capacidad de pronóstico empírico de corto plazo.



VII. METODOLOGÍA DE TRABAJO

1. Zona de estudio

El área de estudio estuvo comprendida entre Antofagasta - II Región y Arica - I Región, zona donde se efectuaron estacionalmente un total de 5 transectas perpendiculares a la línea de costa ubicadas frente a Bahía Moreno ($23^{\circ}40'S$), Punta Copaca ($22^{\circ}20'S$), Punta Lobos ($21^{\circ}00'S$), Punta Junín ($19^{\circ}40'S$) y Arica ($18^{\circ}25'S$) desde la costa hasta una distancia máxima de 100 millas náuticas.

2. Cruceros

Durante el período comprendido entre mayo y diciembre de 1997, el Instituto de Fomento Pesquero, IFOP, realizó a bordo del B/I "Carlos Porter" los cruceros de monitoreo: **MONOR 9705** (22 de mayo - 01 de junio), **MONOR 9708** (15 al 22 de agosto) y **MONOR 9712** (12 al 19 de diciembre) correspondientes a otoño, invierno y primavera de 1997 respectivamente, realizándose además tres estaciones costeras de monitoreo localizadas a 2 mn frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones, las cuales permitieron aumentar la frecuencia de observación (**Fig. 1, Tablas 1, 2 y 3**).

3. Oceanografía Física (Objetivos 2.1, 2.2 y 2.4)

3.1 Colecta de muestras y registro de datos

Para cada uno de los cruceros estacionales se efectuaron estaciones oceanográficas distribuidas en 5 transectas perpendiculares a la costa separadas cada 80 mn. Las estaciones se localizaron en las transectas a 1, 5, 10, 20, 40, 70 y 100 millas de la costa.



En otoño de 1997, crucero **MONOR 9705**, y durante la navegación intertransectas se realizaron 8 estaciones adicionales con CTD. De la misma manera en el crucero de invierno **MONOR 9708**, se efectuaron 34 estaciones de muestreo por motivos de mal tiempo (viento con ráfagas sobre 28 nudos), no realizándose la estación correspondiente a las 100 mn de la transecta 3, Punta Lobos (21°00'S).

En cada una de las estaciones de la grilla de muestreo se obtuvieron registros continuos de temperatura (°C), salinidad y profundidad (dbar) hasta un máximo de 500 dbar, mediante el uso de un CTD marca **SEA BIRD 19**. Las muestras discretas se obtuvieron mediante el uso de un muestreador automático tipo roseta, marca **GENERAL OCEANICS**, equipado con 12 botellas Niskin de 1,7 L y termómetros de inversión.

Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto y para verificar los valores de temperatura y salinidad del CTD, se realizaron lances con roseta, a profundidades estándares de 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200 y 300 metros como máximo. El procesamiento de las muestras de oxígeno se realizó a bordo utilizando el método de Winkler modificado por Carpenter (1965). Los registros de temperatura se obtuvieron con termómetros de inversión. Los análisis de salinidad se efectuaron posteriormente con un salinómetro de inducción, marca T.S.K. modelo **DIGI-AUTO**.

3.2 Medición de la clorofila-a y la penetración de la luz

Las muestras para análisis de clorofila - a fueron obtenidas de las profundidades estándar mencionadas en 3.1, agregando los niveles de 5 y 10 m. Las muestras se filtraron *in situ* con un sistema de filtrado múltiple, utilizando filtros de acetato de



celulosa (Millipore, HA, 0,45um, 47 mm de diámetro), con un volumen de filtrado estandarizado en 100 mL. Las muestras se almacenaron a -20°C en ambiente anhidro, utilizando como desecante CaCl₂ para su posterior análisis.

La extracción de la muestra para análisis de clorofila a se realizó en forma pasiva, con una solución acuosa de acetona al 90 % v/v, por un período no inferior a las 12 horas y a ca. 0 °C. La lectura del sobrenadante se efectuó en ambiente de baja luminosidad con la técnica fluorimétrica con y sin acidificación descrita en Parsons *et al.* (1982), utilizando para tales efectos un fluorómetro digital marca Turner Designs, modelo 10AU, calibrado con un estándar puro de clorofila-a marca Sigma Chemicals.

La penetración de la luz se midió con un disco de Secchi de 30 cm de diámetro. El disco fue bajado con un cable medido previamente a intervalos de 1 m. El disco se arrió hasta que este fuera apenas perceptible, por el costado sombreado del barco, registrándose la profundidad, luego se continuó bajándolo hasta que desapareciera completamente. Entonces, se izó lentamente hasta que fuera nuevamente visible consignándose esta segunda lectura. La lectura final del disco se obtuvo al promediar ambas lecturas.

3.3 Estaciones costeras de monitoreo

Las estaciones costeras de monitoreo, fueron realizadas durante los meses de junio, julio, septiembre, octubre y noviembre de 1997 a bordo de embarcaciones pesqueras. En ellas se obtuvo muestras discretas para el análisis de salinidad, oxígeno disuelto, clorofila - a y registros de temperatura en superficie y a las profundidades de 10, 25 y 50 m, utilizando botellas Niskin de 1,7L equipadas con



termómetros de inversión. Ambos análisis se realizaron en laboratorio en tierra después de 18 horas de tomada la muestra.

La muestra para el análisis de clorofila a fue obtenida con un sistema de filtrado con jeringa y portafiltro (Swinnex) de 25 mm de diámetro. La determinación del volumen final de filtrado se realizó con una probeta plástica. Las muestras se almacenaron en cajas de Aislapol con Gel-Pack, tratando de mantener la temperatura lo más baja posible. Una vez en puerto se les hizo un tratamiento de frío en un congelador de -20°C y posteriormente se trasladaron al laboratorio.

3.4 Imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (TSM)

Se incorpora el análisis de una imagen promedio mensual de TSM, a objeto de poder estimar la variabilidad anual y la intensidad de procesos tales como surgencia y frentes costeros, complementando de esta manera la información obtenida de las estaciones costeras de monitoreo y de los cruceros bio-oceanográficos.

3.5 Procesamiento de la información

Se realizó una regresión lineal usando el método de los mínimos cuadrados entre los datos registrados mediante el CTD y los datos obtenidos de las muestras discretas, de esta manera se verificó que los datos correspondieran a los mismos estratos, disminuyendo así, el error por profundidad generado por el balance del buque.



Posteriormente, se calculó la diferencia entre los valores y se revisó si esta era constante en el tiempo o presentaba alguna variación progresiva. Cuando la diferencia es mayor de dos veces respecto de la precisión entregada por el fabricante para cada uno de los sensores, se procede a la corrección de los valores. Luego se revisaron cada uno de los perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno, a objeto de validar la información. Para ello se tuvieron presentes 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 la variable **Sigma-t** a profundidades estándar para CTD (NODC, 1991). Para el cálculo de densidad se utilizó la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero and Poisson (1981) y UNESCO (1981a y 1981b).

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

Con los datos ya procesados se confeccionaron cartas superficiales de distribución de las variables temperatura, salinidad, oxígeno y densidad (Sigma-t). Asimismo, se confeccionaron gráficos de distribución vertical y diagramas **t-s** para todas las transectas.

Con respecto a las estaciones costeras, los datos de temperatura, penetración de la luz y el resultado del análisis de las muestras de salinidad y oxígeno, fueron graficados como serie de tiempo con profundidad.



La información de clorofila-a fue codificada y digitada georeferenciada por profundidad, confeccionándose cartas de distribución batimétrica para todas las transectas. Los resultados se expresan en mg/m^3 . Para la adecuada representación de la estructura biológica de toda la columna de agua, se calculó la clorofila-a integrada, utilizando el método trapezoidal (Hasle, 1969), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2pn} (N_1 + N_2)(p_2 - p_1) + \dots + (N_{n-1} + N_n)(p_n - p_{n-1})$$

donde:

P = Promedio de los valores considerados de superficie a la máxima profundidad

N = Concentración de clorofila-a a la profundidad z (mg/m^3)

p = Profundidad de la muestra respectiva (m)

Este cálculo permitió representar la clorofila-a en unidades de área (mg/m^2) y descarta la posibilidad de no representar adecuadamente los máximos subsuperficiales de biomasa fitoplanctónica, que se producen especialmente en período estival (primavera-verano). Las estaciones costeras mensuales fueron procesadas de acuerdo a la misma rutina descrita para la estaciones de los cruceros estacionales.

Con respecto a la información meteorológica, en cada una de las estaciones oceanográficas se registraron los siguientes datos de carácter básico: temperatura



del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y dirección de las olas, utilizándose las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

4. Ictioplancton

4.1 Calibración de flujómetros TSK

Los flujómetros utilizados durante los cruceros de monitoreo fueron calibrados a 2 m al oeste de Mejillones de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile.

Los datos del número de revoluciones por segundo y metros por segundo registrados para cada lance fueron analizados mediante una regresión lineal simple y cuyas ecuaciones de calibración fueron iguales a:

Crucero MONOR 9705	TSK 4771	$V = 0,138938 * N + 0,217273$
Crucero MONOR 9708	TSK 4763	$V = 0,149959 * N + 0,049250$
Crucero MONOR 9712	TSK 5336	$V = 0,158801 * N - 0,120545$

4.2 Colecta de las muestras

En el curso de los cruceros estacionales de monitoreo se efectuaron 104 estaciones zooplanctónicas a través de lances verticales con una red modelo WP-2 (UNESCO, 1968), complementada con un medidor de flujo marca T.S.K., el que permitió cuantificar el volumen de agua filtrado en cada lance.



El muestreo cuantitativo de zooplancton orientado a determinar la abundancia de los huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa, se realizó mediante arrastres verticales desde profundidades máximas de 100 m hasta la superficie, con velocidades de calado e izado de la red iguales a 0,8 m/s y a 0,6 m/s respectivamente.

La profundidad real de muestreo fue corregida mediante la medición del ángulo del cable a máxima profundidad, a través de un clinómetro manual. Durante los cruceros estacionales el ángulo fluctuó entre 1 y 30° en otoño; entre 4 y 37° en invierno y entre 0 y 30° en primavera de 1997.

Las muestras obtenidas en cada una de las estaciones fueron fijadas en una solución de formalina al 5% en agua de mar neutralizada con disodio tetraborato (bórax).

Durante la ejecución de cada lance planctónico se registró en planillas especialmente diseñadas los siguientes datos de carácter básico: código de crucero, número de estación, duración del lance, posición geográfica, tipo de red y de pesca, número de revoluciones del flujómetro, lecturas del clinómetro y cable arriado e información ambiental de carácter complementario.

4.3 Procesamiento de las muestras y análisis de la información

El procesamiento de las muestras en laboratorio contempló cuatro etapas:

- Extraer de cada una de las muestras, la totalidad de los estadios tempranos de peces (huevos y larvas),



- Identificación taxonómica de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa,
- Cuantificación de huevos y larvas de las especies objetivo, y finalmente la
- Enumeración y agrupación del resto del ictioplancton, bajo la denominación de "otras especies".

Para el procesamiento de las muestras, se emplearon microscópicos estereoscópicos marca Nikon y Zeiss con aumento de 8 a 40 veces examinando la totalidad de la muestra.

La determinación taxonómica de las especies objetivo de este estudio, se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores utilizando de preferencia las de: Fischer, (1958); Einarsson y Rojas, (1963); Greenwood *et al.*, (1966); Moser y Ahlstrom, (1970); Santander y Castilla, (1971); Balbontín y Garretón, (1977); Pérez, (1978); Aron, (1980); Balbontín y Pérez, (1980); Boltovskoy, (1981); Fahay, (1983); Orellana y Balbontín, (1983); Santander *et al.*, (1984); Sinclair y Tremblay, (1984); Sinclair *et al.*, (1985); Matarese *et al.*, (1989) y Olivar y Fortuño, (1991).

Para efectos comparativos el número de huevos y larvas obtenido en las diferentes pescas, se estandarizó a una base común en términos de número de huevos y larvas, presentes en una unidad de área estándar de 10 m², de acuerdo a la siguiente expresión:



$$C = 10 * \frac{d}{w} * c$$

donde:

- C = número de huevos o larvas en una unidad de área de mar (10 m²)
- d = profundidad máxima del lance (m).
- w = volumen de agua filtrado (m³).
- c = número de huevos o larvas en la muestra.

El valor "d" se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = L_0 * \cos \theta$$

donde:

- L₀ = Cantidad de cable arriado (m).
- cos θ = coseno del ángulo registrado antes del virado de la red.

El volumen de agua filtrado "w" se calculó por la ecuación:

$$w = Q * t$$

donde:

- Q = volumen de agua filtrado por unidad de tiempo (m³/seg).
- t = tiempo empleado en el arrastre (seg).



El valor de "Q" se calcula de la ecuación:

$$Q = V * A$$

donde :

V = velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg.

A = área de la boca de la red (m²).

La velocidad se obtiene a partir de un ajuste de la curva de calibración del medidor de flujo:

$$V = a * N + b$$

donde :

N = número de revoluciones por segundo.

a y b = constantes

Basado en los valores cuantitativos de los análisis y con el propósito de contar con antecedentes comparativos entre las fases de desarrollo de las especies ictioplanctónicas, se determinaron algunos parámetros tales como el poblacional, densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas y los comunitarios, constancia y dominancia numérica.

Para la confección de mapas de distribución y abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas anchoveta, sardina, jurel y caballa se utilizó la escala geométrica de Frontier (1966) modificada y el software SURFER6.



Para efectos de establecer una comparación interanual se emplearon series históricas estandarizadas del ictioplancton de las especies objetivo, obtenidas en otoño, invierno y primavera para la zona Antofagasta - Arica, desde la costa hasta una distancia máxima de 100 mn hacia el oeste.

4.4 Biomasa zooplanctónica

Se determinó la biomasa a través de la medición de los biovolúmenes, empleándose para tales efectos el método de desplazamiento de volumen húmedo descrito por Yashnov (1959) modificado por Robertson (1970). El volumen se determinó dos veces para cada una de las muestras y el resultado corresponde al promedio de ambas determinaciones. Se excluyeron solamente de las mediciones aquellos organismos cuyo volumen excedía los 5ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se calculó mediante la ecuación:

$$Y = 1.000 \left(\frac{X}{W} \right)$$

donde:

Y = ml de zooplancton por 1.000 m³

X = ml de zooplancton

W = Volumen de agua filtrada por la red (m³)



5. Distribución espacial e índices de abundancia relativa de los recursos

Durante el período comprendido entre mayo y diciembre de 1997, se realizó hidroacústica en los cruceros estacionales de monitoreo correspondientes a las estaciones de otoño, invierno y primavera de 1997.

5.1 Calibración electroacústica

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 500 consiste en un proceso iterativo, en que se mide las señales de la intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco de referencia conocido ubicado en el centro del haz acústico, los que deben converger hacia el valor teórico del blanco de referencia (Foote *et al.*, 1987).

Para este fin se utilizaron blancos estándar de cobre diseñados para las frecuencias de 38 y 120 KHz, según las recomendaciones del Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por el fabricante (Foote *et al.*, 1987). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisión de $\pm 0,5$ dB, siendo aceptable con ± 1 dB.

Los controles de los equipos durante la calibración deben ser iguales que los utilizados durante la prospección, por lo tanto ante eventuales cambios en estos controles es necesario realizar las mediciones con las diferentes alternativas ó repetir la medición.

Las mediciones correspondientes al presente estudio se efectuaron en Mejillones entre el 10 y 11 de diciembre de 1997, antes del inicio de la prospección. El buque se fondeó con dos anclas por la proa y una por la popa (barbas de gato).



Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración, ésta se ubicó en el haz acústico mediante tres líneas de nailon monofilamento, utilizándose carretes de cañas de pescar para variar y controlar la ubicación del blanco en el haz.

El procedimiento de medición del TS consiste en medir las ganancias del transductor, ajustándose según:

$$G_1 = G_0 + \frac{TS_m - TS_b}{2}$$

donde:

- G_1 = nueva ganancia del transductor
- G_0 = ganancia antigua
- TS_m = intensidad de blanco medida (dB)
- TS_b = intensidad de blanco teórico (dB)

Para ajustar los parámetros de las lecturas del econtegrador (S_a) se aplica el siguiente procedimiento:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 \log \frac{S_{a(m)}}{S_{a(t)}}}{2}$$

siendo:

$$S_{a(t)} = \frac{4\pi r_0^2 \sigma_{bs} (1852)^2}{\Psi r^2}$$



donde:

S_{bs} = sección dispersante de la esfera (dB).

r = profundidad de la esfera (m).

r_0 = profundidad de referencia (1 m).

Ψ = ángulo equivalente del haz acústico (dB).

$S_{a(t)}$ = salida teórica del econtegrador.

$S_{a(m)}$ = salida medida del econtegrador.

5.2 Identificación de especies

La identificación de especies fue realizada mediante la aplicación del método acústico (Guzmán *et al.*, 1983).

El método acústico (Guzmán *et al.*, 1983) considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según la siguiente formulación:

$$S_v = \frac{C1 \times V^2}{L \times D}$$

donde:

S_v = coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación o cardumen.

$C1$ = constante de calibración electrónica del equipo. En el caso del EK 500 está incluida en la salida calibrada del econtegrador.

L = longitud de la agregación (m)

D = altura media de la señal remitida por la agregación (m).



5.3 Distribución de los recursos

La información acústica por Intervalo Básico de Muestreo (I.B.M.) acústico de 0,5 mn, separada por especie, es presentada en mapas de distribución espacial, utilizando una escala de densidad (t/mn^2), determinada por la siguiente expresión $75 \cdot 2^{(n-1)}$, donde n representa el nivel de la categoría, siendo $0 < n \leq 4$ (Tabla 4).

Los mapas de distribución espacial se confeccionaron realizando una interpolación según el método de la distancia inversa al cuadrado entre las I.B.M's y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad según las categorías señaladas anteriormente.

Tabla 4. Categorías por densidad

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



5.4 Índices de cobertura y densidad

El índice de cobertura indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie, señalando el grado de agregación presentado por la especie en el momento de la prospección. Su cálculo se realiza según:

$$IC = \frac{k}{Z} \times 100$$

La abundancia relativa de los recursos se determinó con el índice de densidad (I.D.), que indica el grado de concentración de los recursos en aquellas observaciones acústicas que detectaron la presencia de éstos. El procedimiento de cálculo es:

$$ID = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{Sa_{ij} \times C_e}{k}$$

donde:

- k = número de observaciones acústicas con presencia de recurso
- Z = número total de observaciones acústicas en el crucero.
- Sa_{ij} = lecturas acústicas en la i-ésima I.B.M de la j-ésima transecta.



- C_e = factor de eointegración, obtenido en base a un TS_{kg} de -32,5 dB/kg (t/mn²/Sa).
- IC = índice de cobertura (%)
- ID = índice de densidad en t/mn².



VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Condiciones ambientales

1.1 Viento

En general, el viento medido en cada una de las estaciones oceanográficas durante el desarrollo de los cruceros (**Fig. 2**) presentó gran variabilidad en intensidad, con una dirección predominante del segundo y tercer cuadrante. La magnitud de los vientos en otoño (mayo) alcanzó un máximo de 9,8 m/s y una media de 3 m/s. En invierno (agosto) se registraron valores máximos de 9,8 m/s, con una media de 4,8 m/s, durante primavera (diciembre) se alcanzaron valores con un promedio de 3,5 m/s y un máximo de 7,2 m/s.

En agosto se observó un evento anómalo, de vientos norte de mediana intensidad, en el sector sur del área de estudio, producido por un frente de mal tiempo que alcanzó inusualmente hasta la tercera región del país.

Como el área de estudio se encuentra ubicada en el margen oriental del anticiclón del Pacífico sur y cuya principal característica, es el predominio de los vientos con dirección S y SW durante todo el año y la intensidad registra una variación estacional, siendo en el área oceánica, máxima en invierno (Agosto) y mínima a fines del verano (Marzo) (Bjerknes, 1966; Fuenzalida, 1971; Hellerman y Rosenstein, 1983; Bakun, 1985; Bakun y Parrish, 1982; Bakun y Nelson, 1991).

Por otra parte, Fuenzalida (1989) y Montecinos (1991), utilizando datos de viento de estaciones costeras, indican la presencia de viento favorable a la surgencia durante



todo el año, con valores máximos desde fines de primavera a comienzos del verano y mínimos de fines de otoño a comienzos del invierno, contrario a lo descrito por Bjerknes (1966) para la zona oceánica. Lo anterior sería producto del efecto combinado entre el forzamiento térmico local - regional y el campo de presión a gran escala (Montecinos, 1991). Además, encuentran que durante los eventos cálidos de 1976 y 1982, la magnitud de los vientos favorables a la surgencia aumentaron. En particular, durante el invierno de 1983 y 1993 la intensidad de los vientos superó a las de verano de ese mismo año, mostrando sin embargo una mayor variabilidad (Fuenzalida, 1989; Braun et al., 1994). Los vientos registrados durante el crucero de mayo de 1997 indican una anomalía respecto de los patrones descritos, producto de un debilitamiento importante del sistema de presiones en el sector del área de estudio iniciado a principios de año (JMA, 1997). En Agosto la intensidad del viento superó la registrada en diciembre, producto de las anomalías producidas por el fenómeno de El Niño, el que se desarrolló a partir de abril de 1997 y que alcanzó sus máximas anomalías en febrero de 1998.

1.2 Temperatura superficial

La temperatura superficial durante los tres períodos de estudio presentó valores que aumentan de costa a océano y de norte a sur (**Fig. 3**).

Durante el otoño la temperatura superficial presentó valores entre 17,0 y 22,3° C, con un promedio de 20,53°C. En el sector costero las isotermas se presentan paralelas a la costa, con un gradiente menor de 2°C en 20 mn en la zona entre Arica y Pisagua.



En invierno se presentaron los valores más bajos, alcanzando entre 17,0 y 20,5°C, con un gradiente costero casi inexistente y que es menor de 0,5°C en las primeras 20 mn. En la mayor parte del área se encuentran valores mayores de 19°C, con dos focos mayores de 20°C, uno entre 30 y 60 millas frente a Arica y otro entre 5 y 30 millas al sur de Iquique. Valores menores de 19°C se encuentran en el sector costero frente a Iquique y al sur de la península de Mejillones.

Durante la primavera la temperatura aumentó, registrándose valores de 20,24 a 24,08°C, con un gradiente costero anómalamente débil, no superando 1,5°C /20 millas. En la mayor parte del área se presentan valores superiores de 22°C, sobresale la extensión hacia fuera de la costa de aguas con temperaturas menores de 22°C frente a Punta Lobos.

La distribución de temperatura superficial en la zona de estudio esta condicionada en la zona costera por los procesos de surgencia, generados por los vientos provenientes del S y SW (Smith, 1968), los que producen que las isotermas se distribuyan paralelas a la costa en las primeras 20 a 40 millas de la costa, mientras que en el sector oceánico la distribución superficial de las isotermas evidencia la entrada de aguas cálidas hacia el sur y la presencia o avance hacia el norte de aguas más frías en el sector oceánico, por fuera de las 70 mn. Cada cierto número de años este patrón se ve alterado notablemente, por los eventos de El Niño, los que producen en la región, entre otros efectos, una disminución del viento, lo que trae consigo un debilitamiento de la surgencia y ésto permite el acercamiento hacia la costa de aguas más cálidas y la disminución del frente costero.



1.3 Anomalía de temperatura superficial

La anomalía de temperatura superficial, con respecto a los promedios de largo plazo de Blanco (1996) (Fig. 4), presenta valores positivos durante todo el período de estudio.

En otoño la anomalía muestra para la zona oceánica (fuera de las 20 millas) valores mayores de 1°C . En el área costera en cambio las anomalías aumentan entre 2 y 3°C , producto del debilitamiento de la surgencia en toda la zona, en especial el sector sur del área de estudio.

En invierno los valores de la anomalía son en promedio para el área de 3°C más alta que los promedios de largo plazo, con valores mayores de $3,5^{\circ}\text{C}$ en el sector costero desde los 21°S al sur.

En primavera, la anomalía es en promedio para el área de 3°C más alta que los promedios de largo plazo, con valores mayores de $3,5^{\circ}\text{C}$ en el sector costero desde los 22°S al sur y de los $21^{\circ}20'$ al norte. Se alcanzan valores superiores a $4,5^{\circ}\text{C}$ en las estaciones costeras frente a Pisagua y Mejillones. Se aprecia un núcleo con anomalías menores de $1,5^{\circ}\text{C}$ ubicado entre 20 y 40 mn frente a Punta Lobos producto de la extensión hacia fuera de la costa de aguas más frías.

En general, la anomalía observada en todo el período, muestra claramente la tendencia a aumentar los valores durante el año.



1.4 Profundidad de la isoterma de 15°C

La isoterma de 15°C (Fig. 5), que representa la base de la termoclina entre la latitud 18°S y 24°S, muestra en invierno muestra una condición completamente anómala, donde los valores no aumentan desde la costa hacia el sector oceánico. La profundidad en el sector costero es superior a 50 m, alcanzando frente a Punta Lobos una depresión de más de 100 m, la que estaría asociada el paso de ondas Kelvin. La profundización de la termoclina estaría asociada tanto al paso de ondas planetarias como al debilitamiento de la surgencia.

En invierno alcanza profundidades de más de 90 m en áreas costeras frente a Arica e Iquique y oceánicas frente a Punta Lobos. En promedio esta isoterma se ubica a 80 m de profundidad en el área. Respecto de la profundidad históricamente registrada se encuentra 60 m más profunda en sectores costeros y 20 a 30 m en el sector oceánico.

En otoño se presentan las máximas profundidades en el sector costero, con un máximo de 275 m frente a Punta Lobos. Respecto de la profundidad históricamente registrada se encuentra a más de 200 m más profunda en sectores costeros entre Arica y Tocopilla y 80 m entre Tocopilla y Antofagasta y 20 a 30 m en el sector oceánico.

La isoterma de 15°C se ubica en esta zona, generalmente en la base de la termoclina (Enfield, 1980; Blanco y Díaz 1985), por lo que su batimetría es un buen índice de la profundidad de la termoclina durante los períodos normales, en períodos de El Niño, esta isoterma se profundiza considerablemente producto del paso de ondas planetarias, quedando muy por debajo de la termoclina, sin embargo este indicador permite en ese caso estimar el grado de normalidad de la columna de agua.



1.5 Distribución vertical de temperatura

La distribución de temperatura entre la superficie y 500 m de profundidad (Figs. 10 a 14), muestra durante el período de otoño, una capa de mezcla que aumenta de sur a norte, con un máximo de 30 metros de espesor en el sector oceánico en la transecta 1 y 15 a 20 m en la transecta 5. La termoclina se presenta en forma intensa para toda el área con un grosor entre 30 y 40 m, con un gradiente promedio de $2^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$. Bajo los 100 metros de profundidad, las isothermas se profundizan considerablemente desde el área oceánica hacia la costa en las transectas 1 a 4, con hundimientos de más de 100 m de las isothermas menores de 13°C . El ascenso de las isothermas en el sector costero es débil, subiendo en los primeros 50 m y en pocas millas desde la costa.

En invierno no se observa ascenso de agua en el sector costero. La capa de mezcla aumenta de sur a norte, con casi 80 m en la transecta 1 y 30-40 m en la transecta 5. La termoclina permanente se presenta bajo la capa de mezcla, con un grosor entre 40 y 50 m, con un gradiente aproximado para el período de $1^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$. Bajo la termoclina las isothermas se distribuyen horizontales y paralelas entre sí.

En primavera la capa de mezcla disminuyó su espesor a 20 m como máximo en el área, siendo más importante en el sector sur. Debido a la alta temperatura de la capa superficial, se presentó una fuerte termoclina en toda el área con un espesor variable de 40 a 60 m y un gradiente térmico entre $1,5$ y $2^{\circ}\text{C}/10\text{ m}$. Bajo la termoclina las isothermas en el sector costero se hunden considerablemente, alcanzando profundizaciones de más de 200 m de algunas isothermas.

Se calculó la anomalía de temperatura en la columna de agua (Fig. 15) sobre la base de los promedios de largo plazo de Blanco (1996) para la transecta 3 (21°S),



encontrándose anomalías positivas en toda la columna y con los máximos valores en los primeros 100 m de la columna de agua.

En otoño la anomalía alcanza hasta 3°C a 50 m de profundidad a 100 millas de la costa, y valores superiores a 1°C entre la costa y las 40 millas. En agosto las anomalías de los primeros 100 m aumentan respecto de mayo, alcanzando más de 4°C en el sector costero hasta 50 m de profundidad, bajo los 100 m los valores son menores de 1°C en toda la extensión.

En primavera la anomalía de superficie disminuye ligeramente, encontrándose los máximos valores en el sector oceánico a 30 m de profundidad y en el costero entre los 50 y los 300 m, lo que confirma la alteración de toda la columna de agua.

1.6 Salinidad superficial

Los valores de salinidad superficial (**Fig. 6**), al igual que la distribución de temperatura, aumentan sus valores de sur a norte y desde la costa hacia el sector oceánico, con la excepción de algunos núcleos de baja o alta salinidad.

Durante el crucero de otoño la salinidad superficial presenta valores entre 34,75 y 35,26 psu. Los mayores valores se observaron por fuera de las 40 mn desde Arica hasta Tocopilla. Valores menores a 35 psu se registraron en las primeras 10 mn a lo largo de toda la zona y los más bajos en el área de la península de Mejillones, donde bajas salinidades se extienden hasta casi las 40 mn.

En invierno los valores se encuentran entre 34,8 psu en el extremo sur y mayores de 35,2 psu por fuera de las 10 millas entre Arica y Tocopilla. Toda la franja



costera tiene valores superiores a 35,1 psu, no presentándose el característico gradiente costero.

En primavera, los mínimos valores ($< 35,2$ psu) se observan en dos focos pegados a la costa, uno frente a Punta Lobos y otro entre Mejillones y Antofagasta. Los máximos valores ($> 35,4$ psu) se encuentran por fuera de las 40 mn en toda la zona.

1.7 Anomalía de salinidad superficial

La anomalía de salinidad (**Fig. 7**), respecto de los promedios mensuales de largo plazo de Blanco (1996), presentó durante el crucero de mayo valores positivos, con la excepción de un área entre la costa frente a Iquique y las 100 millas frente a Arica. En general, en el sector oceánico no se registran diferencias significativas respecto de los promedios históricos. Hacia el sector costero las anomalías son levemente superiores ($> 0,1$ psu) y al sur de los 23°S estos son 0,2 a 0,3 psu más altos.

En agosto la anomalía de salinidad es superior a 0,2 psu en casi toda el área, alcanzando valores mayores de 0,35 psu desde la costa hasta las 90 millas frente a Tocopilla. Los valores observados durante este crucero son los más elevados de los cruceros de invierno que se tiene registro.

En diciembre a anomalía de salinidad es superior a 0,3 psu en casi toda el área, alcanzando valores mayores de 0,6 psu desde la costa hasta las 100 millas entre Tocopilla y Antofagasta.



1.8 Distribución vertical de salinidad

La distribución vertical de salinidad (Figs. 16 a 20) presenta en otoño valores mayores de 35,0 psu en los primeros 20 metros de la columna de agua. Bajo el máximo salino y centrado 100 m de profundidad se ubica un mínimo subsuperficial, con valores de 34,4 a 34,7 psu en el extremo sur y de 34,8 psu en el extremo norte del área. Entre el máximo superficial y el mínimo subsuperficial se produce una intensa haloclina entre las transectas 1 a 4. El máximo subsuperficial, de un espesor promedio de 200 a 300 metros, tiene valores mayores a 34,8 psu en el área sur y mayores a 34,9 psu en el norte. Bajo el máximo subsuperficial, la salinidad disminuye a valores entre 34,7 y 34,6 psu a 500 metros de profundidad.

En invierno, el máximo superficial alcanza hasta casi 40 m de profundidad, generando una haloclina muy significativa para esta época del año. El mínimo de salinidad subsuperficial ubicado entre 80 y 120 m, alcanza el valor de 34,4 psu en el sector sur, aumentando a más de 34,8 psu en el norte, siendo muy débil entre las 20 millas y la costa. Centrado en los 200 metros se encuentra el máximo subsuperficial, con un valor promedio para el área de 34,8. Bajo los 300 m los valores disminuyen hasta alcanzar a la profundidad de 500 metros valores menores de 34,6 psu.

En primavera, el máximo superficial tiene un espesor de 50 m en el sector sur y 150 en el sector norte. La haloclina se manifiesta más intensa entre las transectas 1 a 4. El mínimo subsuperficial que normalmente se encuentra en la zona bajo el máximo superior, presenta entre 34,7 psu en el sector sur y 35,0 psu en el norte, con un grosor de 20 a 40 m a lo largo de toda el área. Bajo los 120 m se presenta el máximo subsuperficial que se centra en los 200 m y que alcanza hasta los 400 m. A 500 metros de profundidad se localiza un mínimo de 34,6 a 35,7 psu.



La anomalía de la salinidad (**Fig. 21**) en la transecta 3 (21°S) calculada respecto de los promedios de largo plazo de Blanco (1996), muestra para mayo en la capa superficial (0-80 m) una anomalía positiva mayor de 0,1 psu en toda la extensión. Bajo los 80 m entre las 70 y 100 la anomalía es negativa con un mínimo de -0,1 psu centrado a 100 m.

En agosto la anomalía de salinidad vertical presenta valores positivos entre superficie y los 60 m de profundidad en toda la extensión, alcanzando valores superiores a 0,3 psu.

En diciembre la anomalía de salinidad vertical aumenta, alcanzando hasta 0,6 psu a 40 m de profundidad a 100 m de la costa. Se observa una anomalía negativa entre los 90 y los 180 m, con un mínimo de -0,1 psu.

1.9 Densidad superficial

Durante los tres períodos de estudio la densidad superficial, en valores de sigma-t (**Fig. 8**), disminuye de norte a sur y del sector oceánico hacia la costa, con una distribución de las isopícnas similar a la presentada por las isotermas.

En otoño los valores de sigma-t se encuentran entre 24,27 y 25,42 kg/m³. El gradiente costero se presentó débil, con valores de 0,2 kg/m³/20 mn.

En invierno los valores de sigma-t superficial fluctúan entre 24,81 y 25,28 Kg/m³. No se observa gradiente costero.

En primavera los valores estuvieron entre 23,90 y 24,76 Kg/m³. No se observa gradiente costero.



En general, los valores medidos en los tres cruceros presentan valores significativamente más bajos que los medidos en iguales épocas en el área, producto de los altos valores de temperatura.

1.10 Distribución vertical de densidad

Al igual que en la distribución superficial de densidad, las isopicnas en la columna de agua (Figs. 20 a 25) siguen patrones similares a los observados en la distribución de isotermas.

En otoño la pycnoclina se ubica entre 30 y 70 m de profundidad con un gradiente de $0,4 \text{ kg/m}^3/10 \text{ m}$. Las isopicnas presentan un ascenso en el sector costero desde los 40 m como promedio. Bajo los 100 m las isopicnas presentan un hundimiento desde el área oceánica hacia la costa, el que es más considerable en las transectas 1 y 2. La transecta 1 tiene un comportamiento un tanto diferente, ya que el hundimiento se observa en el sector oceánico.

En invierno la pycnoclina es más débil y se ubica entre 40 y 100 m con un gradiente menor $0,1 \text{ kg/m}^3/10 \text{ m}$, se observa un pequeño ascenso en el sector costero desde el nivel de 60 m. Con profundidad las isopicnas se distribuyen horizontales y paralelas entre sí.

En primavera la pycnoclina aumenta su espesor de sur a norte, ubicándose entre los 20 y los 50 m en el sur con un gradiente de $0,4 \text{ kg/m}^3/10 \text{ m}$ y entre los 20 y los 150 m en el área norte con un gradiente menor de $0,1 \text{ kg/m}^3/10 \text{ m}$. Al igual que en mayo las isopicnas se profundizan hacia el sector costero bajo la capa de 100 m, este hundimiento aumenta de norte a sur.



1.11 Oxígeno superficial

La concentración de oxígeno disuelto superficial (**Fig. 9**), presentó valores muy homogéneos durante los tres cruceros.

En el crucero de otoño el oxígeno se presentó entre 4,2 y 6,4 ml/l. Con una media de 5,3 ml/l. Los mayores valores se ubicaron entre Arica e Iquique desde la costa hasta las 40 mn, y los mínimos, frente a Tocopilla entre la costa y las 90 mn.

En invierno los valores observados se encuentran entre 4,5 y 6,2 ml/l. Con una media de 5,5 ml/l. Un núcleo con valores menores de 5 ml/l se ubica en sector costero frente a Pisagua. Valores superiores a 6 ml/l se observan frente a Punta Lobos y Antofagasta. La concentración registrada es menor en aproximadamente 0,5 ml/l que lo observado durante el período de invierno en años anteriores.

Para primavera se presentaron valores entre 5,1 y 7,2 ml/l. Con una media de 5,5 ml/l. Un núcleo con valores menores de 5 ml/l se ubica en sector costero frente a Iquique. Valores superiores a 6 ml/l se observan frente a Arica y entre Mejillones y Antofagasta.

1.12 Distribución vertical de oxígeno

La concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua (**Figs. 27 a 31**) presenta una fuerte disminución en los primeros 100 metros (oxiclina) y una capa de más de 400 metros de espesor con valores inferiores a 1 ml/L, los valores aumentan levemente bajo los 500 m. En el sector costero el levantamiento de las isolíneas es muy débil y en la mayoría de los casos es inexistente.



En tanto el límite superior como el inferior del mínimo de oxígeno (<1 ml/L) correspondiente al agua Ecuatorial Subsuperficial presenta algunas variaciones estacionales. La ubicación promedio del límite superior es de 80 m en otoño, 100 m en invierno y 130 m en primavera. El límite inferior, con la excepción de la transecta 1 en el crucero de invierno que se encuentra a 420 m, se ubica bajo los 500 m, que corresponde al último nivel muestreado.

1.13 Estaciones mensuales

La distribución temporal de temperatura con profundidad, en las estaciones de monitoreo mensual (**Fig. 32**), presenta una gran variación con profundidad de las isotermas y por lo tanto en los valores en la columna de agua, estas profundizaciones son producidas por ondas de tipo Kelvin generadas en la zona ecuatorial y que se desplazan hacia los polos. La primera profundización se observa en junio en Arica e Iquique y en Julio en Antofagasta, la segunda y de magnitud muy superior, fue registrada en diciembre en los tres lugares. Entre septiembre y octubre se aprecia un relajamiento del sistema, donde las isotermas tienden a ubicarse a las profundidades normales.

La distribución temporal de salinidad y de densidad con profundidad, en las estaciones de monitoreo mensual (**Figs. 33 y 34**), presenta una tendencia general similar a la descrita para la temperatura, con un máximo en julio y otro en diciembre.

El oxígeno (**Fig. 35**) presenta una gran variabilidad temporal, con una distribución un tanto diferente que la observada en temperatura y salinidad, ya que los bajos valores dependen principalmente de la intensidad de la surgencia local, es decir, si el viento es persistente en un sector, se genera un ascenso de aguas Ecuatoriales



Subsuperficiales de bajo contenido de oxígeno pero de salinidad muy similar a la que está más hacia la superficie. Es así como se aprecia en la figura 35 que los bajos valores de oxígeno (< 2 ml/l) se presentan durante un período más prolongado (mayo a noviembre) en Antofagasta que en Iquique y Arica.

1.14 Masas de agua

En el área se identifican cinco masas de agua (Figs. 36 y 37). Estas son: agua Subtropical oceánica (AST-1), Subtropical costera (AST-2), Subantártica (ASAA), ecuatorial subsuperficial (AESS) e intermedia antártica (AIAA) (Robles *et al.*, 1974; Silva y Konow 1975; Silva y Sievers, 1981; Blanco y Díaz, 1985; Blanco *et al.*, 1986; Kelly y Blanco, 1986; Blanco, 1991; Kelly *et al.*, 1988; Castillo *et al.*, 1992).

Las formas de las curvas t-s revelan, para cada período, cambios en la composición relativa de las masas de aguas tanto en las dirección este-oeste como norte-sur. Las diferencias en los diagramas son más notables al comparar entre sí los períodos de estudio. Las mayores variaciones en la composición relativa de estas masas de agua ocurren fundamentalmente en las capas superficiales, correspondientes al AST y ASAA. En menor grado se observan cambios importantes en el AESS, mientras que el AIAA prácticamente no sufre modificaciones en sus valores t-s característicos del límite superior, en las distintas estaciones. El orden de las masas de agua en la vertical se mantiene a lo largo del año, ubicándose la AST en superficie, bajo ella el ASAA, seguida por el AESS y finalmente el AIAA.

En el período de otoño, los valores característicos para el AST-2 son de 35,0 psu en salinidad y de 16 a 18°C en temperatura, encontrándose aguas de este tipo principalmente en las estaciones costeras del área norte. El AST-1 normalmente presenta valores mayores a 35,1 psu y 18°C en salinidad y temperatura



respectivamente, en esta ocasión alcanzó en el sector oceánico valores entre 21 y 22°C en temperatura y 35,2 en salinidad. El ASAA tiene una mayor participación en el sector oceánico que el costero, en el extremo sur presenta valores de 34,5 psu en salinidad y de 14°C en temperatura. Hacia el extremo norte del área la presencia de ASAA se debilita, encontrándose desde la transecta 3 hacia el norte muy mezclada con AST y AESS. El AESS presenta en su núcleo valores de salinidad entre 34,8 y 34,9 psu en salinidad y de 13°C en temperatura para el extremo norte del área, los que varían hacia el sur a 34,8 psu y a 12°C. Su núcleo se centra en los 200 metros de profundidad y su influencia es hasta casi los 500 metros. El AIAA se manifiesta bajo los 500 metros de profundidad, correspondiendo al límite superior de esta masa de agua a los valores ya encontrados en los otros períodos, inferiores a 7°C y 34,6 psu en temperatura y salinidad.

En invierno el AST-1 aparece en el área de estudio con valores de salinidad superiores a 35,2 psu y temperaturas de 20°C y el AST-2 se presenta en toda el área con valores de mayores 35,0 psu en salinidad y entre 17 y 19°C en temperatura. El ASAA al igual que durante el otoño, tuvo mayor presencia en el área oceánica que en la costera, con salinidades de 34,3 a 34,7 psu y temperaturas de 12 a 15°C, disminuyendo en general su participación hacia el norte. El AESS disminuyó su participación hacia el sur y hacia el sector oceánico, con valores característicos en su núcleo de 34,8 a 34,9 psu en salinidad y 12 a 13 °C en temperatura. Bajo los 500 metros se presenta el límite superior del AIAA con valores inferiores a 34,5 psu y 7°C en salinidad y temperatura, respectivamente, con una ligera diferencia en salinidad entre el área norte y sur en el sector oceánico.

Durante la primavera se aprecia un considerable aumento en temperatura del AST-2 en el sector costero y la aproximación del AST-1 hasta la costa. El ASAA se presenta débilmente en toda la zona, con salinidades de 34,6 a 34,8 y temperaturas



de 13 a 15°C, disminuyendo su participación hacia el norte y hacia la costa. El AESS se encuentra con valores típicos en su núcleo, los que aumentan de sur a norte de 34,8 a 34,9 en salinidad y 11 a 14°C en temperatura. Bajo los 500 m se presenta el límite superior del AIAA con valores inferiores a 34,6 en salinidad y 7°C en temperatura, siendo muy homogénea a lo largo de toda el área.

Con profundidad, se puede estimar indirectamente de las secciones de salinidad y oxígeno perpendiculares a la costa, que los núcleos del ASAA y el AESS se ajustan al esquema clásico de circulación hacia el norte y hacia el sur, donde como principal flujo subsuperficial se presenta la corriente de Gunther (Gunther, 1936) con dirección al sur.

1.15 Temperatura superficial del mar - Imágenes de satélite

Las imágenes semanales de temperatura superficial del mar de abril a diciembre de 1997 (Figs. 38 a 40) muestran la disminución de la temperatura, que alcanzó su máximo en la segunda semana de febrero, hasta los mínimos valores durante el mes de agosto, aumentando débilmente en septiembre, para llegar a temperaturas de 23°C en diciembre.

El sector costero presenta gran variabilidad tanto en la extensión que cubren las aguas más frías que surgen pegado a la costa como en los valores de ellas. Esta franja de aguas frías responde a pulsos de viento, los que durante el período han sido relativamente débiles al norte de Antofagasta. El ascenso de aguas más frías se observa durante la última de abril, octubre, noviembre y fines de diciembre.

Los principales centros de surgencia se ubican en el sector de la península de Mejillones, Tocopilla, Punta Patache y de punta Baquedano a Pisagua.



1.16 Comentario General

Información de carácter global señala la tendencia general desde fines de 1995 hacia un evento frío, que se mantuvo hasta abril de 1997, fecha en la cual se comenzaron a observar anomalías positivas de la TSM en la zona ecuatorial, las anomalías se incrementaron rápidamente hasta el mes de junio, disminuyendo ligeramente en julio y agosto y reactivándose nuevamente en septiembre, en diciembre (Boletín de Alerta Climático, CPPS, diciembre 1997) los índices oceánicos y atmosféricos observados, continuaron presentándose con anomalías de gran magnitud similares a los registrados en noviembre.

La región costera sudamericana continúa mostrando la condición más extrema en cuanto a la magnitud de las anomalías de TSM. En las estaciones costeras de Ecuador y Norte de Perú se han registrado anomalías en torno a los 5°C, las que disminuyen levemente hacia el sur.

La evolución de las condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial durante los últimos meses indican que el evento El Niño alcanzó su máximo durante el mes de febrero de 1998. Este evento ha sido catalogado hasta la fecha como un evento muy fuerte, se anticipa que el evento y sus impactos se extiendan hasta octubre de 1998.

Los valores de temperatura observados durante el crucero concuerdan con lo señalado por los índices globales y costeros, confirmando el desarrollo de uno de los eventos de El Niño de mayor magnitud que se hayan registrado.



1.17 Análisis de clorofila - a integrada

La clorofila - a (cloa) y los feopigmentos (feop) integrados, son utilizados como indicadores relativos de producción primaria y de productos de degradación. De esta manera se presenta una visión global de la distribución de la biomasa fitoplanctónica en toda la columna y para cada una de las transectas consideradas así como una evaluación básica del estatus trófico de la columna de agua.

Durante el mes de mayo, en la transectas correspondientes a las cercanías de Antofagasta (transecta 1, Lat. 23°40'S) y Punta Junín (transecta 4, Lat. 19°40'S) (Fig. 41), las mayores biomásas se situaron en las primeras 10 mn de distancia de la costa. Con valores entre 75 a ca. 200 mg/m², el primer valor no corresponde a un sistema que refleje una alta producción biológica sino que más bien a un sistema poco productivo, por el contrario los valores medidos en Punta Junín corresponden a un sistema con una alta biomasa y potencialmente productivo, la cual tendió a distribuirse hacia el oeste hasta 40 mn de distancia de la costa. La presencia de altas biomásas en la zona oceánica, se debe a mecanismos de transporte tipo Eckman, que permiten la salida de biomasa producida en la zona costera hacia la zona oceánica.

En las transectas 2 (Lat. 22°20'S), 3 (21°00'S) y 5 (18°25'S), la cloa y los feop integrados, indican que las masas de agua presentes en éstas, se encuentran bajo un régimen muy poco productivo, con valores entre 5 y menores de 50 mg/m². Esta situación esta asociada a la presencia de masa de agua de origen subtropical.

En agosto el sistema se torno claramente oligotrófico (Fig. 42) en prácticamente toda la zona muestreada. Solamente en la transecta 2 (Sur de Tocopilla) se



calculó valores de hasta 100 mg/m^2 , entre la costa y las 5 mn. En las restantes estaciones se observó un único máximo leve (ca. 50 mg/m^2) a 10 mn en la transecta 5 (Arica). En términos generales en toda la zona se observó valores menores de 25 mg/m^2 , llegando a 5 mg/m^2 , valores que son extremadamente oligotróficos.

En diciembre, la disminución observada en agosto de la biomasa fitoplanctónica se intensificó en toda el área de estudio (Fig. 43), y no se observó valores superiores a los 50 mg/m^2 , en toda la zona prospectada.

En términos globales, la cloa y los feop integrados presentaron valores relativamente altos en algunos sectores de la zona costera en mayo, para comenzar a disminuir en forma paulatina en los dos últimos cruceros, llegando a valores típicos de sistemas oligotróficos en diciembre, con un notorio equilibrio entre la cloa y los feop.

1.18 Distribución batimétrica de la clorofila - a

Durante mayo y en la zona de Antofagasta (transecta 1, Fig. 44), se presentó un núcleo sub-superficial de alta concentración de cloa (i.e. $3 \mu\text{g/L}$) a 10 mn de la costa. Con una restricción brusca de esta distribución circunscrita a distancias inferiores a 10 mn y a profundidades no mayores de 25 m. Los feop no presentan una distribución tan restringida a la zona costera y tendieron a profundizarse hasta los 50 m, con valores de $0,25 \mu\text{g/L}$ en toda la columna, y un máximo sub-superficial de $0,5 \mu\text{g/L}$ en la misma posición del máximo de cloa.



En la transecta 2 (**Fig. 44**) la cloa disminuye en concentración (i.e. 2 $\mu\text{g/L}$) pero su distribución batimétrica aumenta en cobertura, extendiéndose los valores de 0,5 $\mu\text{g/L}$ hasta las 40 mn. No se observó la presencia de núcleos sub-superficiales, sino que más bien una distribución homogénea entre la superficie y los 10 m de profundidad. Al igual que en la transecta anterior los feop aumentan su cobertura batimétrica llegando la isolínea de 0,25 hasta los 50 m de profundidad. En la transecta 3 (**Fig. 44**) el máximo de cloa se profundizó formando un núcleo de 3 $\mu\text{g/L}$ a 10 m de profundidad, al igual que en la transecta anterior la distribución longitudinal de la isolínea de 0,25 $\mu\text{g/L}$ llegó hasta las 40 mn, manteniéndose los núcleos de mayor concentración a 10 mn de distancia de la costa. Los feop presentan valores de concentración inferiores a los de la cloa (i.e. 1 $\mu\text{g/L}$), con la isolínea de 0,25 $\mu\text{g/L}$ tendiendo a profundizarse hasta los 75 m.

En la transecta 4 (**Fig. 45**), se observa la presencia de un máximo de hasta 4 $\mu\text{g/L}$ de cloa entre la costa y las 10 mn, con una distribución homogénea desde la superficie hasta los 25 m de profundidad. Los feopigmentos no presentan un patrón definido de distribución con valores entre 0,25 y 0,5 $\mu\text{g/L}$.

En la transecta 5 (**Fig. 45**) los valores de cloa disminuyen considerablemente respecto de los medidos en las transectas anteriores, con valores cercanos o levemente superiores a 1 $\mu\text{g/L}$. Es conspicua la presencia de un núcleo de 1 $\mu\text{g/L}$ a 100 mn de distancia de la costa y valores de 0,5 $\mu\text{g/L}$ que alcanzan los 50 m de profundidad. Esta situación ha sido descrita con anterioridad para la zona y es el producto probable de los excedentes de la producción biológica de la costa peruana. Los feop presentan una patrón de distribución semejante pero en concentraciones inferiores a los de la cloa, en el rango 0,5 a 0,25 $\mu\text{g/L}$.



En el mes de agosto (Figs. 46 y 47) la cloa disminuyó drásticamente de magnitud, con valores cercanos o levemente superiores a $0,25 \mu\text{g/L}$ en todas las transectas analizadas. Los máximos valores de concentración tanto de cloa como de feop, se distribuyen sin un patrón característico en toda la zona de estudio. Observándose por el contrario el hundimiento de la isolínea de $0,25 \mu\text{g/L}$ hasta los 75 m en la transecta 5 (Arica). Lo más característico en esta época del año es que la concentración la cloa y feop son semejantes tanto en forma cuali como cuantitativa, presentando un ejemplo no conocido para aguas chilenas de una balance virtual entre la biomasa fisiológicamente activa y los productos de degradación.

Durante el mes de diciembre la situación descrita en agosto se intensificó, midiéndose valores inferiores a $0,1 \mu\text{g/L}$, en estaciones tanto costeras como oceánicas. Presentándose un único caso, en la transecta 2, con valores de cloa iguales a $0,5 \mu\text{g/L}$ a 25 m de profundidad. Este efecto característico de profundización de los máximos de la biomasa fitoplanctónica, se debe a la presencia de masas de agua más cálidas y salinas, entre la superficie y los 25 m.

En las transectas restantes (Fig. 48 y 49) la cloa presentó valores cercanos o inferiores a $0,25 \mu\text{g/L}$, valores absolutamente inusuales respecto de años anteriores.

1.19 Estaciones costeras de monitoreo

La distribución batimétrica en las estaciones de monitoreo realizadas en Mejillones (Fig. 50), indica que en los meses de septiembre y octubre los valores más altos de cloa se situaron entre la superficie y los 10 m, con valores de hasta $2 \mu\text{g/L}$ de cloa y $4 \mu\text{g/l}$ de feop en la superficie y $2 \mu\text{g/L}$ de cloa a 10 m de profundidad.



Los valores de superficie presentan un patrón claramente desequilibrado entre la cloa y los productos de degradación. Entre los 10 y 50 m de profundidad, la biomasa de pigmentos se estabiliza durante todo el año, en valores inferiores a 1 $\mu\text{g/L}$.

En la estación realizada en Iquique (**Fig. 51**), la cloa presentó varios máximos superficiales durante el año, con el más alto en septiembre y que fue equivalente a 3 $\mu\text{g/L}$ y dos máximos secundarios en julio (2 $\mu\text{g/L}$) y noviembre (2 $\mu\text{g/L}$). A los 10 m de profundidad, la variabilidad temporal indica la existencia de un único máximo de cloa, equivalente a 3 $\mu\text{g/L}$, en el mes de noviembre. En los meses restantes la cloa y los feop no presentaron variaciones significativas, manteniéndose en alrededor de 0,5 $\mu\text{g/L}$. A 25 m de profundidad se observan dos máximos, el principal estuvo situado en el mes de octubre el que llegó a 3 $\mu\text{g/L}$, y el secundario en el mes de mayo y que fue de 2 $\mu\text{g/L}$. A 50 m de profundidad no se observó ninguna variación de importancia, con la excepción del mes de mayo en que se midió 1 y 2 $\mu\text{g/l}$ de cloa y feop respectivamente, notándose una clara diferencia en la concentración de feop respecto de la cloa.

En Arica (**Fig. 52**) solamente entre la superficie y los 10 m es posible observar máximos leves de cloa, especialmente en mayo, con 2 $\mu\text{g/L}$ de cloa y 0,5 $\mu\text{g/L}$ de feop en la superficie y 2,8 $\mu\text{g/L}$ de cloa y 0,5 $\mu\text{g/L}$ de feop a 10 m. En octubre la cloa disminuyó a 1,5 y los feop se mantuvieron en 0,5 $\mu\text{g/L}$, en los mismos niveles. A 25 y 50 m, la cloa y los feop no presentaron variaciones de importancia con valores promedio de 0,5 $\mu\text{g/L}$ manteniéndose más altos los valores de feop por sobre los de cloa.

La variabilidad mensual en los pigmentos vegetales integrados (**Fig. 53**) para las estaciones de Mejillones, Iquique y Arica, indican que en Mejillones, la cloa tendió a



aumentar desde septiembre a diciembre, no obstante esto, los valores calculados de integración no sobrepasan en ningún momento los 50 mg/m^2 , con un claro desequilibrio entre la biomasa fitoplanctónica activa y la de degradación, predominando fuertemente esta última.

En la estación de Iquique (**Fig. 53**), es posible observar dos máximos de cloa y feop integrados, el primero en mayo (90 y 75 mg/m^2 , respectivamente) y el segundo en octubre (ca. 80 mg/m^2), tendiendo a disminuir en forma progresiva hacia el mes de diciembre (25 mg/m^2). Durante el máximo correspondiente a mayo existe un equilibrio entre la cloa y los feop, con una mayor concentración de la primera, este equilibrio se invierte hacia el mes de octubre y perduró hasta noviembre. En los meses restantes (i.e. junio, julio, agosto y septiembre), la cloa y los feop se mantuvieron en el rango 10 a 25 mg/m^2 , valores que pueden ser considerados muy bajos u oligotróficos.

En Arica (**Fig. 53**) los niveles de cloa y feop no presentaron variaciones de importancia durante todo el periodo de muestreo, con valores extremadamente bajos entre junio y septiembre (20 a ca. 1 mg/m^2), este último, es el más bajo medido en la zona. Al igual que en las otras dos estaciones, en Arica se puede observar un aumento discreto de la cloa y el feop entre octubre y noviembre (ca. 25 mg/m^2) y durante el mes de mayo, en que la cloa llegó hasta los 50 mg/m^2 .

1.20 Relación entre la profundidad del disco Secchi y la clorofila - a superficial.

Los diagramas de la relación funcional entre la cloa y la profundidad del disco Secchi (**Fig. 54**), indican que en los meses de mayo y diciembre existe una relación exponencial significativa, con un alto grado de predictibilidad de la profundidad del disco Secchi y la biomasa fitoplanctónica presente en la zona.



En el mes de agosto por el contrario esta funcionalidad se rompe, como efecto probable de la baja sostenida en la concentración de cloa en prácticamente toda la zona. Como puede ser observado en mayo y diciembre, las concentraciones inferiores a $0,5 \mu\text{g/L}$ presentaron una distribución monotónica independiente de la profundidad del disco Secchi. La disminución en la profundidad del disco Secchi a pesar de la existencia de bajas concentraciones de cloa, es explicada por el desequilibrio observado entre la cloa activa y los productos de degradación los que inducen variaciones en el nivel de material particulado en la columna.

En términos globales la zona estuvo bajo un régimen deprimido de producción biológica a nivel primario, si se utiliza a los pigmentos vegetales como indicadores de esta tasa. Esta disminución se tornó más drástica hacia agosto, en donde se midieron los valores más bajos de cloa y feop, tanto en las transectas realizadas como en las estaciones de monitoreo o fijas. Las disminuciones más extremas estuvieron asociadas al periodo del año que ha sido identificado como el más cálido del que se tenga registro en los últimos 20 años (ver anexo oceanografía física) con anomalías positivas de hasta $4 \text{ }^\circ\text{C}$ en la zona costera y $3 \text{ }^\circ\text{C}$ en toda la extensión del área bajo estudio.

Al mismo tiempo esta baja en la concentración tiene como efecto que la cloa activa y los productos de degradación no estén en el equilibrio esperado para un cuerpo de agua natural. Este desequilibrio tiene varias implicancias tanto analíticas como desde el punto de vista del ecosistema. Una de las interpretaciones más importantes, es que la presión de pastoreo sobre el sistema es tan alta que el sistema no alcanza a generar tanta biomasa como es consumida y la acumulación de productos de degradación sería un buen indicador de esto.



También puede ser indicado que en sistemas oceánicos muchas veces los sistemas de análisis de cloa por fluorescencia pueden ser seriamente interferidos por pigmentos accesorios de los fotosistemas que provocan lecturas falsas de cloa aumentándolas o disminuyéndolas en forma artificial, como en este caso en particular en que la cloa disminuyó significativamente. No obstante ésto la caracterización de los pigmentos fotosintéticos de la zona, es un área en la que nadie a trabajado como para poder definir ésto.

La única excepción a la baja generalizada en la concentración de biomasa fitoplanctónica, son las estaciones costeras de la transecta frente a Pisagua (transecta 4) y la estación de monitoreo realizada frente a Iquique. En estas estaciones se midieron los valores más altos de cloa y se calcularon los mayores valores de cloa integrada. La información indica un sistema con máximos esperados en mayo y a comienzos de la primavera. Posteriormente la intensificación en la entrada de masas de agua subtropicales a la zona costera, inhiben el crecimiento fitoplanctónico, bajando en forma sostenida hasta diciembre. Esta misma tendencia fue demostrada posteriormente, especialmente entre enero y marzo de 1998, en proyectos realizados en la zona por IFOP, en donde los niveles de cloa se reducen considerablemente, quedando sólo algunas áreas de alta productividad biológica primaria asociadas a la presencia de frentes costeros.

2. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El procesamiento de las 104 muestras de zooplancton, colectadas durante los cruceros estacionales de monitoreo permitió determinar la presencia de 341.768 huevos y 230.079 larvas, de los cuales 274.118 huevos (80,2%) y 77.831 larvas (33,8%) fueron identificados a nivel específico (**Tablas 5 y 6**).



Durante el crucero MONOR 9705, no hubo registros positivos de huevos de sardina y caballa y larvas de jurel. En invierno de 1997, crucero MONOR 9708 el total de especies objetivo de este estudio se hicieron presentes, a excepción de la fase larvaria de jurel y caballa. En primavera crucero MONOR 9712 no hubo registros positivos para huevos de sardina (**Tabla 7**).

2.1 Anchoqueta, *Engraulis ringens*

En otoño de 1997, se determinó la presencia de 9.324 huevos y 3.757 larvas, señalando una situación típica de una actividad reproductiva secundaria a lo largo de prácticamente toda la zona prospectada, registrándose 7 estaciones positivas a huevos y 13 a larvas, lo que representó una frecuencia de 20,0% y 37,1% y una dominancia numérica igual a 51,0% y 15,0% para cada una de las fases de desarrollo respectivamente.

El patrón de distribución geográfica de huevos y larvas de anchoqueta, señala que el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Bahía Moreno y Arica a excepción de la transecta 4, realizada frente a Punta Junín (19°40'S) (**Fig. 55**).

Con respecto a la modalidad de desove y de acuerdo a lo señalado por la fase de huevos, éstos presentaron una modalidad estrictamente nerítica en la postura, concentrándose más del 99% de ellos en las primeras 5 millas de la costa, exhibiendo sus niveles de abundancia una tendencia creciente en sentido norte - sur.

Las larvas de anchoqueta y como suele acontecer, presentaron una mayor frecuencia y menor dominancia numérica respecto de la fase de huevos. Con respecto a la



modalidad del desove y al igual que la fase de huevos, las larvas de anchoveta exhibieron una modalidad nerítica en la postura concentrándose más del 93% de ellas en la franja de mar comprendida entre la costa y la línea de estaciones de 10 mn, en forma ocasional esta distribución se extiende hasta las 40 mn al oeste de Bahía Moreno y Punta Copaca, mostrando la misma tendencia creciente exhibida por la fase de huevo (**Fig. 56**).

El área de mayor relevancia cuantitativa para ambas fases de desarrollo (> 2.500 huevos y > 600 larvas/10m²), se localizó frente a Bahía Moreno, comprometiendo la fase de huevos a 3 estaciones positivas de un total de 7 registros positivos contribuyendo con más del 82,8% al total de huevos de anchoveta censados durante el crucero. Las fases larvarias involucraron a 5 registros positivos importando al total de la especie más del 85%.

Las abundancias de huevos y larvas de anchoveta registradas en el crucero de invierno de 1997, señalan claramente que esta especie se encontraba en su pico de desove principal, lo que es avalado por el incremento que experimenta la frecuencia de estaciones positivas para ambas fases de desarrollo y por la gran cobertura geográfica que exhiben principalmente las larvas, situación que supera de manera significativa a lo observado en igual zona durante el periodo de otoño (**Fig. 57**).

En el crucero MONOR 9708, su presencia se constató en 15 estaciones positivas para huevos presentando las larvas una total colonización del área de estudio, con totales de 115.122 huevos y 60.517 larvas, los cuales representan una dominancia numérica igual a 75,9% y 74,8%, respectivamente (**Tabla 5 y 6**).



Con respecto al patrón de distribución latitudinal, los niveles de abundancia de huevos y larvas exhiben en general, la misma tendencia creciente en sentido norte - sur registrada en otoño, con abundancias cuantitativamente más significativas frente a Arica (transecta 5) (**Fig. 56**).

Con respecto a la modalidad de desove y de acuerdo a lo señalado por la fase de huevos, éstos presentaron una modalidad más oceánica en la postura con respecto a otoño, concentrándose en la franja comprendida entre la costa y las 10 mn más del 90% de éstos, por su parte las fases larvianas, y como se mencionó anteriormente presentaron una cobertura geográfica máxima.

Las focos de mayor abundancia para ambos estadios de desarrollo, se localizaron en orden descendente frente a Bahía Moreno ($23^{\circ}40'S$), Arica ($18^{\circ}25'S$) y Punta Copaca ($22^{\circ}20'S$), con rangos comprendidos entre 3.000 y más de 20.000 para huevos y entre 1.100 y mayor a 4.000 especímenes/10 m² para la fase de larvas (**Fig. 57**).

En primavera, crucero MONOR 9712, se identificó la presencia de huevos de anchoveta en 6 estaciones localizándose 16 estaciones positivas para larvas, lo que representa una frecuencia porcentual de 17,1% y 45,7% y una dominancia numérica igual a 83,7% y 9,5% para cada una de dichas fases con totales de 143.903 huevos y 11.827 larvas (**Tabla 5 y 6**).

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta, señala que el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Bahía Moreno y Arica a excepción de las transectas 2 y 3, realizadas frente a Punta Copaca ($22^{\circ}20'S$) y Caleta Lobos ($21^{\circ}00'S$) circunscribiéndose a la franja de mar localizada entre la costa y 10 mn



(Fig. 58). No obstante la extensa distribución latitudinal de las estaciones positivas, su presencia es ocasional y en términos generales con una alta densidad de huevos. En este contexto, las estaciones caracterizadas por presentar las densidades más relevantes se localizan a 1 mn al oeste de Bahía Moreno (estación 1) y a 5 mn al oeste de Arica (estación 34), las que exhiben densidades de 66.293 y 57.289 huevos/10 m² respectivamente, lo que equivale al 85,8% del total de huevos de anchoveta censados durante la prospección.

Las larvas se presentan con una frecuencia superior a la calculada para huevos y con bajos valores de densidad promedio respecto de aquellos, lo que sugiere un proceso de puesta en desarrollo (Tabla 5 y 6).

En términos generales se observa que análogamente a lo descrito para la fase de huevo, las estaciones positivas a larvas se localizaron entre Bahía Moreno y Arica y longitudinalmente estuvieron presentes en forma ocasional hasta una distancia de 100 mn al oeste de Punta Junín (19°40'S). Su cobertura geográfica se asocia preferentemente a las primeras 20 mn, zona donde se localizó el 98% de las estaciones positivas y el 100% de los huevos de esta especie.

Las estaciones con las densidades más importantes corresponden a las observaciones de 1 y 5 mn realizadas al oeste de Punta Junín (19°40'S) con 3.933 y 2.140 larvas/10 m².

Con respecto al patrón de distribución latitudinal, los niveles de abundancia de huevos exhiben en general, la misma tendencia creciente en sentido norte - sur, observada en otoño e invierno, con abundancias considerablemente más significativas frente a Arica (transecta 5). Con respecto al patrón de distribución



latitudinal de las larvas, este experimenta un cambio con respecto a los cruceros precedentes, constatándose una tendencia general decreciente en sentido norte - sur (Fig. 56).

Durante el crucero MONOR 9712, primavera de 1997, la frecuencia de estaciones positivas a huevos y larvas de anchoveta experimenta una significativa disminución con respecto a lo observado en invierno, exhibiendo porcentajes de cambio igual a 60% y 52,9% , respectivamente (Tabla 5 y 6).

2.2 *Sardina, Sardinops sagax*

El análisis de las 104 muestras colectadas durante los cruceros estacionales de monitoreo permitió determinar la presencia de 71 huevos y 1.159 larvas, situación que caracteriza una actividad reproductiva muy deprimida.

Durante el crucero de otoño, no se registraron estaciones positivas a huevos de esta especie, reconociéndose un registro positivo a larvas de sardina el cual se localizó a 1mn al oeste de Punta Copaca (22°20'S) (Fig. 59).

En invierno, crucero MONOR 9708, la presencia de huevos y larvas de sardina en la zona de estudio, se focalizó en la zona costera de la transecta 1, realizada frente a Bahía Moreno, donde se determinó la presencia de dos estaciones positivas a huevos y 3 a larvas con totales de 71 huevos y 353 larvas/10 m² (Fig. 60, Tabla 5 y 6).

Durante el crucero de primavera no se registraron estaciones positivas a huevos de esta especie, reconociéndose 4 registros positivos eminentemente costeros para larvas de sardina distribuidos entre Bahía Moreno y Punta Junín (19°40'S) (Fig. 61).



Las estaciones positivas a larvas presentaron densidades que fluctuaron entre 33 y 361 larvas/10 m², con valores promedio de 193 larvas por estaciones positivas y de 22 larvas respecto al total de estaciones, índices que revelan una muy moderada intensidad y baja extensión espacial del desove, no obstante lo anterior, el patrón de distribución de las larvas muestra una tendencia decreciente en sentido norte - sur (Tabla 5 y 6, Fig. 62).

2.3 Jurel, *Trachurus murphyi*

En el transcurso de los cruceros estacionales de monitoreo se identificaron 16 estaciones positivas para huevos y 2 para larvas, con totales de 3.269 huevos y 76 larvas (Tabla 5 y 6).

Durante los cruceros MONOR 9705 y MONOR 9708 realizados en otoño e invierno de 1997 no se consignaron registros positivos para larvas de jurel (Tabla 7).

En otoño se reconocieron 2 estaciones positivas a huevos de jurel, no registrándose estaciones positivas a larvas de esta especie. Los registros positivos a huevos de jurel se localizaron a 1 mn al oeste de Punta Junín (19°40'S) y Punta Copaca (22°20'S) y cuyas densidades no superaron los 120 huevos/10m² (Fig. 63).

En invierno sólo la presencia de huevos de jurel fue detectada, concentrándose éstos en 5 estaciones positivas, con una densidad total de 2.452 huevos/10m², focalizados al oeste de Bahía Moreno y Punta Lobos (21°00'S), encontrándose que las mayores abundancias se situaron a 1 y 5 mn de cada localidad respectivamente. Las densidades más bajas, comprendidas en el rango 39 a 70 huevos/ 10m² se registraron a 70 mn (Fig. 64).



En primavera, crucero MONOR 9712, se determinaron 9 estaciones positivas para huevos y 2 para larvas identificándose un total de 602 y 76 ejemplares para cada una de dichas fases.

En términos generales los niveles de abundancia del ictioplancton de jurel presentan tasas de cambio positivas con respecto al crucero de invierno MONOR 2 - 9708, en efecto, las larvas exhiben un aumento en su frecuencia de estaciones positivas, presentando los huevos un porcentaje de cambio igual a 80% (Tabla 5 y 6).

Las estaciones con presencia de huevos se ubicaron entre Bahía Moreno y Arica hasta una distancia máxima de 100 mn al oeste de Punta Junín (19°40'S), concentrándose el 94% de los huevos de la especie en las primeras 40 mn (Fig. 65).

La mayor frecuencia de estaciones positivas se registra desde Caleta Lobos (21°00'S) hacia el extremo norte del área de estudio, destacando en esta zona las estaciones designadas con los números 17 y 22 localizadas a 10 mn al oeste de Caleta Lobos y a 1 mn frente a Punta Junín (19°40'S) cuyas densidades en conjunto albergan al 47% de los huevos de jurel censados.

En relación a las fases larvarias, su presencia se limita a 2 registros positivos localizados a 1 y 10 mn al oeste de Caleta Lobos.

2.4 Caballa, *Scomber japonicus*

En otoño de 1997, no hubo registros positivos a huevos de esta especie. De la misma manera en invierno, crucero MONOR 9708, no se constató la presencia de larvas de caballa (Tabla 7).



El análisis de las muestras colectadas durante las prospecciones de otoño, invierno y primavera de 1997, permitió determinar la presencia de 2.429 huevos y 495 larvas; reconociéndose 16 estaciones positivas para huevos y 8 para larvas, lo que representó una frecuencia de 15,4% y 7,7% y una dominancia numérica igual a 0,7% y 0,2% para cada una de las fases de desarrollo respectivamente (**Tabla 5 y 6**).

Durante el cruce MONOR 9705, no se registraron estaciones positivas a huevos de esta especie, reconociéndose un registro positivo a larvas de caballa el cual se localizó a 20 mn al oeste de Bahía Moreno con densidades muy bajas, las que no sobrepasaron las 60 larvas/10m² (**Fig. 66**).

En invierno de 1997, cruce MONOR 9708, se identificaron 9 estaciones positivas a huevos de caballa (26,5%) obteniéndose un total de 2.452 huevos. Las estaciones con presencia de huevos de caballa se distribuyeron prácticamente en todo el rango latitudinal de la zona de estudio, a excepción de la transecta realizada frente a Punta Junín. Entre éstas, destacan las estaciones efectuadas a 1 y a 5 y 10 mn frente a Caleta Lobos y Arica respectivamente con densidades comprendidas entre 200 y 730 huevos/10m², las que representan el 77,4% de los huevos de caballa censados (**Fig. 67**).

En el transcurso del cruce de primavera, se identificaron 7 estaciones positivas para huevos y larvas con totales de 722 huevos y 441 larvas, lo que representa una frecuencia porcentual de 20% y una dominancia numérica de 0,4%, respectivamente (**Tabla 5 y 6**).

La cobertura espacial de los huevos de caballa involucró a las transectas 1, 3 y 4, no detectándose huevos de esta especie en las transectas 2 y 5. La modalidad



de postura fue costera, concentrándose el 87% de los huevos de caballa, en la franja comprendida entre la costa y las 40 mn, en forma ocasional esta distribución se extendió hasta las 70 y 100 mn frente a Bahía Moreno y Punta Junín (19°40'S) (Fig. 68).

La estación más relevante en términos cuantitativos fue la localizada a 10 mn al oeste de Punta Lobos con una densidad de 286 huevos/10m², contribuyendo con más del 39% al total de huevos de la especie.

Con respecto a las fases larvarias, éstas colonizan toda el área latitudinal de la zona de estudio, a excepción de la transecta 2 realizada frente a Punta Copaca (22°20'S) y al igual que los huevos su presencia se circunscribe a las primeras 40 mn, franja donde se concentró más del 87% de ellas, constatándose un tendencia declinante de norte a sur en sus niveles de abundancia (Fig. 69).

2.5 Estaciones costeras de monitoreo

Tanto en anchoveta como en sardina hay una clara evidencia de actividad reproductiva en el período de estudio y en las zonas de muestreo, sin embargo, para el caso del jurel y caballa la actividad reproductiva es escasa, indicando la existencia de un desove principal que se presentaría a fines del período de estudio.

2.5.1 Anchoveta

La presencia casi continua de huevos durante el período comprendido desde mayo a diciembre de 1997 en la localidad de Mejillones, es evidencia de actividad reproductiva para esta especie, lo cual se ve corroborado por la presencia de larvas durante el mismo período.



Del mismo modo, tanto en Arica como en Iquique se observa actividad reproductiva a lo largo del período de estudio, pero en forma más interrumpida. En Arica los huevos de anchoveta aparecen en junio y se concentran entre los meses de octubre a diciembre. A medida que avanzamos en latitud los huevos comienzan a cubrir los meses entre agosto y octubre para finalmente en Mejillones cubrir casi por completo el período de estudio. Para la fase larvaria, éstas aparecen en el mes de mayo para las tres zonas muestreadas y a medida que avanzamos hacia el sur su presencia se va haciendo continua en la zona de estudio. La ausencia casi total de larvas a fines del período de estudio en Arica podría indicar que éstas están siendo transportadas hacia otras zonas (Fig. 70).

2.5.2 Sardina

La presencia de huevos de esta especie sólo se observa a partir de julio y hasta el mes de diciembre en Iquique. Se observa concordancia en la presencia de huevos y larvas sólo para la zona de Iquique.

Tanto en la estación costera de Arica como Mejillones, los valores de abundancia de huevos y larvas son extremadamente bajos y se concentran en el mes de junio. Sin embargo, la presencia de huevos y larvas en el mes de junio, indica que ya se ha producido el desove y que este podría prolongarse hasta el mes de diciembre.

No obstante lo anterior, podría pensarse que para el período de estudio, el área o foco de desove de sardina se encontró en la zona de Iquique (Fig. 71).



2.5.3 Jurel

La ausencia total de larvas y la presencia casi virtual de huevos de jurel, nos podría señalar que el desove de esta especie, no se verifica en la zona costera y que éste tiene un carácter más oceánico.

El valor aislado de huevos frente a Iquique en el mes de diciembre, nos puede indicar el inicio del período de desove de esta especie en la zona norte y que de acuerdo a los antecedentes históricos, se presentaría durante los meses de noviembre y diciembre (Fig. 72).

2.5.4 Caballa

La coincidencia en la presencia de huevos y larvas en los meses de julio y agosto respectivamente son evidencias del suceso reproductivo para las tres zonas muestreadas, el cual se prolonga hasta los meses de noviembre y diciembre, revelando el carácter estival del desove de esta especie (Fig. 73).

2.6 Biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica registrada en el presente estudio fluctuó entre 33 y 1.331 ml/1.000 m³, correspondiendo ambos valores extremos a los cruceros realizados en otoño y primavera de 1997 respectivamente, observándose como tendencia general en los cruceros de monitoreo, una disminución de la biomasa zooplanctónica hacia las estaciones más oceánicas del área de estudio, tendencia que ha sido descrita para igual área prospectada por Castillo et al., 1992 (Tabla 8).



Cabe señalar que el zooplancton normalmente presenta una distribución de este tipo y la causa de esta radica principalmente en la alta productividad de las zonas neríticas asociadas a procesos de surgencia.

Las muestras estuvieron constituidas mayoritariamente por copépodos, con valores cercanos al 75% del total de la composición específica de las muestras. Además de quetognatos, eufáusidos y salpas.

Los valores de biomasa zooplanctónica obtenidos durante el crucero de otoño MONOR 9705, mostraron un rango de variación que fluctuó entre 33 y 416, con un promedio general por estación de 190 ml de zooplancton/1.000 m³ (Fig. 74). En el área de estudio se determinó la predominancia de la categoría de densidades comprendida entre el rango 101-300, constatándose su presencia en 20 estaciones, representando el 57,1% de la biomasa (Fig. 75).

Espacialmente la biomasa zooplanctónica mostró sectores bien marcados, definidos por biomasa categorizadas entre 301 y 900, observándose éstas en el área comprendida entre Arica y Punta Lobos, comprometiendo principalmente a las primeras 40 mn frente a Arica, para disminuir paulatinamente a 20 mn frente a Punta Junín y terminar en las estaciones de 5 y 10 mn al oeste de Punta Lobos (Fig. 74). Un segundo sector se presentó en el sector oceánico de la zona de estudio con categorías comprendidas dentro del rango 0 - 33 y 34 - 100, las cuales instruyen hacia la costa en Punta Copaca (22°20'S).

Durante el crucero de invierno, MONOR 9708, el rango de variación de la biomasa es muy similar al reportado en otoño, fluctuando entre 61 y 534 ml/1.000 m³ y cuyo promedio por estación fue de 197. Al igual que en el período precedente, la zona



de estudio estuvo dominada ampliamente por la categoría de 101-300 abarcando toda la extensión latitudinal de la zona prospectada y cuya representación espacial alcanzó al 73,5% (**Fig. 75**). En esta oportunidad las mayores biomásas (> 300) se registraron a 5 mn al oeste de Punta Junín y a 1 y 10 mn frente a punta Lobos y Punta Copaca respectivamente (**Fig. 76**).

En primavera de 1997, la biomasa zooplanctónica expresada en ml de zooplancton presentes en 1.000 m³ de agua filtrada, fluctuó entre 63 y 1.331 con un promedio para la zona de 450, predominando las áreas con volúmenes comprendidos dentro del rango de densidades de 101 a 300 y mayoritariamente las de 301 a 900 ml/1.000 m³, constatándose su presencia en 10 y 17 estaciones representando el 28,5% y 48,6% del total respectivamente (**Fig. 75**).

Se observa como tendencia general, un aumento de las biomásas hacia las transectas del sector norte de la zona de estudio, en particular las realizadas frente a Caleta Lobos, Punta Junín y Arica (**Fig. 77**). Espacialmente se pudo apreciar que la zona comprendida entre Arica y Antofagasta estuvo dominada en general , por altas concentraciones de zooplancton desde la costa hasta las 100 mn, a excepción de la línea de estaciones de 70 y 100 mn comprendida entre Bahía Moreno y Punta Lobos, donde se registraron las más bajas biomásas.

En términos comparativos los promedios de biomasa zooplanctónica, obtenidos durante los cruceros de monitoreo, muestran que las mayores abundancias se presentaron en primavera de 1997, exhibiendo con respecto a los cruceros de invierno y otoño porcentajes de cambio iguales a 128% y 137% respectivamente.



2.7 Densidad larval y su relación con la temperatura superficial

Para la comparación de las características asociadas a la abundancia del ictioplancton de sardina y anchoveta con respecto a la temperatura superficial, se utilizó la variación con respecto a la fase de larvas, en atención a su mayor tiempo de permanencia en el plancton y consecuentemente su período de vulnerabilidad a las redes de plancton, inclina a numerosos investigadores a pensar que su número refleja en forma más representativa la tendencia general del desove.

Las densidades larvales de sardina en época de otoño, han experimentado una fuerte disminución a partir de 1984, año en el cual se constató la mayor de las abundancias de la serie histórica 1983 - 1997, la que estuvo asociada a rangos de temperatura superficiales iguales a 12,74 y 24,97 °C. En otoño de 1990 y con temperaturas superficiales iguales a 18,98 y 24,40 °C se reportan las densidades más bajas, las cuales son muy similares a las reportadas en 1997.

La anchoveta ha presentado un crecimiento pulsátil hasta el otoño de 1992, constituyéndose éste, en el principal registro de la serie analizada. Con posterioridad se logra apreciar una disminución en los niveles de abundancia de las fases larvarias conjuntamente con una disminución en los valores mínimos y máximos de temperaturas superficiales, a excepción del año 1997, donde los límites inferior y superior de temperatura fueron similares a los reportados los años 87, 89 y 90 (Fig. 78).

En invierno de 1997, se registran los más altos valores extremos y promedio de temperatura superficial de los últimos 15 años, lo que denota la presencia de condiciones anómalas, constatándose la ocurrencia de un evento de El Niño en la zona de estudio.



Las densidades de larvas de sardina, exhiben una tendencia general fluctuante y creciente hasta 1989, destacando el desove del año 1983 el que se constituyó en el principal registro de la serie 1983 - 1997, coincidiendo con uno de los fenómenos de El Niño más intensos de los últimos cien años (Fig. 79).

Las características ambientales que se presentaron en la zona norte en invierno de 1983, le fueron adversas a la anchoveta, produciendo prácticamente su desaparición a nivel del ictioplancton. Sin embargo, esta especie presentó una importante y significativa recuperación a partir del año 1984, alcanzando tres picos importantes en los años 1985, 1989 y 1994 siendo el primero y el último los de mayor relevancia para la serie 1983/97.

En la **figura 80** se muestran las abundancias de larvas de sardina y anchoveta asociadas a valores extremos de temperaturas superficiales registradas en cada una de las prospecciones realizadas en época estival durante el período 1983 - 1997 a la zona Antofagasta - Arica, y en ella podemos apreciar que durante la primavera de 1997 se registra la más alta de las temperaturas promedio superficiales, 22,62°C, la cual es aproximadamente dos grados superior a la registrada en primavera de los años 1991 y 1983.

La abundancia de larvas de sardina ha mostrado dos picos importantes el principal en 1987 asociado a rangos superficiales de temperatura comprendidos entre 15,86 y 22,18°C y uno de menor magnitud durante la primavera de 1991, donde se registraron valores mínimos y máximos de temperatura iguales a 16,45 y 23,70°C.



2.8 Desove de Otoño

Al contrastar los resultados obtenidos en el crucero MONOR 9705, con los reportados en años anteriores, se determina que la abundancia promedio por estaciones totales de huevos y larvas de anchoveta, es inferior al año precedente en 81,1% para la fase de huevos y en un 12,3% para el caso de las larvas.

La extensión del desove para ambos estadios de desarrollo señala una tendencia creciente para el período 1984 -1997. Cabe señalar que el número de huevos censados en otoño de 1997, se constituyó en el segundo registro más significativo de la serie histórica analizada. Por otra parte los niveles de abundancia de larvas de anchoveta son similares a los reportados en los años 1987, 1990 y 1996 e inferiores a los años 1992 y 1994, constituyéndose en el quinto registro más importante de la serie analizada (**Fig. 81**).

En relación a la intensidad del desove se aprecia una disminución en los niveles de abundancia del ictioplancton de anchoveta con respecto a 1996, la cual es notoriamente más marcada para la fase de huevos (-78,4%) (**Figs. 82 y 83**).

Cabe consignar para sardina, la ausencia de ambos estadios de desarrollo en otoño de 1996 y ausencia de huevos en 1997 (**Fig. 84**). La intensidad del desove para ambos estadios de desarrollo señala una tendencia decreciente para los otoños de los años 1984 -1997.

Durante el otoño de 1997 no se identificaron larvas de jurel, situación que, con la excepción de los años 1986 y 1987, es consecuente con lo observado en el resto de los años que configuran la serie de tiempo analizada, la cual abarca el período comprendido entre 1984 y 1997 (**Fig. 85**).



2.9 Desove de Invierno

Al contrastar los resultados de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina y jurel obtenidos para la zona norte del país durante los inviernos de los años 1983 - 1997, se observa una marcada predominancia del desove de anchoveta respecto de sardina y jurel, situación que se ve corroborada mediante el examen del parámetro comunitario dominancia numérica. Se exceptúa la fase de huevos y larvas asociada a los cruceros de 1983 y 1984 en los cuales se aprecia una predominancia en los niveles de abundancia del ictioplancton de sardina.

La estimación de la abundancia promedio de huevos y larvas de sardina se visualizan en la figura 84 y al contrastar los resultados obtenidos en invierno de 1997 con los reportados en inviernos precedentes, se determina que los niveles de abundancia del ictioplancton de esta especie, analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales utilizada como índice de la extensión del desove, señala que en esta oportunidad se produce una disminución en la cobertura geográfica de huevos y un incremento para la fase de larvas, lo cual se refleja en porcentajes de cambio con respecto a 1996, iguales a -88,8% y 66,6 respectivamente, ocupando los huevos la menor de las áreas registradas en cruceros precedentes, constituyéndose en el registro más bajo de la serie 1983-1997. Con respecto a las larvas los años 1996 y 1997 constituyen los registros más bajos de la serie histórica analizada.

En relación a la intensidad del desove, las densidades promedio por estaciones positivas acusan con respecto a 1996, una situación distinta para huevos y larvas, exhibiendo los huevos una importante disminución igual a -87,9%, mientras que las larvas incrementan su intensidad en un 87,3%. En general la intensidad del desove para ambos estadios de desarrollo señala una tendencia decreciente para el



período de invierno de los años 1983 -1997 (**Figs. 82 y 83**). Cabe señalar que el número de huevos determinados en el crucero MONOR 9708 es el más bajo del período analizado, mientras que las larvas se constituyen en el segundo registro más bajo de la serie 83/97.

Se puede concluir que el ciclo de desove de sardina se encuentra en un nivel muy bajo, situación que para la época del año, no puede ser considerada normal debido a que la especie se encontraba en proceso de pick primario de desove. Lo anterior corrobora, la declinación del potencial reproductivo que ha experimentado esta especie a partir de 1985 en la zona norte de Chile, no mostrando señales de recuperación.

Con respecto a la anchoveta, y de acuerdo a lo indicado por ambos estadios de desarrollo, se detecta un incremento en la abundancia promedio, acusando con respecto a 1996 una diferencia porcentual igual a 149,7% y 16,6% respectivamente (**Fig. 81**).

La intensidad del desove con respecto al invierno de 1996 registra incrementos iguales a 49,7% y 13,2% para huevos y larvas de anchoveta, resultados que son coherentes con el pick primario de desove que caracteriza el ciclo de madurez sexual de esta especie, y que se manifiesta a través de su importante actividad reproductiva, lo cual se refleja en los niveles de huevos y larvas registrados durante la prospección.

En general la intensidad del desove para ambos estadios de desarrollo ha sido pulsátil a través de los años, con desoves muy intensos en invierno de los años 1985, 1989 y 1994 (**Figs. 82 y 83**). Cabe señalar que el número de huevos y larvas



identificados en invierno de 1997, se constituyen en el quinto registro más bajo de la serie histórica analizada tanto para huevos como larvas.

La comparación de resultados obtenidos para jurel, respecto de años anteriores, revelan una significativa recuperación en sus niveles de desove, y en relación a 1996, los huevos incrementan su densidad promedio por estaciones totales no existiendo registros positivos a larvas de esta especie al igual que lo reportado en 1983 y 1990. La fase de huevos en invierno de 1997, se constituye en el cuarto registro más importante de la serie (**Fig. 85**).

Con respecto a la intensidad del desove cabe destacar que los huevos y larvas de jurel a través de los años exhiben tendencias crecientes en sus bajos niveles de abundancia (**Figs. 82 y 83**).

2.10 Desove de Primavera

Para esta época del año el ciclo de desove de sardina es bajo debido a que la especie se encuentra en proceso de recuperación y de preparación de las gónadas para el desove secundario, el cual bajo condiciones normales se produce alrededor de febrero - marzo. De la serie histórica analizada la ausencia de huevos de sardina es registrada solamente en primavera de los años 1983, 1996 y 1997, mientras que para las larvas no hubo registros positivos sólo el año 1996, constituyéndose en el tercer registro más bajo de los últimos 14 años (**Fig. 84**).

Con respecto a anchoveta, se detecta un incremento en la intensidad del desove de acuerdo a lo señalado por la fase de huevo igual a 29,7%, mientras que las larvas acusan en relación a la primavera precedente (1996) un porcentaje de cambio igual a -50,6% (**Figs. 82 y 83**).



Respecto de años anteriores, los resultados revelan una significativa recuperación en los niveles de desove de anchoveta, y en relación a 1996, los huevos disminuyen levemente su densidad promedio por estaciones totales (-2,6%), constituyéndose en el tercer registro más alto de la serie analizada para el período de primavera de los años 1983 - 1997. Por su parte las larvas acusan tasas de cambio negativas superiores a 64%. (Fig. 81).

Para jurel y en relación a la intensidad del desove, se presenta con respecto a la primavera precedente una disminución para ambos estadios de desarrollo, equivalentes - 31,6% y - 11,6%, como tendencia general a través de los años se aprecia una disminución en las densidades de huevos de jurel y un incremento en la intensidad y concentración de larvas de esta especie (Figs. 82 y 83).

Con respecto a la extensión espacial del desove, se presenta una situación diferente para las fases de huevos y larvas, es así como los huevos de jurel acusan un aumento en la cobertura geográfica del desove superior a 180% constituyéndose en el cuarto registro más bajo de la serie analizada. Por otra parte, las larvas de jurel disminuyen su extensión espacial presentando con respecto a la primavera precedente un porcentaje de cambio igual a -80% , ocupando junto a la primavera del año 1983 segundo registro más bajo para el período 1983 - 1997 (Fig. 85).

En general y para el caso puntual de la anchoveta la situación es bastante clara con respecto a la concentración del desove (Figs. 82 y 83). Ambas fases se comportan de manera similar, observándose que durante las cuatro estaciones (verano, otoño, invierno y primavera) hay incidencia de desove, evidenciado tanto por la abundancia de huevos como de larvas. El período con menor intensidad de desove comprende el otoño, donde los valores son bajos y no se observa continuidad a través de los



años. El invierno, por el contrario, presenta una intensidad de desove muy significativa, para ambas fases detectándose una gran actividad reproductiva evidenciada por los altos valores en la intensidad del desove. Estos valores fluctúan a través de los años alternando años más abundantes con años más escasos de incidencia de ictioplancton de anchoveta.

La intensidad de desove es muy marcada durante el período invernal alcanzando un máximo en 1985 (23.196 huevos/10m²). Sin embargo, presenta una tendencia decreciente en años posteriores para aumentar significativamente en el caso de huevos a partir de 1996.

Los valores obtenidos en el período estival (primavera - verano) son de menor magnitud si se comparan con los obtenidos durante el invierno, reflejando la disminución de la actividad reproductiva para esta especie.

Las fase huevos y larvas de sardina no presentaron valores significativos en la intensidad de desove durante ninguno de los cuatro períodos estudiados. Sin embargo ambas fases fueron recurrentes para cada año del período invernal. Los otros tres períodos presentaron valores bajos y aislados.

El jurel presenta una situación bastante similar a la encontrada en sardina. Ambas fases de desarrollo son más frecuentes de encontrar durante el período invernal, aunque en muy bajos valores. Igualmente en el resto del año se presenta en forma más aislada.

Para el caso de caballa los cruceros sólo se realizaron a partir de 1991 y en forma aislada en algunos años posteriores y los valores obtenidos son poco significativos no pudiendo establecerse con claridad su comportamiento de desove.



En términos generales, ambas curvas (fase huevos/ fase larvas) se comportan de igual manera para cada una de las especies estudiadas. La ocurrencia de huevos es coincidente con la de larvas, pero la abundancia de estas últimas es mucho menor que la de huevos. Esto comúnmente ocurre debido a la dispersión y a la alta mortalidad larval.

2.11 Biomasa del zooplancton

Al comparar los promedios de biomasa del zooplancton obtenidos durante los cruceros realizados en otoño, y para el período 1989 - 1997, se observa que estos valores son bajos respecto a los registrados en invierno, a excepción del año 1989, 1996 y 1997 (Fig. 86). En otoño de 1997, se produce una disminución en los valores promedio igual a 33,3%, registrándose además el valor más bajo de los máximos de la serie analizada.

Al contrastar los resultados obtenidos para la biomasa zooplanctónica, respecto de los cruceros de invierno (período 1985 - 1997), se puede señalar que en general los volúmenes encontrados en el año 1997, son 20% menores respecto a los obtenidos en 1996. En general los valores promedio del invierno de 1997 son similares a los reportados en períodos en que se registró la presencia de el fenómeno de "El Niño", particularmente durante 1986/87 y 1991. Comparativamente los mayores niveles de abundancia de la biomasa zooplanctónica fueron reportados los años 1992 y 1994, con cifras superiores a 2.800 ml.

La comparación de resultados con respecto a la abundancia promedio y rangos de biomasa zooplanctónica registrados en primavera-verano de los años 1985-1997, se enmarcan dentro de los valores normales para el período estival, concordando con lo descrito para la zona de estudio por Cañón (1978), Rojas (1982) y Braun (1991).



En términos comparativos los promedios de biomasa zooplanctónica obtenidos durante los cruceros de monitoreo, muestran que las mayores densidades fueron registradas en primavera de 1997 (cruce MONOR 9712), exhibiendo con respecto a los cruceros de otoño e invierno porcentajes de cambio iguales a 137 y 128% respectivamente, registrándose durante la época de otoño la menor de las biomásas estimadas.

3. Distribución espacial e índices de abundancia relativa de los recursos

3.1 Calibración electroacústica

Las calibraciones electroacústicas del ecosonda científico EK-500 instalado en el B/C "Carlos Porter", para la frecuencia de 38 KHz, comprueban que el equipo mantiene sus características prácticamente estables.

En la frecuencia de 38 KHz se aprecia una disminución de 0,4 dB en el valor de *Sv-transducer gain* para el pulso medio, pero esta baja no afecta la prospección ni la cuantificación ya que básicamente indica una reducción de la sensibilidad del transductor, la cual se corrige ajustando dicho valor.

3.2 Distribución geográfica de los recursos

3.2.1 Total de especies

En general durante los tres cruceros realizados, la anchoveta fue la especie más frecuente y más abundante, la sardina se registró en invierno (MONOR 9708) y esporádicamente en el otoño (MONOR 9705), estando ausente en el cruce de primavera. El jurel estuvo virtualmente ausente en el otoño, aumentando su presencia y densidades en el invierno y primavera, la caballa se presentó en muy



bajas densidades en el invierno, disminuyendo su cobertura espacial y densidades en la primavera, no siendo detectada en el invierno.

3.2.2 Anchoqueta

El análisis de la distribución espacial de la anchoqueta en los cruceros estacionales, indican un comportamiento altamente gregario en el invierno ocupando una extensión mayor hacia el occidente, sugiriendo niveles de abundancia inferiores, respecto al otoño y primavera, periodos en que se incrementó la concentración de anchoqueta en los sectores costeros cercanos a Pisagua, Iquique, entre Tocopilla y Mejillones y Antofagasta (**Fig. 87**).

En particular, en el otoño (MONOR 9705) esta especie, presentó una distribución altamente asociada a sectores costeros y a las cercanías de bahías y caletas. Las mayores concentraciones, se detectaron desde Pisagua al sur, Punta Gruesa, Caleta Chipana, Caleta Gatico, Mejillones y Antofagasta, a distancias que no superaron las 10 mn de la costa (**Fig. 87**). Hacia el oeste, sus concentraciones fueron de baja densidad, desde el río Loa hasta la cuadra de Antofagasta, llegando hasta las 60 mn de la costa.

Del mismo modo, en la primavera (MONOR 9712), la anchoqueta presentó una distribución altamente asociada con la costa, detectándose principalmente en las primeras 5 mn, en el sentido latitudinal, se observan tres focos con diverso grado de agregación; es así, como el primer foco de baja densidad se ubicó en las cercanías de Arica, un segundo foco se ubicó entre Pisagua y Punta Arenas ($21^{\circ}40'S$), observándose las mayores concentraciones de anchoqueta al sur de Punta Pichalo ($19^{\circ}48'S$); el otro sector que se destaca en este foco por su



concentración relativamente alta se registró entre Punta Patache ($20^{\circ}50'S$) y Caleta Chipana ($21^{\circ}20'S$). El tercer foco se localizó entre el paralelo $22^{\circ}15'S$ y al sur de Antofagasta, en este foco las mayores agregaciones de anchoveta estuvieron localizadas entre Punta Gualaguala ($22^{\circ}40'S$) y las cercanías de Mejillones, constituyendo el sector de mayores agregaciones del crucero. Otro sector que se destacó por sus concentraciones relativamente altas se registró entre las 5 y 8 mn al oeste de Punta Tetas ($23^{\circ}29'S$).

A diferencia de los otros dos cruceros, en el invierno (MONOR 9708), la anchoveta se detectó en prácticamente toda la zona prospectada, ubicándose preferentemente entre la costa y las 60 mn, con la excepción de la zona ubicada entre las 70 y 100 mn al oeste de Pisagua. Su distribución se caracterizó por su alto gregarismo, destacándose la alta concentración detectada a 30 mn al oeste de Pisagua. Las densidades relativamente mayores se localizaron en la franja comprendida entre la costa y las 5 mn, sector que coincide con las áreas de menor temperatura, así como el área ubicada a 30 mn al oeste de Iquique.

El sector costero comprendido entre el sur de Iquique y Tocopilla, se caracterizó por registrar densidades bajas con pequeñas áreas de niveles intermedios, pudiendo llegar a constituirse en zonas de mayor densidad. El sector oceánico ubicado entre las 70 y 100 mn al oeste de Pisagua, con densidades medias sugiere el ingreso a la costa de cardúmenes de anchoveta desde el norte. Al sur de Tocopilla la anchoveta se distribuyó en bajas densidades, llegando a ocupar extensiones de 25 mn aproximadamente (Fig. 87).

En el sentido vertical, la anchoveta, a diferencia de otras épocas, durante 1997 aumentó los límites de profundidad, ubicándose entre los 5 y 120 m de profundidad,



registrándose la mayor frecuencia de cardúmenes (sobre el 50%) en los primeros 30 m de profundidad (**Fig. 88**), estos límites se incrementaron en la primavera (MONOR 9712), período en que la distribución vertical de la anchoveta fue polimodal, con modas centradas en los 20, 80 y 120 m de profundidad, representando el 25, 15 y 8% de los cardúmenes detectados, respectivamente.

3.2.3 Jurel

En general, durante el período considerado, el jurel fue aumentando su presencia y niveles de densidad desde el otoño hacia la primavera, período en que se observaron los mayores niveles de agregación.

En forma particular, en el otoño (MONOR 9705), este recurso fue detectado en forma esporádica y en concentraciones de baja densidad. Su presencia, se localizó hacia el sector oceánico a distancias superiores a 60 mn de la costa (**Fig. 89**). En el invierno (MONOR 9708) se presentó en toda la zona de estudio en bajas densidades, con una leve tendencia a ubicarse en sectores relativamente oceánicos. Las densidades de jurel presentaron un relativo repunte en el sector ubicado entre las 40 y 65 mn al oeste de Antofagasta. Mientras que en la primavera (MONOR 9712), se observó un importante incremento en la presencia y densidad del jurel principalmente en áreas oceánicas entre el límite norte de la prospección y Bahía Chomache ($21^{\circ}10'S$), registrándose su presencia en bajas densidades en las 10 primeras millas al oeste de Punta Tetas ($23^{\circ}29'S$). En dicho período, las mayores concentraciones de jurel se detectaron en una franja ubicada entre las 20 y 57 mn desde el sur de Caleta Camarones ($19^{\circ}12'S$) hasta Punta Barrancos ($20^{\circ}35'S$) y; a 80 mn al oeste de Arica.



En el sentido batimétrico el jurel (**Fig. 90**), se ubicó entre los 20 y 150 m, llegando hasta los 190 m en la primavera (MONOR 9712), los límites inferiores de la distribución batimétrica de esta especie, ya se habían incrementado en la primavera de 1996, manteniéndose durante todo el año 1997. Las distribuciones de frecuencia de la profundidad de los cardúmenes de jurel fueron del tipo polimodal con modas centradas en los 60 y 120 m (MONOR 9708) y 60, 80 y 100 m en la primavera (MONOR 9712).

3.2.4 Caballa

Esta especie tuvo una presencia escasa en la zona de estudio durante el invierno y la primavera, no siendo detectada en el otoño (**Fig. 91**).

Es así como, en el invierno esta especie estuvo presente en muy bajas densidades en la zona de estudio, con una distribución netamente oceánica, distribuida entre las 68 mn y el límite occidental de la zona de estudio (**Fig. 91**).

Durante la primavera (MONOR 9712) esta especie incrementó su tendencia a desaparecer, detectándose en muy bajos niveles de densidad en sectores costeros entre Punta Pichalo y el paralelo 20°30'S. Es posible que esta especie haya escapado al paso del barco, por lo que no fue detectada por los equipos acústicos o sus agregaciones fueron de tamaño muy reducidos ubicados en sectores en que no se prospectó, razones por las cuales el mapa de distribución puede estar sesgado.

Batimétricamente, las mayores frecuencias de caballa se localizaron entre los 5 y 30 m, llegando hasta los 120 m en el invierno (**Fig. 88**).



3.2.5 Sardina

Esta especie se detectó solamente en el otoño e invierno de 1997 (MONOR 9705 y 9708), siendo esporádica y en densidades medias en el primer caso, registrándose un leve aumento en la frecuencia y densidades durante el invierno. En ambos casos, sus distribuciones, fueron oceánicas, detectándose en el otoño, en las cercanías de las 30 mn al oeste de Punta Gruesa y ($21^{\circ}40'S$); mientras que en el invierno las mayores concentraciones de sardina fueron detectadas al oeste de las 90 mn a la cuadra de Pisagua, sugiriendo que la distribución de esta especie se prolongó hacia el oeste del límite de la zona de estudio (**Fig. 92**).

Verticalmente, esta especie se detectó entre los 10 y 50 m de profundidad, con una mayor frecuencia de cardúmenes en el estrato de los 10 a 30 m (**Fig. 90**).

3.3 Índices de cobertura y densidad

Con el fin de hacer comparables los resultados obtenidos en el presente proyecto con la información histórica, los índices de cobertura y densidad se han calculado en base a IBM's de 2 mn.

En la **Tabla 9** se presentan los índices de cobertura (IC) por especie y crucero, incluyendo los datos correspondientes a 1996, los IC por crucero indican que la anchoveta fue la especie que presentó una mayor presencia en la zona de estudio, con la excepción de la situación registrada en el invierno en que el jurel presentó una presencia levemente superior, los IC fluctuaron en los distintos cruceros entre 8,4 y 18,1 % y con una mayor presencia en el invierno.



La comparación de la situación observada en el presente año con la registrada en 1996, indica que durante 1997, el área ocupada por la anchoveta tuvo una mayor variabilidad, con una leve disminución en el otoño de 1997 (MONOR 9705) (11,0 0%), respecto al verano (MONOR 9703) (13,7%), recuperándose en el invierno a 18,1%, para nuevamente decaer a 8,4% en la primavera (MONOR 9712).

El jurel también presentó un IC variable entre los cruceros, fluctuando entre 2,5 y 19,7%, registrándose en el invierno el IC más alto. Al igual que en la anchoveta, el jurel en el otoño (MONOR 9705) (12,1%) también redujo notablemente el área ocupada respecto al verano (MONOR 9703) (2,5%), alcanzando el máximo en el invierno (MONOR 9708), para volver a decaer en la primavera (MONOR 9712) a 6,9%.

Del mismo modo, la tendencia alcista en el IC de la caballa, registrada en los cruceros de primavera y verano de 1996-97 también presentó una reducción en el otoño (MONOR 9705), variando entre 4,6% (MONOR 9703) a 1,3% (MONOR 9705), alcanzando un máximo en el invierno, en que fue detectada en el 3,8% de las observaciones, para volver a disminuir en la primavera (MONOR 9712) a 0,3%.

La sardina se detectó en los cruceros de otoño (MONOR 9705) e invierno (MONOR 9708), con IC de 1,6% y 6,9%, respectivamente, valores que son superiores a los registrados en el invierno y primavera de 1996 (MONOR 9609, 9612).

Los Índices de Densidad (ID) calculados para cada especie y crucero (**Tabla 9**) indican que la anchoveta varió entre 175,2, 82,6 y 168,1 t/mn² para el otoño, invierno y primavera de 1997, considerados en el presente proyecto. Es importante destacar que las mayores densidades de esta especie corresponden al período de



otoño (MONOR 9705) y a la primavera, período en que se produce el reclutamiento (MONOR 9712) y se registraron en gran parte en los sectores cercanos a la costa, siendo estos valores superiores a los detectados en 1996.

El análisis conjunto de los IC e ID, indican que en el invierno se presentó claramente una mayor dispersión de la anchoveta, puesto que presentó el mayor IC y por el contrario tuvo el menor ID, una situación inversa se presenta en el otoño y primavera, en que los IC indican la presencia de anchoveta en un menor número de observaciones acústicas, pero los ID altos señalan un comportamiento altamente gregario.

El ID de jurel varió entre 22,3 y 110,7 t/mn², observándose que en general los ID de jurel fueron mayores que los registrados en 1996 llegando a constituir el ID de primavera (MONOR 9712) el valor más alto de la serie, sugiriendo un comportamiento altamente gregario, puesto que se registró en sólo el 6,9% de las observaciones acústicas.

En el caso de la caballa, también se puede deducir un comportamiento altamente gregario, especialmente en primavera (MONOR 9712), puesto que el ID fue el mayor de la serie (85,4 t/mn²), registrándose solamente en el 0,34% de las observaciones acústicas, en general el ID de esta especie fue mayor que los valores obtenidos en 1996.





IX. CONCLUSIONES

- El viento predominante fue del S y SW, registrándose la mayor intensidad durante el invierno y primavera y la menor intensidad durante el otoño.
- Los vientos observados durante el periodo de verano son muy débiles comparativamente con los valores observados históricamente en la zona.
- Los principales centros de surgencia durante el año 1997 se ubican en el sector de la península de Mejillones, Tocopilla, Punta Patache y de punta Baquedano a Pisagua.
- Los valores de temperatura observados durante el crucero concuerdan con lo señalado por los índices globales y costeros, confirmando el desarrollo de uno de los eventos de El Niño de mayor magnitud que se hayan registrado.
- La anomalía de temperatura y de salinidad superficial durante el crucero de invierno son las más elevadas de los cruceros de invierno que se tiene registro.
- A partir del mes de mayo se observa un hundimiento de las isotermas, las que se recuperan levemente durante agosto y se profundizan nuevamente en diciembre, alcanzando la isoterma de 15°C hasta los 275 m de profundidad.
- Durante el mes de mayo y diciembre se registraron anomalías significativas de temperatura y salinidad entre la superficie y los 500 m.



- Durante el período de estudio se encontraron presentes las 5 masas de agua descritas para la zona, predominando en superficie el Agua Subtropical Oceánica, que alcanza valores superiores de 23°C en temperatura y 35.4 psu en salinidad. El Agua Subantártica se encuentra principalmente en el área oceánica disminuyendo su participación de mayo a diciembre.
- Diversos modelos de pronóstico de la TSM en el Pacífico ecuatorial coinciden en anticipar que las condiciones anómalas que caracterizan el actual evento El Niño persistirán por lo menos hasta octubre de 1998.
- El régimen oceanográfico imperante en la zona provocó una disminución significativa en los niveles de biomasa de cloa, tanto integrada como discreta, especialmente en el periodo de invierno. Con valores inéditos de cloa integrada (ca 1 mg/m²) en Arica.
- La biomasa tendió a recuperarse en los meses posteriores a septiembre siguiendo el ritmo estacional del ecosistema, pero posteriormente comenzó a disminuir manteniéndose en un estado de equilibrio y de baja concentración de biomasa fitoplanctónica.
- La baja sostenida en la cloa y el desequilibrio de ésta respecto a la misma, permiten inferir que la presión de pastoreo en la zona es tan intensa que la capacidad productiva de la zona no es capaz de regenerar tanta biomasa como ésta es consumida.
- El procesamiento de las 104 muestras de zooplancton, colectadas durante los cruceros estacionales de monitoreo permitió determinar la presencia de 341.768



huevos y 230.079 larvas, de los cuales 274.118 huevos (80,2%) y 77.831 larvas (33,8%) fueron identificados a nivel específico

- Durante el crucero MONOR 9705, no hubo registros positivos de huevos de sardina y caballa y larvas de jurel. En invierno de 1997, crucero MONOR 9708 el total de especies objetivo de este estudio se hicieron presentes, a excepción de la fase larvaria de jurel y caballa. En primavera crucero MONOR 9712 no hubo registros positivos para huevos de sardina.
- El patrón de distribución geográfico de huevos y larvas de anchoveta señala que en otoño de 1997, el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Bahía Moreno y Arica a excepción de la transecta realizada frente a Punta Junín, detectándose los principales focos de desove frente a Bahía Moreno.
- En invierno, los niveles de abundancia de huevos y larvas muestran la misma tendencia creciente en sentido norte sur registrada en otoño con abundancias significativamente importantes frente a Arica.
- En primavera, la frecuencia de estaciones positivas a huevos y larvas de anchoveta acusa una disminución con respecto a lo observado en invierno con tasas de cambio iguales a 60% y 53% respectivamente.
- Durante los cruceros de monitoreo, la sardina mostró una actividad reproductiva muy deprimida.
- Para jurel, cabe consignar el incremento paulatino de la frecuencia de estaciones positivas a huevos de esta especie desde otoño hasta primavera.



- Con respecto a caballa, se señala la ausencia de registros positivos a huevos de esta especie en otoño, y la de larvas en invierno. La mayor abundancia de huevos de esta especie se registró en invierno de 1997 y la de larvas en primavera donde exhiben una tendencia declinante de norte a sur en sus niveles de abundancia.
- En las estaciones costeras de vigilancia se constató tanto en anchoveta como en sardina, una clara evidencia de actividad reproductiva en el período de estudio y en las zonas de muestreo. Sin embargo, para el caso de jurel y caballa, la actividad reproductiva fue escasa, indicando la existencia de un desove principal a fines del período de estudio.
- En términos comparativos los promedios de biomasa zooplanctónica, obtenidos durante los cruceros de monitoreo, muestran que las mayores abundancias se presentaron en primavera de 1997, exhibiendo con respecto a los cruceros de invierno y otoño porcentajes de cambio iguales a 128% y 137% respectivamente.
- En general durante los tres cruceros realizados, la anchoveta fue la especie más frecuente y más abundante, la sardina se registró en invierno (MONOR 9708), y esporádicamente en el otoño (MONOR 9705), estando ausente en el crucero de primavera. El jurel estuvo virtualmente ausente en el otoño, aumentando su presencia y densidades en el invierno y primavera, la caballa se presentó en muy bajas densidades en el invierno, disminuyendo su cobertura espacial y densidades en la primavera, no siendo detectado en el invierno.
- En el sentido vertical, se observó que la anchoveta y el jurel tendieron a ubicarse en profundidades mayores que en los cruceros realizados en 1996, tendencia



que se hizo más evidente en la primavera, en que la anchoveta se detectó hasta 120 m y el jurel hasta 190 m, la caballa y la sardina también presentaron una mayor profundización en su distribución, llegando hasta 120 m para la primera y hasta 80 m en la segunda.

- Los Índices de Cobertura (IC) por crucero indican que la anchoveta fue la especie que presentó una mayor presencia en la zona de estudio, con la excepción de la situación registrada en el invierno en que el jurel presentó una presencia levemente superior. El jurel fue la segunda especie en importancia, seguido de la sardina y la caballa. En todos los casos se presentó una estacionalidad mayor que en 1996, con el valor más alto en el invierno, bajando en el otoño y primavera.
- Los Índices de Densidad (ID), también señalan la mayor importancia de la anchoveta, respecto a las otras especies, registrándose los mayores ID en el otoño y primavera, con 175,2 y 168,1 t/mn², respectivamente, siendo estos valores superiores a los detectados en 1996 y correspondieron a las agregaciones costeras presentadas en el otoño y primavera, período en que se registra el reclutamiento.
- El ID de jurel varió entre 22,3 y 110,7 t/mn², observándose que en general fueron mayores que los registrados en 1996, siendo el ID de primavera (MONOR 9712) el valor más alto de la serie, sugiriendo un comportamiento altamente gregario, puesto que se registró en sólo el 6,9% de las observaciones acústicas.



- En el caso de la caballa, también se puede deducir un comportamiento altamente gregario, especialmente en primavera (MONOR 9712), puesto que el ID fue el mayor de la serie (85,4 t/mn²), registrándose solamente en el 0,34% de las observaciones acústicas, en general el ID de esta especie fue mayor que los valores obtenidos en 1996.



X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aron, A. 1980. Taxonomía, distribución y abundancia de las larvas de peces en la bahía de Concepción (36°04'S, 73°02'W), Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino.
- BAC 86. 1997. Boletín de Alerta Climático. Diciembre 1997. CPPS.
- Bakun, A. 1985. Comparative studies and the recruitment problem: Searching for generalizations. CalCOFI Rep., Vol. XXVI.
- Bakun, A. and R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Perú current systems. CalCOFI rep., Vol XXIII, 99-112.
- Bakun, A. and C. Nelson. 1991. The seasonal cycle of wind-stress curl in subtropical eastern boundary current regions. J. Phys. Oceanogr., 21, 1815-1834.
- Balbontín, F. M. Garretón. 1977. Desove y primeras fases de desarrollo de la Sardina Española, *Sardinops sagax*, en Valparaíso. Rev. Biol. Mar, 16(2) : 171-181.
- Balbontín, F. y R. Pérez. 1980. Descripción de los estados larvales de *Normanichthys crockeri* Clark (Perciformes: Normanichthyidae) del área de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 17:81-95.
- Bjerknes, J. 1966. A Possible Response of the Atmospheric Hadley Circulation to Equatorial Anomalies of Ocean Temperature. Tellus, 18(4): 820-829.



- Blanco, J. L. y M. Díaz. 1985. Características oceanográficas y desarrollo de El Niño 1982-83 en la zona norte de Chile. *Inv. Pesq. (Chile)* 32:53-60.
- Blanco, J. L.; R. Kelly y J. Jara. 1986. Análisis de las condiciones oceanográficas en otoño de 1986. IFOP. Informe final de proyecto a Pesquera Coloso S. A. y Pesquera Guanaye Ltda., 28 p. En: Programa investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Blanco, J. L. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile durante julio-agosto de 1991. En: Evaluación directa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica zona norte julio-agosto 1991. Programa de Investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.
- Blanco, J. L. 1996. Variabilidad térmica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno para IFOP.
- Boltovskoy, 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina.
- Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo y H. Reyes. 1994. Monitoreo hidroacústico y oceanográfico de los recursos pelágicos de la I y II Regiones. Cuarto informe de avance. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 104 pp + 72 anexos.
- Braun, M., J. Castillo, J. Blanco, S. Lillo y H. Reyes. 1995. Monitoreo hidroacústico y oceanográfico de los recursos pelágicos de la I y II Regiones. Informe final.



Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, Figuras y anexos.

Braun, M. 1996. Ictioplancton. En: Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Final FIP 95-03. 165 pp + Tablas y Figuras.

Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. and Oceanogr.*, 10: 141-143.

Castillo, J.; M. Braun y J. L. Blanco. 1992. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia Bio-Oceanográfica, Zona Norte. Septiembre 1992. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.

Einarsson, H. y B. Rojas de Mendiola. 1963. Descripción de Huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.) *Bol. Inst. Rec. Mar.*, Callao, 1(1):1-23.

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 west Atl. Fish. Sci.4, 423p.

Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jenyns. *Rev. Biol.* 8(1,2 y 3):111-124.



- Foote, K., H. Knudsen, G. Vestnes, D. Mac Lennan and J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES Cooperative Research Report 144, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.
- Fuenzalida, H. 1971. Climatología de Chile. Departamento de Física y Geodesia, Universidad de Chile, 73 pp.
- Fuenzalida, R. 1989. Variabilidad temporal de un índice de surgencia para la zona de Iquique (Lat. 20°S). Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar 1: 37-47.
- Frontier, S. 1966. Zooplancton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.
- Greenwood, P., D. Rosem, S. Weitzman y G. Myers. 1966. Phyletic studies of teleosteam fishes, with a provisional classification of living forms. An. Mus. Nat. Hist., Bull 131(4):341-455.
- Gunther, E. R. 1936. A report on oceanografical investigation in Peru coastal current. Discovery Reports, 13: 1107-1275.
- Guzmán, O., J. Castillo; S. Lillo; P. Pineda; L. Rodríguez e Y. Giakoni. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos Y. Prspección zona Arica - Coquimbo (18°30' - 30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82) Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.



- Hellerman, S. and M. Rosenstein. 1983. Normal Monthly Wind Stress Over the World Ocean with Error Estimates. *J. Phys. Oceanogr.*, 13, 1093-1104.
- Hempel, G. 1979. Early life history of marine fish: the eggs state. University of Washington Sea Grant Programme, Seattle. 70 pp.
- Hjort, J. 1914. Fluctuacions in the great fisheries of northern Europe viewed in the lighth of biological research. *Rapp. P.. - V. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 20: 1-228.
- Hjort, J. 1926. Fluctucions in the years classes of important food fishes. *Rapp. P.. - Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 1: 5 - 38.
- JMA, 1997. Monthly Report on Climate System de enero a mayo 1997. Japan Meteorological Agency.
- Kelly, R., J. Blanco, M. Díaz. 1983. Rangos típicos de temperatura, salinidad y oxígeno de las aguas del norte de Chile, Informe final de Proyecto al Comité Oceanográfico Nacional (830017).
- 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.
- Kelly, R., R. Rubio y J. Osses. 1988. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile en invierno de 1988. IFOP. En: Cuantificación de la biomasa de recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte, agosto 1988. Programa de investigaciones pesqueras de recursos pelágicos-zona norte. IFOP.



- Lasker, R. y K. Sherman (Eds). 1981. The early life history of fish: Recent studies. Rapp. P. -V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 178: 606 pp.
- Matarese, A. C., A. W. Kendall, Jr., D. M. Blood and B. M. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS80.
- 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.
- Montecinos, A. 1991. Efecto del Fenómeno El Niño en los vientos favorables a la surgencia costera en la zona norte de Chile. Tesis para optar al título de Oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso. 143 pp.
- Moser, H.G. and E.H. Ahlstrom. 1970. Development of lantern fishes (family Myctophidae) in the California Current. Part I: Species with Narrow-eyed larvae. Bull. Los Ang. Cty. Mus. Nat. Hist. Sci. 7:1-145.
- Muñano, J. y J. Castillo. 1971. Primeros resultados de las investigaciones biológico-pesqueras de la "caballa" *Scomber japonicus peruanus* J. Y H. Serie Informes Especiales N°im-84. Inst. Del mar. Callao, Perú:39p.
- Murphy, G. T. (Chairman). 1974. Report of the fourth session of the panel of experts on stock assessment on peruvian anchoveta. Instituto del mar del Perú (Callao), Boletín 2: 605 - 719.



- NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.
- Olivar, M.P. and J.M.Fortuño.1991.Guide to Ichthyoplankton of the southeast Atlantic (Benguela Current Region) SCI.Mar., 55(1):1-383.
- Orellana, M.C. y F.Balbontín.1983.Estudio comparativo de las larvas de clupeiformes de la costa de Chile. Rev.Biol.Mar., Valparaíso,19(1):1-46.
- Parson, T. R., B. O. Jansson, A. R. Longhurst and G. Saeterdsdal (Editors). 1978. Marine Ecosystems and Fisheries Oceanography. Rapp. P. -V. Réun. Cons. Perm. int. Explor. Mer., 173: 1 - 240.
- Pérez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces de la bahía de Valparaíso, Informe de Práctica Profesional para optar al título de Técnico Marino. Universidad Católica de Chile. Sede regional Talcahuano, 238 pp.
- Retamales, R. Y L.González. Aspectos reproductivos de la "caballa" (*Scomber japonicus peruanus*) en la zona norte de Chile (manuscrito).
- Reynolds, R. 1982. A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Technical Report NNS-31, National Meteorological Center, NOAA, Silver Springs, Md.
- Robertson, A. 1970. An improved apparatus for determining, plankton volume. Fish. Bull. S. Africa (6): 23 - 36.



- Robles, F. E. Alarcón y A. Ulloa. 1974. Las masas de agua en la región norte de Chile y sus variaciones en un período frío (1967) y en periodos cálidos (1969,1971-1973). Reunión de trabajo sobre el fenómeno de El Niño. Guayaquil - Ecuador, diciembre 1974. Santiago de Chile IFOP. 144p.
- Santander, H. y O. S. de Castillo. 1971. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de "jurel" *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en la costa peruana. Inf.Inst.Man. Perú-Callao (36): 1-22.
- Santander, H. Y O.S. de Castillo. 1972. Distribución de huevos y larvas de "caballa" *Scomber japonicus peruanus* (Jordan y Hubbs) en la costa peruana. Serie Informes Especiales N°IM-103. Inst. Del Mar. Callao, Perú: 6p.
- Santander, H., J. Alheit y P. E. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de Anchoqueta Peruana *Engraulis ringens* 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". mimeo.
- Serra, J., O. Rojas y M. Aguayo. 1981. Caballa *Scomber japonicus peruanus* Jordan y Hubbs. Teleostomi, Perciformes, Scombridae. En: Corporación de Fomento de la Producción. Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. Santiago, Chile, IFOP, Complementación, Parte 3 sp. (Ap 82-19).
- Sharp, G. (Editor). 1981. Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes. Lima, Perú, 20 April - 5 may, 1980. IOC Workshop Rep. 28 UNESCO, París: 323 pp.



- 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, N. y H. Sievers. 1981. 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.
- Sinclair, M. y M. J. Tremblay. 1984. Timing og spawning of Atlanctic herring (*Clupea harengus*) populations and the match-mismatch theory. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 41: 1005-1065.
- Sinclair, M., M. J. Tremblay y P. Bernal. 1985. El Niño events and variability in a Pacific mackerel (*Scomber japonicus*) survival index: support for Hjort's second hypothesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42:602-608.
- Smith, R. 1968. Upwelling. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 6: 11-46. Harold Barnes, Ed.
- Smith, P. E., R. C. Counts and R. I. Clutter. 1968. Changes in filtering efficiency of plankton nets due to clogging under tow. J. Ciens. CIEM, 32(2): 232-48.
- Smith, P. E. 1972. The increase in spawning biomass of northern anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull. NOAA/NMFS, 70(3): 49 - 74.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc. Pesca (175): 107 p.



- Staufer, G. D. 1980. Estimate of the spawning biomass of the northern anchovy central subpopulation for the 1979 - 1980 fishing season. Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep. 21: 17 - 22.
- Staufer, G. D. and K. R. Parker. 1980. Estimate of the spawning biomass of the northern anchovy central subpopulation for the 1979 - 1980 fishing season. Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep. 21: 12 - 16.
- Sullivan, W. 1982. Ocean sciences in relation to living resources. Fisheries 7(3): 18 - 19.
- UNESCO, 1968. Zooplankton sampling. Monographs on oceanographic methodology 2. Geneve. 174 p.
- UNESCO. 1981 a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar., Sci. N°36.
- UNESCO. 1981 b. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°37.
- UNESCO. 1981 c. 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.
- Yashnov, U. A. 1959. A new model of volume meter for rapid and precise plankton evaluation under field conditions. Zoologicheskü, Zhurnal (Moscow), 38:1741-4.



XI. BASE DE DATOS

La estructura de las bases de datos con toda la información básica que se obtuvo durante la ejecución del proyecto, se encuentra almacenada en registros magnéticos en diskettes de alta densidad, los archivos y el formato de grabación de cada una de las componentes del proyecto se detallan a continuación:

1. Datos oceanográficos y meteorológicos

La información oceanográfica y meteorológica de cada una de las estaciones bio-oceanográficas realizadas durante los cruceros de monitoreo, se encuentra en los archivos **CRUCE401**, **CRUCE404** y **CRUCE408**, cuyo formato de grabación (Formulario de codificación), corresponde a una modificación del formato **NODC**. El formato **IFOP** esta compuesto por un registro de identificación y varios registros de información:

a) Registro de identificación

Campo	Columna de inicio	Formato
país	1	E 2
buque	3	A 2
latitud grados	5	E 2
minutos	7	R 3.1
longitud grados	10	E 2
minutos	13	R 3.1
marsden	16	E 3
año	19	E 2
mes	21	E 2
día	23	E 2
hora local	25	R 3.1
institución	28	E 2
crucero	30	E 3
estación	33	A 3



Campo	Columna de inicio	Formato
prof.ecosonda	36	E 4
máxima profundidad	40	E 2
n° observaciones	42	E 2
trans. Secchi	44	E 2
dirección olas	46	E 2
altura olas	48	E 1
período olas	49	E 1
dirección viento	50	E 2
velocidad viento	52	E 2
presión barométrica	54	R 3.1
bulbo seco	57	R 3.1
bulbo húmedo	60	R 3.1
tiempo	63	E 2
tipo nubes	65	E 1
cant. Nubes	66	E 1
visibilidad	67	E 1
latitud n-s	68	A 1
longitud w-e	69	A 1
tipo de datos	76	A 1
control	80	E 1

b) Registros de datos

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



Observaciones:

- Formato tipo: A n: Alfanumérico
 E n: Entero
 R n: Real sin el punto (ej. 34.356 en formato R 5.3 es 34356
 n: Número de columnas
- Columna 28 y 29 - códigos institución :01=SHOA, 02=IFOP, 03=UCV, 04=SSP y 05=otros
Columna 76 - códigos del tipo de datos: B=botellas, C=CTD
Columna 80 - código control : 1 identificación de la estación y 2 último dato observado

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

2. Clorofila-a y Penetración de la luz

La estructura de datos archivos de clorofila-a es la siguiente:

- Directorio : Nombre crucero
archivo : cln. dat
donde n = número de la transecta
-
- columna 1 profundidad
columna 2 clorofila a (mg/m³)
columna 3 feopigmentos (mg/m³)
columna 4 número de la transecta
columna 5 número de la estación



3. Registros de Huevos y Larvas de Peces

La información zooplanctónica de cada una de las estaciones bio-oceanográficas que se realizaron durante los cruceros estacionales de monitoreo y estaciones costeras, se almacenaron en los archivos **cru401.dbf**, **cru404.dbf**, **cru408.dbf** y **est.dbf**, cuyo formato de grabación se detalla a continuación:

Columna	Tipo de información
1	Código estación
2	longitud decimales
3	latitud decimales
4	huevos sardina
5	huevos anchoveta
6	huevos jurel
7	huevos caballa
8	huevos otras especies
9	total huevos
10	larvas sardina
11	larvas anchoveta
12	larvas jurel
13	larvas caballa
14	larvas otras especies
15	total larvas
16	Biomasa Zooplancton
17	Volumen agua filtrada
18	Factor estandarización



4. Registros Acústicos

La información concerniente al monitoreo hidroacústico de los cruceros estacionales está contenida en 2 tipos de archivos: BIOMA-XX.DAT y POSIC-XX.DAT, los cuales se encuentran en los siguientes subdirectorios: MONO 9705, MONO 9708 y MONO9712. En el nombre de estos archivos se indica el número de transecta por las letras XX, en este caso 32.

Los archivos BIOMA XX.DAT contienen la información de las lecturas acústicas por especie en cada IBM indicando la frecuencia del ecosonda, la especie, las profundidades superior e inferior, tipo de agregación y lectura acústica.

Los archivos BIOMA-XX.DAT están estructurados según:

Línea	Columna	Tipo de información
1	1-	Nombre del crucero
2	2-	Barco
3	3-	Zona
4 y +	1 a 3	Número de IBM
4	espacio	
5	especie (1 a 4)(ver 1)	
6	espacio	
7	Ecosonda (1 = 38 KHz)	
8	espacio	
9	Tipo de agregación (ver 2)	
10	espacio	
11 a 13	Profundidad superior (m)	
14	espacio	
15 a 17 (m)	Profundidad inferior	
18	espacio	
19 a 23	Lectura acústica (Sa)	



(1) Códigos de especie

Sardina española	Código de especie =	1
Jurel	Código de especie =	2
Anchoveta	Código de especie =	3
Caballa	Código de especie =	4
Otras	Código de especie =	0

(2) Códigos del tipo de agregación

Cardumen	=	1
Agregación (estrato)	=	2
Individual (aislado)	=	3

Los archivos POSIC-XX.DAT contienen la información del número de la IBM, hora, Latitud y longitud.

Los archivos POSIC-XX.DAT están estructurados según:

Columna	Tipo de información
1 a 3	Número de IBM
4	Coma (,)
5 a 12	Hora
13	Coma (,)
14 a 20	Latitud (LLLL.))
21	Coma (,)
22	S (sur)
23	Coma (,)
24 a 31	Longitud (GGGGG.gg)
32	Coma (,)
33	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

TABLAS

Tabla 1
 Bitácora de estaciones bio-oceanográficas y registro de datos meteorológicos
 Crucero MONOR 9705 OTOÑO 1997 401(2)97CP

N° EST	FECHA		HORA		LATITUD		LONGITUD		RED	PROF. FLUJOMETRO ECOS. COD.	N°FIN.	CALADO MIN SEG	VIRADO MIN SEG	CABLE ARR.	TEMP(°C)	SALINI. 0m	PRESIÓN ATMOSF. 0m	TEMP.AIRE SECA HÚMEDA	OLAS ALT. DIR.	VIENTO DIR. VEL TIP. CANT.	NUBES											
	AA	MM	DD	HH	MM	GR	MIN	SEG																								
1	97	5	25	8	0	23	40	72	13.0	297	3000	A06	769	2	22	2	8	100	8	20.06	34.82	9.0	19.0	15.0	0	23	20	02	6	8		
2	97	5	25	12	44	23	40	71	40.7	297	3000	A06	710	2	5	1	38	100	8	21.69	35.18	8.0	19.5	15.5	0	23	20	01	6	8		
3	97	5	25	17	57	23	40	71	8.0	297	3000	A06	765	2	2	1	57	100	14	21.22	35.10	8.0	19.6	16.5	0	23	23	01	6	8		
4	97	5	25	21	17	23	40	70	46.3	297	2400	A06	790	2	15	2	7	100	19	21.47	35.12	8.0	19.5	16.5	0	23	23	01	6	8		
5	97	5	25	23	22	23	40	70	35.5	297	400	A06	810	2	23	2	17	100	18	18.65	34.75	8.0	19.5	18.5	0	23	23	01	6	8		
6	97	5	26	1	15	23	40	70	30.1	297	145	A06	732	2	41	1	40	100	3	18.57	34.75	8.0	19.0	18.0	0	23	23	01	0	0		
7	97	5	26	2	0	23	40	70	26.0	297	83	A06	510	1	47	1	46	75	10	19.03	34.79	8.1	18.5	17.0	0	23	23	01	7	1		
8	97	5	26	17	52	22	20	70	16.0	297	106	A06	651	2	27	2	17	100	1	17.96	34.89	10.0	24.0	21.5	0	14	00	00	0	5		
9	97	5	26	20	30	22	20	70	20.4	297	392	A06	667	2	38	2	24	100	11	20.60	34.99	9.0	20.5	19.0	0	16	00	00	0	0		
10	97	5	26	21	53	22	20	70	25.5	297	820	A06	620	2	47	2	38	100	2	21.29	35.06	8.9	20.5	18.5	0	16	16	01	0	0		
11	97	5	27	0	11	22	20	70	36.4	297	1254	A06	706	2	42	2	21	100	2	21.33	35.11	9.0	20.0	19.0	0	16	16	01	7	6		
12	97	5	27	4	14	22	20	70	57.8	297	2998	A06	802	2	35	2	4	100	24	19.93	34.99	8.5	20.0	19.0	0	18	16	01	7	8		
13	97	5	27	8	58	22	20	71	29.9	297	3000	A06	758	2	17	2	8	100	14	21.29	35.09	8.6	21.0	18.0	0	20	20	01	6	5		
14	97	5	27	13	40	22	20	72	2.2	297	3000	A06	662	2	2	2	2	100	6	21.50	35.14	6.4	19.5	17.5	0	18	20	01	6	4		
15	97	5	28	1	38	21	0	71	56.0	297	4000	A06	685	2	21	2	20	100	10	21.56	35.17	6.5	20.5	18.5	0	18	18	03	0	0		
16	97	5	28	7	17	21	0	71	24.5	297	3000	A06	757	2	23	2	31	100	11	22.07	35.16	6.5	21.5	19.5	0	16	16	02	0	0		
17	97	5	28	12	15	21	0	70	52.3	297	3000	A06	715	2	12	2	6	100	6	21.26	35.09	7.3	23.0	21.0	0	18	00	00	7	4		
18	97	5	28	15	55	21	0	70	31.8	297	848	A06	720	2	18	1	55	100	6	21.48	35.11	6.5	22.5	20.5	0	18	00	01	8	8		
19	97	5	28	18	17	21	0	70	20.5	297	186	A06	688	2	30	2	17	100	14	21.07	35.02	7.2	20.5	19.0	0	20	20	02	0	0		
20	97	5	28	19	37	21	0	70	15.3	297	90	A06	645	2	13	1	59	85	10	21.15	35.01	8.5	20.0	19.0	0	20	20	01	8	6		
21	97	5	28	20	37	21	0	70	11.5	297	78	A06	535	1	45	1	19	65	2	20.54	35.02	10.0	19.0	17.0	0	18	18	02	0	0		
22	97	5	29	15	18	19	40	70	11.5	297	72	A06	503	1	52	1	19	65	2	18.65	34.89	7.2	25.0	22.5	0	18	18	02	0	0		
23	97	5	29	16	4	19	40	70	15.1	297	125	A06	685	2	0	1	48	100	4	20.55	34.98	7.5	23.5	21.5	0	18	18	02	0	0		
24	97	5	29	17	7	19	40	70	21.0	297	620	A06	705	2	0	1	54	100	11	20.76	34.99	7.5	20.5	19.4	0	18	18	03	0	0		
25	97	5	29	19	29	19	40	70	31.5	297	799	A06	722	2	5	1	41	100	2	20.84	35.01	9.2	20.5	19.5	0	18	18	02	0	0		
26	97	5	29	22	41	19	40	70	52.7	297	2002	A06	810	2	15	2	9	100	11	21.42	35.05	10.2	20.5	19.5	0	18	18	02	0	0		
27	97	5	30	3	13	19	40	71	24.2	297	5000	A06	695	2	17	2	21	100	5	22.35	35.20	10.2	21.0	19.5	0	18	18	02	0	0		
28	97	5	30	7	57	19	40	71	56.0	297	3000	A06	735	2	11	2	17	100	3	22.17	35.23	10.3	21.5	19.5	0	20	20	02	6	6		
29	97	5	30	19	20	18	25	70	4.3	297	5000	A06	708	2	23	1	53	100	12	21.08	35.04	9.0	23.0	21.0	0	20	20	02	6	6		
30	97	5	31	0	17	18	25	71	33.0	297	2539	A06	654	2	12	1	53	100	1	22.14	35.26	10.0	21.5	19.8	0	18	18	03	6	8		
31	97	5	31	5	32	18	25	71	1.5	297	895	A06	840	2	35	2	5	100	24	21.58	35.07	9.0	21.5	20.0	0	18	18	02	6	4		
32	97	5	31	9	29	18	25	70	40.4	297	667	A06	740	2	5	1	43	100	10	20.95	35.01	10.0	20.0	18.5	0	20	20	02	0	0		
33	97	5	31	11	59	18	25	70	30.3	297	111	A06	710	1	58	1	57	100	10	19.93	34.97	10.0	21.0	19.0	0	20	20	01	0	0		
34	97	5	31	13	12	18	25	70	24.6	297	63	A06	392	1	15	1	11	55	6	20.35	35.00	9.0	24.0	20.7	0	18	18	01	0	0		
35	97	5	31	14	3	18	25	70	21.0	297	15	A06	132	0	28	0	18	10	10	20.31	34.98	9.0	23.5	21.0	0	18	00	00	6	4		
M305-Mejillones	97	5	26	11	35	23	0	70	23.9	03	297	90	A06	655	2	14	2	2	90	12	19.82	34.85	9.0	23.0	19.0	0	14	16	01	6	7	
M205-Iquique	97	5	29	3	51	20	11	70	12.0	03	297	110	A06	630	2	0	1	53	100	5	16.99	34.87	8.3	18.0	17.1	0	18	18	01	0	0	
MT05-Arica	97	5	31	15	1	18	28	3	70	23.7	03	297	69	A06	466	1	45	1	11	60	11	21.12	35.03	8.5	21.0	19.0	0	18	18	03	6	2
101	97	5	26	6	40	23	20	70	41.0		1416									18.64	34.75	7.3	18.5	17.0	0	16	16	01	0	0		
102	97	5	26	15	20	22	38	70	19.0		83									21.70	35.03	10.0	23.0	19.0	0	14	18	01	1	5		
103	97	5	27	19	36	21	40	71	59.2		3000									22.01	35.15	5.5	21.5	19.0	0	16	16	02	0	0		
104	97	5	29	0	10	20	35	70	17.2		110									18.67	34.88	10.5	18.5	17.5	0	16	16	01	0	0		
105	97	5	29	12	55	19	55	70	14.0		415									19.77	34.83	8.0	22.0	20.0	0	16	16	01	0	0		
106	97	5	30	13	15	19	0	72	0.0		3000									20.31	35.00	9.0	22.0	19.0	0	16	16	02	6	7		
107	97	5	31	18	35	18	54	70	23.3		131									19.27	34.96	8.9	19.5	18.5	0	20	20	02	0	0		
108	97	6	1	2	30	19	25	70	22.0		230									19.41	34.93	9.9	19.0	18.0	0	18	18	03	0	0		

Tabla 2
 Bitácora de estaciones bio-oceanográficas y registro de datos meteorológicos
 Crucero MONOR 9708 INVIERNO 1997 404(3)97CP

N° EST	FECHA AA MM DD	HORA HH MM GR	HORA HH MM GR	LATITUD MIN	LONGITUD MIN	RED CÓDIGO	MALLA	PROF. ECOS. COD.	FLUJÓMETRO N°FIN.	CALADO MIN SEG	VIRADO MIN SEG	CABLE ARR.	TEMP(°C) ANG.	SALINI. 0m	PRESIÓN ATMOSF.	SECA	TEMPAIRE HUMEDA	OLAS ALT.	DIR. DIR.	VIENTO VEL TIP.	NUBES CANT.			
1	97 8	15 24	0 23 40.0	70 26.0	03	297	85 A06	568	2	9	1	20	79	5	18.56	34.99	8.0	17.5	16.5	0	17	0	0	0
2	97 8	16 0	55 23 40.0	70 30.0	03	297	143 A06	671	2	13	1	48	100	8	17.99	35.00	8.0	17.5	16.5	0	17	0	0	0
3	97 8	16 2	0 23 40.0	70 35.0	03	297	455 A06	648	2	10	2	8	100	12	18.47	35.09	8.5	17.5	16.0	0	17	18	2	0
4	97 8	16 4	4 23 40.0	70 41.1	03	297	2421 A06	895	2	16	2	13	100	10	18.49	35.11	7.0	17.5	16.5	0	1	4	0	0
5	97 8	16 7	40 23 40.0	71 8.1	03	297	3000 A06	801	1	97	2	18	100	19	18.54	34.99	7.0	19.5	18.0	0	23	23	5	3
6	97 8	16 12	40 23 40.0	71 40.8	03	297	5000 A06	686	2	9	2	1	100	15	17.54	35.00	7.5	20.0	17.0	3	33	32	6	4
7	97 8	16 18	0 23 40.0	72 13.2	03	297	4000 A06	790	2	8	2	23	100	26	17.51	35.09	7.0	20.0	17.0	3	34	35	7	1
8	97 8	17 7	15 22 20.0	72 2.1	03	297	3000 A06	898	2	7	2	36	100	28	19.48	35.07	9.2	19.0	18.5	2	35	35	7	1
9	97 8	17 12	20 22 20.0	71 30.6	03	297	5000 A06	844	1	37	2	5	100	22	19.25	35.13	9.0	19.0	18.5	2	32	34	6	9
10	97 8	17 17	15 22 20.0	70 57.8	03	297	5000 A06	641	1	54	1	31	100	12	19.24	34.74	9.0	21.0	19.0	3	32	33	4	0
11	97 8	17 20	25 22 20.0	70 36.5	03	297	1255 A06	738	2	26	1	50	100	26	19.42	34.76	10.0	19.5	18.5	0	23	23	3	0
12	97 8	17 22	30 22 20.0	70 25.8	03	297	877 A06	762	2	46	2	45	100	20	19.38	35.23	10.5	19.5	19.0	0	22	22	4	0
13	97 8	18 1	3 22 20.0	70 20.0	03	297	412 A06	720	2	23	1	37	100	10	19.57	35.20	10.5	19.0	16.0	0	18	18	4	0
14	97 8	18 2	50 22 20.0	70 16.6	03	297	116 A06	688	2	12	2	26	100	17	19.62	35.18	9.5	19.0	16.0	0	18	18	5	0
15	97 8	18 14	10 21 0.0	70 11.4	03	297	76 A06	751	1	57	1	37	70	37	19.48	35.17	9.5	22.5	21.0	1	19	19	6	0
16	97 8	18 15	20 21 0.0	70 15.0	03	297	92 A06	540	1	35	1	22	85	12	20.55	35.16	9.5	22.5	21.0	1	19	19	6	0
17	97 8	18 16	41 21 0.0	70 21.0	03	297	108 A06	698	2	19	1	49	100	13	20.51	35.21	8.5	22.0	20.0	1	18	18	5	0
18	97 8	18 18	30 21 0.0	70 31.0	03	297	815 A06	779	2	22	2	11	100	21	20.42	35.21	9.5	19.5	18.5	1	23	23	7	0
19	97 8	18 22	15 21 0.0	70 52.0	03	297	3000 A06	711	2	50	3	10	100	13	19.79	35.11	11.2	19.0	18.5	1	23	23	6	8
20	97 8	19 3	36 21 0.0	71 24.5	03	297	5000 A06	1135	3	8	2	48	100	27	19.73	35.25	11.0	18.5	18.0	0	18	17	8	9
21	97 8	20 10	0 18 25.0	70 21.1	03	297	17 A06	212	0	33	0	18	11	16	18.98	35.21	10.5	20.5	20.0	2	22	22	6	9
22	97 8	20 10	55 18 25.0	70 25.0	03	297	67 A06	610	1	23	1	30	62	22	19.31	35.20	10.8	19.5	19.0	3	20	20	7	9
23	97 8	20 12	8 18 25.0	70 30.0	03	297	110 A06	842	2	20	2	12	100	35	19.60	35.09	10.6	20.0	19.0	3	18	18	7	9
24	97 8	20 14	14 18 25.0	70 40.5	03	297	675 A06	1092	2	34	3	17	100	26	19.96	35.18	9.0	20.0	19.0	3	19	20	7	7
25	97 8	20 18	0 18 25.0	71 1.5	03	297	960 A06	862	2	45	2	22	100	29	20.12	35.12	7.9	19.5	18.5	3	19	19	7	9
26	97 8	20 23	15 18 25.0	71 33.0	03	297	2037 A06	945	2	53	2	56	100	7	19.95	35.19	10.2	19.0	18.0	3	20	20	6	9
27	97 8	21 4	30 18 25.0	72 4.5	03	297	5000 A06	741	2	45	1	54	100	13	19.77	35.18	9.8	18.0	16.0	1	14	14	6	9
28	97 8	21 16	20 19 40.0	71 56.0	03	297	4000 A06	789	2	14	1	46	100	18	19.80	35.21	9.5	19.0	17.0	4	17	17	7	9
29	97 8	21 21	30 19 40.0	71 24.5	03	297	4000 A06	764	2	39	2	24	100	8	19.85	35.26	12.0	18.5	17.5	2	17	17	5	9
30	97 8	22 2	33 19 40.0	70 52.5	03	297	231 A06	709	3	1	3	1	100	11	19.58	35.28	11.0	19.0	17.5	0	0	0	2	9
31	97 8	22 6	10 19 40.0	70 31.5	03	297	805 A06	820	3	21	3	1	100	4	19.76	35.26	9.2	19.5	18.5	0	0	18	5	9
32	97 8	22 8	30 19 40.0	70 21.0	03	297	654 A06	709	2	6	1	50	100	9	19.48	35.21	11.1	19.5	18.5	1	19	19	5	9
33	97 8	22 10	0 19 40.0	70 15.8	03	297	225 A06	824	2	27	2	40	100	31	18.41	35.21	11.5	20.5	19.5	3	18	18	6	9
34	97 8	22 11	20 19 40.0	70 11.5	03	297	80 A06	610	1	45	1	46	75	18	18.37	35.20	11.2	22.0	20.5	2	19	19	4	9
M308-Mejillones	97 8	15 14	50 23 1.0	70 22.0	03	297	69 A06	379	1	1	1	11	64	35	19.18	35.11	6.8	19.5	16.5	0	31	27	0	6
M208-Iquique	97 8	20 16	0 20 11.0	70 11.0	03	297	92 A06	752	1	54	1	38	85	7	18.56	35.24	11.0	19.5	19.0	3	18	16	0	9
M108-Arica	97 8	20 8	50 18 28.3	70 23.3	03	297	62 A06	528	1	53	1	29	55	17	19.25	35.24	10.2	20.0	19.5	3	22	22	11	6

Tabla 3
 Bitácora de estaciones bio-oceanográficas y registro de datos meteorológicos
 Crucero MONOR 9712 PRIMAVERA 1997 408(4)97CP

N° EST	FECHA		HORA		LATITUD		LONGITUD		RED CÓDIGO	MALLA	RED	PROF. ECOS. COD.	FLUJÓMETRO N°FIN.	CALADO MINSEG	VIRADO MIN SEG ARR.	CABLE ARR. ANG.	TEMP(C) 0m	SALINI. 0m	PRESIÓN ATMOSF. 0m	TEMP-AIRE SECA	TEMP-AIRE HUMEDA	OLAS ALT. DIR.	VIENTO DIR. VEL TÍP. CANT.	NUBES						
	AA	MM	DD	HH	MM	GR	MIN	GR																						
1	97	12	13	2	8	23	40.0	70	26.0	03	297	100 A09	782	1	56	1	41	95	11	22.02	35.129	6.8	21.0	20.0	2	20	20	10	6	4
2	97	12	13	3	24	23	40.0	70	30.2	03	297	145 A09	838	2	7	1	56	100	9	21.43	35.080	7.0	21.0	20.0	2	20	20	10	6	4
3	97	12	13	4	40	23	40.0	70	35.7	03	297	481 A09	852	2	35	2	5	100	11	20.24	35.080	7.0	20.0	19.0	2	19	19	10	6	4
4	97	12	13	6	47	23	40.0	70	46.6	03	297	1500 A09	843	2	14	2	9	100	24	21.22	35.174	7.0	21.5	20.5	2	20	19	13	6	8
5	97	12	13	10	20	23	40.0	71	8.1	03	297	2000 A09	915	2	17	2	22	100	16	22.54	35.342	8.0	22.0	20.5	2	20	20	14	6	8
6	97	12	13	15	43	23	40.0	71	40.8	03	297	5000 A09	903	1	50	1	55	100	23	22.28	35.410	7.0	21.5	20.0	3	19	20	14	6	4
7	97	12	13	20	41	23	40.0	72	13.2	03	297	5000 A09	814	1	53	2	12	100	5	23.07	35.432	8.2	20.5	19.5	3	19	20	13	6	8
8	97	12	14	8	54	22	20.0	72	2.0	03	297	4000 A09	712	1	54	1	57	100	2	22.18	35.421	9.6	21.0	19.0	1	14	00	00	6	5
9	97	12	14	13	48	22	20.0	71	30.5	03	297	5000 A09	715	1	58	1	54	100	7	21.90	35.471	8.0	25.0	23.0	1	16	18	10	6	3
10	97	12	14	18	54	22	20.0	70	57.5	03	297	4000 A09	770	2	1	1	57	100	10	22.31	35.426	5.2	23.5	22.5	1	16	18	12	0	0
11	97	12	14	22	57	22	20.0	70	36.5	03	297	1252 A09	775	2	5	1	50	100	10	23.18	35.440	7.5	22.5	21.5	1	16	18	09	6	3
12	97	12	15	1	8	22	20.0	70	25.9	03	297	888 A09	850	1	57	1	55	100	13	23.38	35.470	8.0	22.0	21.0	1	19	18	06	6	7
13	97	12	15	2	49	22	20.0	70	20.3	03	297	360 A09	740	2	19	2	5	100	17	23.35	35.408	8.0	22.0	21.0	1	19	18	06	6	6
14	97	12	15	4	0	22	20.0	70	16.3	03	297	110 A09	670	2	9	2	2	100	6	22.73	35.429	7.0	20.0	19.0	0	00	00	00	6	6
15	97	12	15	15	59	21	0.0	70	11.4	03	297	75 A09	522	1	20	1	15	70	20	21.39	35.346	5.9	25.5	23.5	1	18	18	08	7	1
16	97	12	15	16	57	21	0.0	70	15.2	03	297	93 A09	555	1	36	1	52	85	9	20.70	35.050	5.0	26.0	24.0	1	18	18	00	7	1
17	97	12	15	18	15	21	0.0	70	21.3	03	297	110 A09	668	2	9	1	59	100	17	21.39	35.197	5.2	23.0	22.0	1	18	18	11	0	0
18	97	12	15	19	58	21	0.0	70	30.3	03	297	758 A09	670	1	42	1	50	100	7	21.74	35.208	6.2	22.0	21.0	1	18	18	00	6	6
19	97	12	15	23	23	21	0.0	70	52.0	03	297	2000 A09	725	2	19	1	54	100	18	21.77	35.287	8.2	21.5	20.5	1	16	16	00	6	4
20	97	12	16	4	14	21	0.0	71	24.5	03	297	6000 A09	668	2	21	1	57	100	0	23.45	35.492	7.5	22.0	20.0	0	00	00	00	6	6
21	97	12	16	9	15	21	0.0	71	55.6	03	297	9000 A09	722	2	16	1	47	100	2	23.31	35.501	8.5	23.0	21.0	0	00	00	00	6	4
22	97	12	17	8	56	19	40.0	70	11.4	03	297	71 A09	452	1	19	1	9	65	1	21.81	35.300	8.9	23.0	22.5	0	00	18	02	6	6
23	97	12	17	10	0	19	40.0	70	16.0	03	297	233 A09	638	2	29	1	53	100	4	22.15	35.277	8.9	22.5	22.5	1	18	17	00	6	4
24	97	12	17	11	40	19	40.0	70	21.0	03	297	655 A09	620	1	51	2	11	100	7	23.20	35.290	8.5	24.0	23.0	1	19	19	04	0	0
25	97	12	17	14	0	19	40.0	70	31.4	03	297	802 A09	580	2	10	2	6	100	10	23.57	35.279	8.0	25.0	22.5	1	19	19	00	7	1
26	97	12	17	18	13	19	40.0	70	52.5	03	297	2000 A09	650	2	5	2	5	100	10	24.08	35.370	6.0	24.5	23.0	1	16	16	09	0	0
27	97	12	17	23	20	19	40.0	71	24.5	03	297	4000 A09	750	2	45	2	40	100	15	23.95	35.460	7.1	23.0	22.5	1	15	15	11	0	0
28	97	12	18	4	15	19	40.0	71	56.0	03	297	5000 A09	723	2	24	1	54	100	17	23.73	35.347	4.5	23.0	22.0	1	14	14	11	0	0
29	97	12	18	15	37	18	25.0	72	4.5	03	297	5000 A09	662	1	58	2	11	100	7	23.24	35.363	4.5	28.5	26.0	1	20	19	10	6	6
30	97	12	18	20	30	18	25.0	71	33.0	03	297	2000 A09	820	1	40	2	6	100	1	23.62	35.385	6.9	24.5	22.5	1	18	18	11	6	8
31	97	12	19	1	21	18	25.0	71	1.6	03	297	943 A09	640	2	5	1	56	100	5	23.81	35.454	8.5	24.0	22.0	0	18	16	09	6	8
32	97	12	19	5	2	18	25.0	70	40.5	03	297	630 A09	665	2	21	1	46	100	10	23.51	35.367	7.5	24.0	22.0	0	00	00	00	6	8
33	97	12	19	7	15	18	25.0	70	30.2	03	297	109 A09	610	2	22	1	59	100	0	23.57	35.384	7.2	23.5	22.0	0	00	00	00	6	8
34	97	12	19	8	28	18	25.0	70	25.0	03	297	67 A09	380	1	4	0	56	60	15	23.08	35.325	7.8	22.5	22.5	0	00	00	00	6	8
35	97	12	19	9	23	18	25.0	70	21.0	03	297	16 A09	80	0	16	0	15	11	14	22.78	35.258	8.0	24.5	23.0	0	00	00	00	6	8
M312-Mejillones	97	12	17	1	49	20	11.0	70	23.9	03	297	97 A09	610	1	25	1	34	90	12	7.0	27.0	24.0	1	21	14	21	6	2	2	
M212-Iquique	97	12	17	1	49	20	11.0	70	12.0	03	297	110 A09	730	2	6	1	59	100	30	9.5	22.5	21.5	0	0	14	3	7	1	4	
M112-Atica	97	12	19	10	32	18	28.1	70	23.5	03	297	62 A09	219	1	21	1	14	58	14	26.0	23.5	26.0	0	18	18	10	7	4	4	

Tabla 4. Categorías por densidad

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

TABLA 5
DENSIDAD PROMEDIO, CONSTANCIA Y DOMINANCIA NUMERICA DE HUEVOS DE PECES. CRUCEROS OTOÑO, INVIERNO Y PRIMAVERA DE 1997
HUEVOS

ESPECIE	ESTACION	NUMERO ESTACIONES POSITIVAS	NUMERO DE HUEVOS	DENSIDAD		CONSTANCIA		DOMINANCIA	
				PROMEDIO ESTACIONES TOTALES	PROMEDIO ESTACIONES POSITIVAS	FRECUENCIA %	FRECUENCIA %	NUMERICA	%
<i>Sardinops sagax</i>	OTOÑO	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	INVIERNO	2	71	2	36	5.9	5.9	0.0	0.0
	PRIMAVERA	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TOTAL	2	71	1	36	1.9	1.9	0.0	0.0
<i>Engraulis ringens</i>	OTOÑO	7	9324	266	1332	20.0	20.0	51.0	51.0
	INVIERNO	15	115122	3386	7675	44.1	44.1	75.9	75.9
	PRIMAVERA	6	143903	4112	23984	17.1	17.1	83.7	83.7
	TOTAL	28	268349	2580	9584	26.9	26.9	78.5	78.5
<i>Trachurus murphyi</i>	OTOÑO	2	215	6	108	5.7	5.7	1.2	1.2
	INVIERNO	5	2452	72	490	14.7	14.7	1.5	1.5
	PRIMAVERA	9	602	17	67	25.7	25.7	0.4	0.4
	TOTAL	16	3269	31	204	15.4	15.4	1.0	1.0
<i>Scomber japonicus</i>	OTOÑO	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	INVIERNO	9	1707	50	190	26.5	26.5	1.1	1.1
	PRIMAVERA	7	722	21	103	20.0	20.0	0.4	0.4
	TOTAL	16	2429	23	152	15.4	15.4	0.7	0.7
Otras especies	OTOÑO	35	8758	250	250	100.0	100.0	47.9	47.9
	INVIERNO	30	32266	949	1076	88.2	88.2	21.3	21.3
	PRIMAVERA	35	26623	761	761	100.0	100.0	15.5	15.5
	TOTAL	100	67647	650	676	96.2	96.2	19.8	19.8
Total Huevos	OTOÑO	35	18298	523	523	100.0	100.0	100.0	100.0
	INVIERNO	32	151619	4459	4738	94.1	94.1	100.0	100.0
	PRIMAVERA	35	171851	4910	4910	100.0	100.0	100.0	100.0
	TOTAL	102	341768	3286	3351	98.1	98.1	100.0	100.0

TABLA 6

DENSIDAD PROMEDIO, CONSTANCIA Y DOMINANCIA NUMERICA DE LARVAS DE PECES, CRUCEROS OTOÑO, INVIERNO Y PRIMAVERA DE 1997
LARVAS

ESPECIE	ESTACION	NUMERO ESTACIONES POSITIVAS	NUMERO DE LARVAS	DENSIDAD		CONSTANCIA FRECUENCIA %	DOMINANCIA NUMERICA %
				PROMEDIO ESTACIONES TOTALES	PROMEDIO ESTACIONES POSITIVAS		
<i>Sardinops sagax</i>	OTOÑO	1	33	1	0	2.9	0.1
	INVIERNO	3	353	10	118	8.8	0.4
	PRIMAVERA	4	773	22	193	11.4	0.6
	TOTAL	8	1159	11	145	7.7	0.5
<i>Engraulis ringens</i>	OTOÑO	13	3757	107	289	37.1	15.0
	INVIERNO	34	60517	1780	1780	100.0	74.8
	PRIMAVERA	16	11827	338	739	45.7	9.5
	TOTAL	63	76101	732	1208	60.6	33.1
<i>Trachurus murphyi</i>	OTOÑO	0	0	0	0	0.0	0.0
	INVIERNO	0	0	0	0	0.0	0.0
	PRIMAVERA	2	76	2	38	5.7	0.1
	TOTAL	2	76	1	38	1.9	0.0
<i>Scorpaenopsis</i>	OTOÑO	1	54	2	54	2.9	0.2
	INVIERNO	0	0	0	0	0.0	0.0
	PRIMAVERA	7	441	13	63	20.0	0.4
	TOTAL	8	495	5	62	7.7	0.2
Otras especies	OTOÑO	35	21249	607	607	100.0	84.7
	INVIERNO	33	20078	591	608	97.1	24.8
	PRIMAVERA	35	110923	3169	3169	100.0	89.4
	TOTAL	103	152250	1464	1478	99.0	66.2
Total Larvas	OTOÑO	35	25092	717	717	100.0	100.0
	INVIERNO	34	80947	2381	2381	100.0	100.0
	PRIMAVERA	35	124040	3544	3544	100.0	100.0
	TOTAL	104	230079	2212	2212	100.0	100.0

Tabla 7 Número de estadios tempranos de sardina, anchoveta, jurel y caballa con respecto a la distancia de la costa

CRUCERO MONOR 9705 OTONO 1997

ESPECIE	DC (mn)	1		5		10		20		40		70		100		TOTAL		
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
Sardinops sagax																		
Huevos	33		100.0														33	100.0
Larvas																		
Engraulis ringens																		
Huevos	7732	82.8	1540	16.52	52	0.56											8324	100.0
Larvas	1777	47.3	814	24.33	822	21.88	162	4.31	81	2.16							3756	100.0
Trachurus murphyi																		
Huevos	215		100.0														215	100.0
Larvas																		
Scomber japonicus																		
Huevos																		
Larvas																	54	100.0

CRUCERO MONOR 9708 INVIERNO 1997

Sardinops sagax																		
Huevos	35	48.8	37	51.4													72	100.0
Larvas	242	68.8	73	20.7	37	10.5											352	100.0
Engraulis ringens																		
Huevos	73707	64.0	25536	22.2	4848	4.2	9215	8.0	58	0.1	1759	1.5	0	0.0			115123	100.0
Larvas	23088	38.2	11877	19.3	11889	19.6	7310	12.1	2837	4.9	1151	1.8	2488	4.1			60521	100.0
Trachurus murphyi																		
Huevos	1156	47.1	1188	48.4													2453	100.0
Larvas																		
Scomber japonicus																		
Huevos	797	48.6	453	26.5	218	12.6	30	1.8									1709	100.0
Larvas																		

CRUCERO MONOR 9712 PRIMAVERA 1997

Sardinops sagax																			
Huevos	773																	773	100.0
Larvas																			
Engraulis ringens																			
Huevos	85100	58.1	58328	40.5	475	0.3												143804	100.0
Larvas	7532	63.7	3554	30.0	305	2.5	182	1.5										11828	100.0
Trachurus murphyi																			
Huevos	234	38.8	42	7.0	123	20.4	42	7.0	125	20.7								603	100.0
Larvas	35	46.1			41	53.8												76	100.0
Scomber japonicus																			
Huevos	196	27.1	97	13.4	296	39.6	50	6.9										722	100.0
Larvas	115	26.1	65	14.7	205	46.5												441	100.0

Tabla 8. Biomasa promedio y rangos del zooplancton por crucero.

	MONOR 9705	MONOR 9708	MONOR 9712
N	35	34	35
Mínimo	33	61	63
Máximo	416	534	1331
Promedio	190	197	450
Sd	106	95	319
CV(%)	0.55	0.48	0.71

Tabla 9.- Calibración electroacústica del ecosonda científico EK-500 en el B/C Carlos Porter para la frecuencia de 38 KHz; en los pulsos corto, medio y largo.

Fecha	Lugar	TS-transducer gain			Sv-transducer gain			Obs
		Corto	Medio	Largo	Corto	Medio	Largo	
09.06.92	Mejillones	27.2	28.3	28.4	27.3	28.3	28.3	
07.09.92	Mejillones	27.2	28.2	28.4	27.3	27.9	28.5	
30.07.93	Valparaíso	26.5	27.3	27.4	26.5	27.0	27.4	1
19.08.94	Mejillones	27.4	28.2	28.4	27.3	28.2	28.6	
06.08.95	Mejillones	27.1	28.1	28.3	27.2	28.1	28.4	
01.09.96	Mejillones	27.2	28.2	28.3	27.2	28.2	28.4	
19.03.97	Mejillones	27.2	28.2	28.3	27.2	27.9	28.4	
15.08.97	Mejillones	27.1	28.2	28.3	27.2	27.9	28.4	
12.12.97	Mejillones	27.2	28.2	28.3	27.3	27.9	28.5	

(1) Falla la tarjeta transceiver, se cambia por otra nueva.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FIGURAS

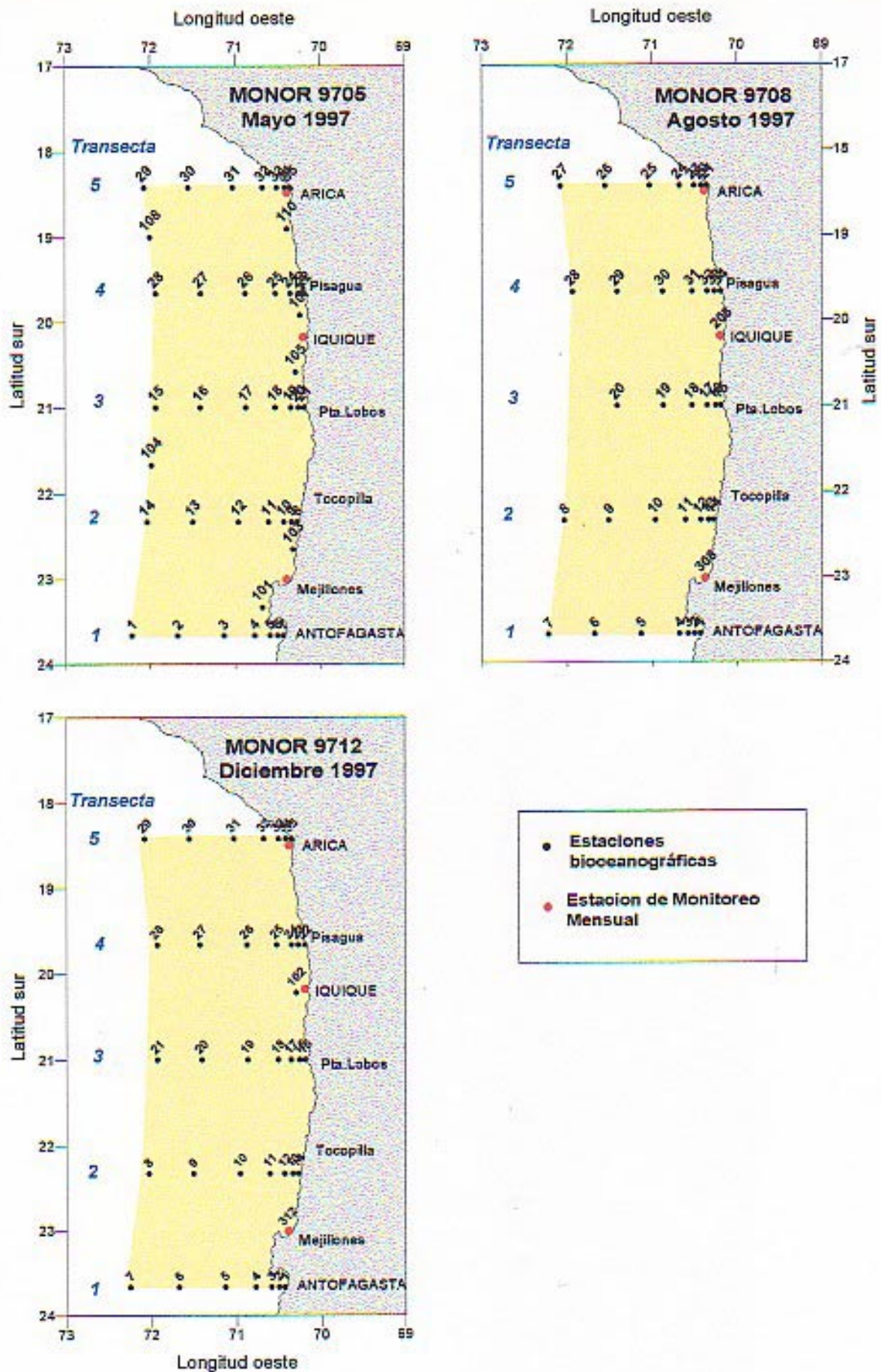
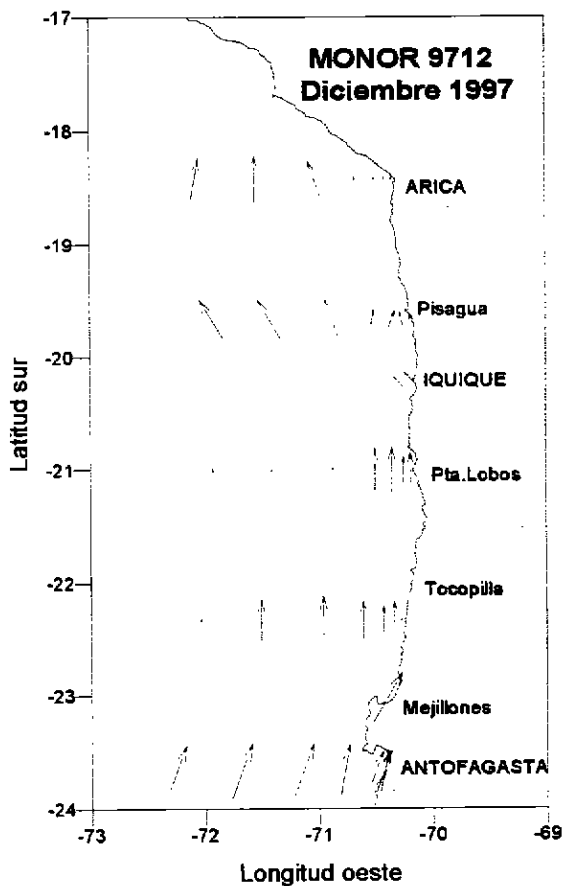
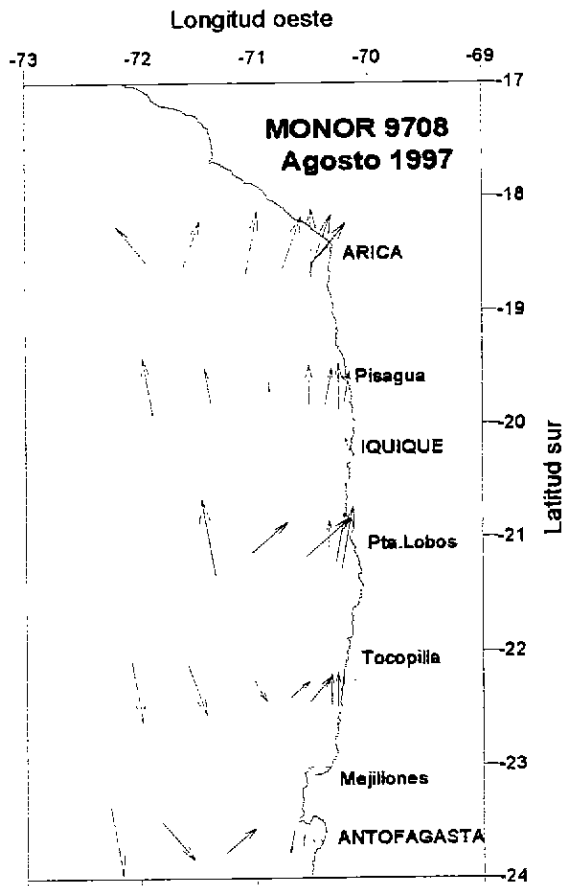
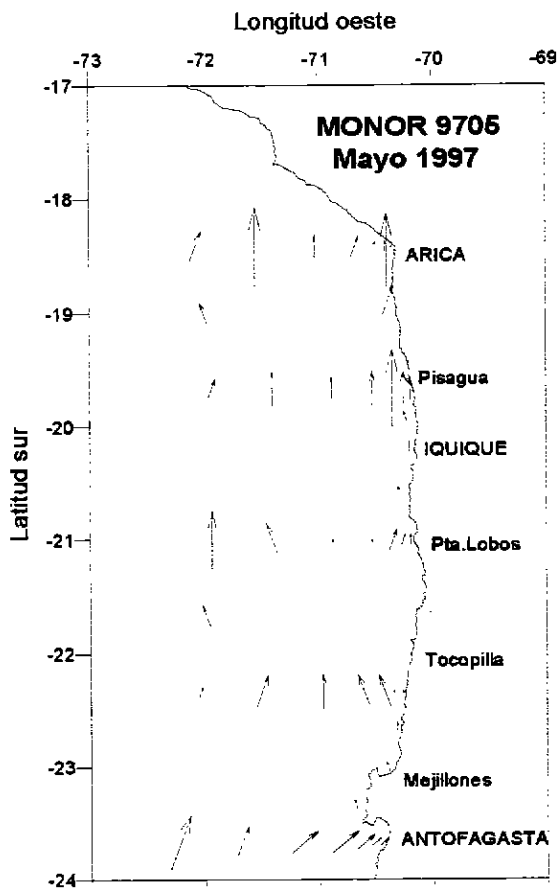


Figura 1.- Localización de las estaciones biooceanográficas. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Viento (m/s)

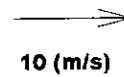
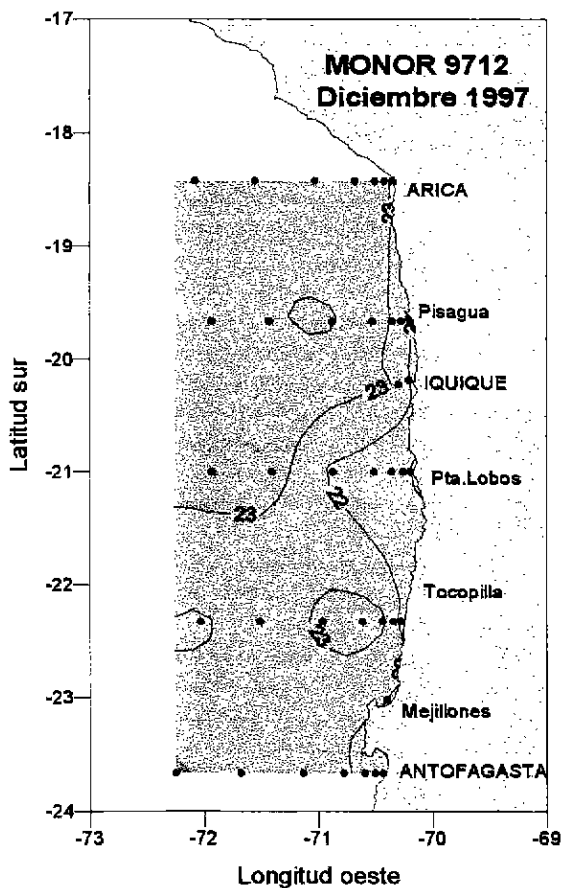
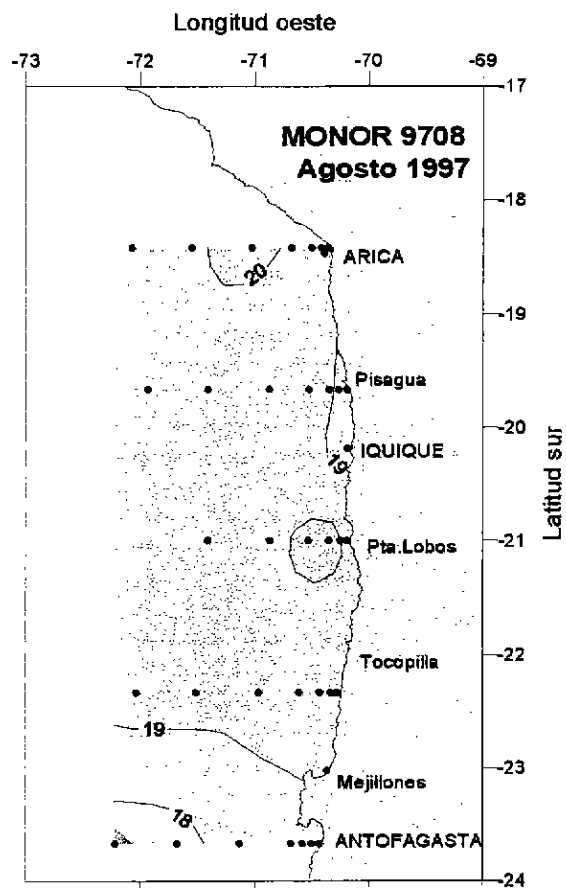
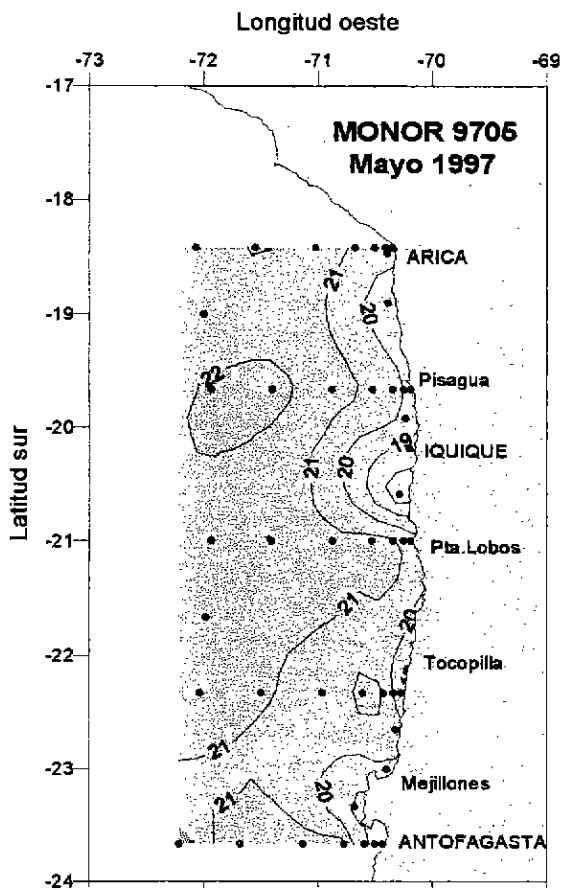
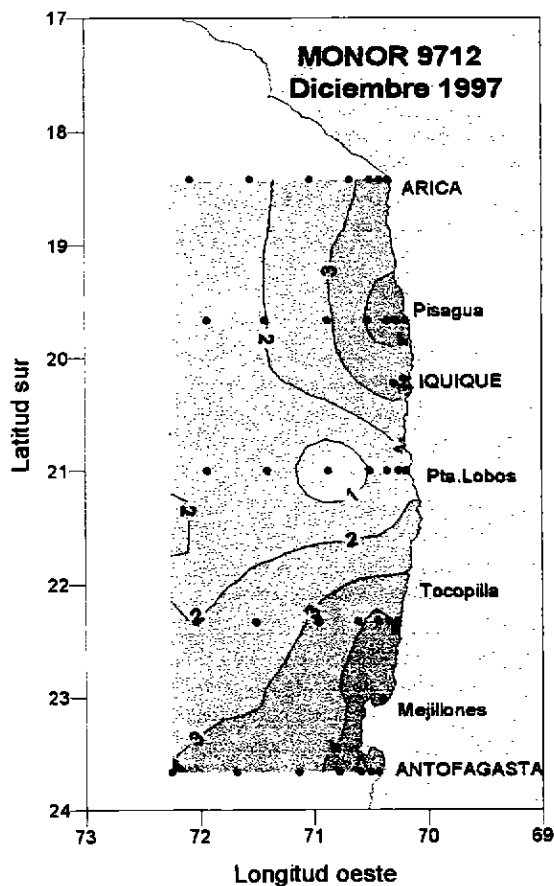
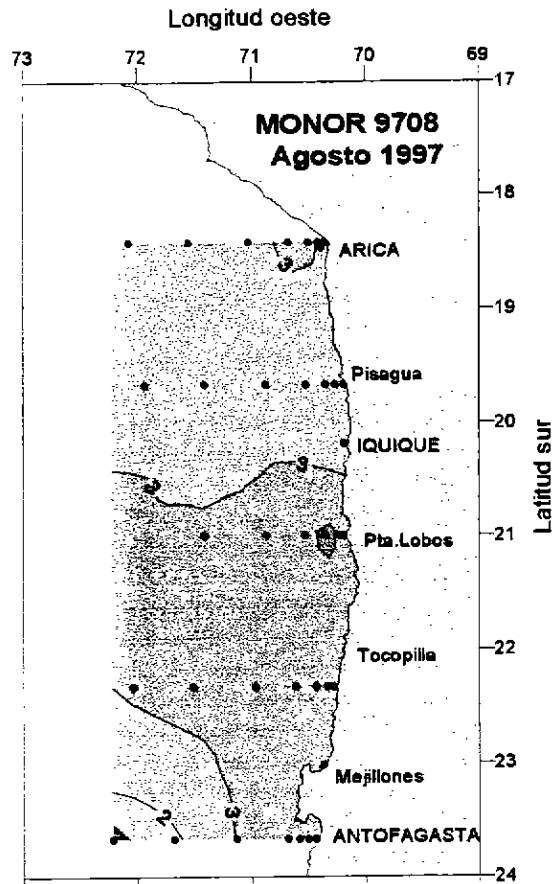
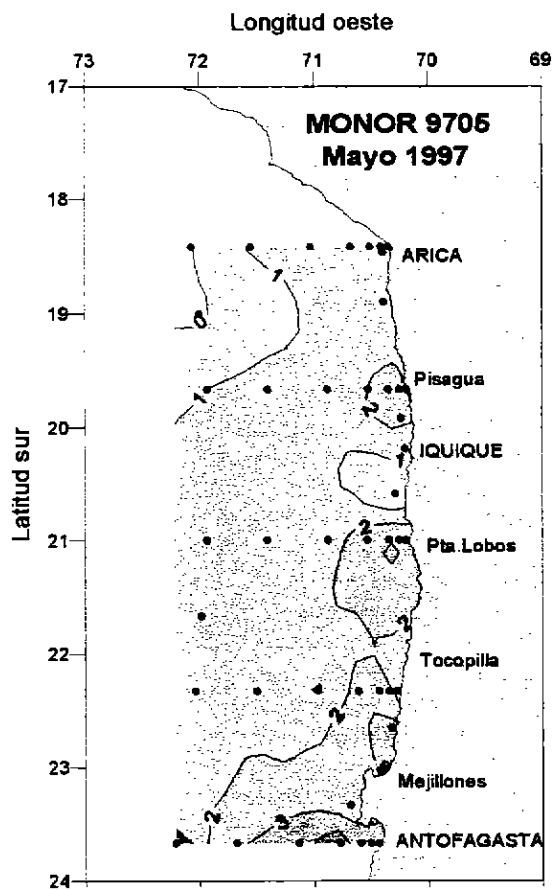


Figura 2.- Dirección e intensidad del viento medido en las estaciones.
Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



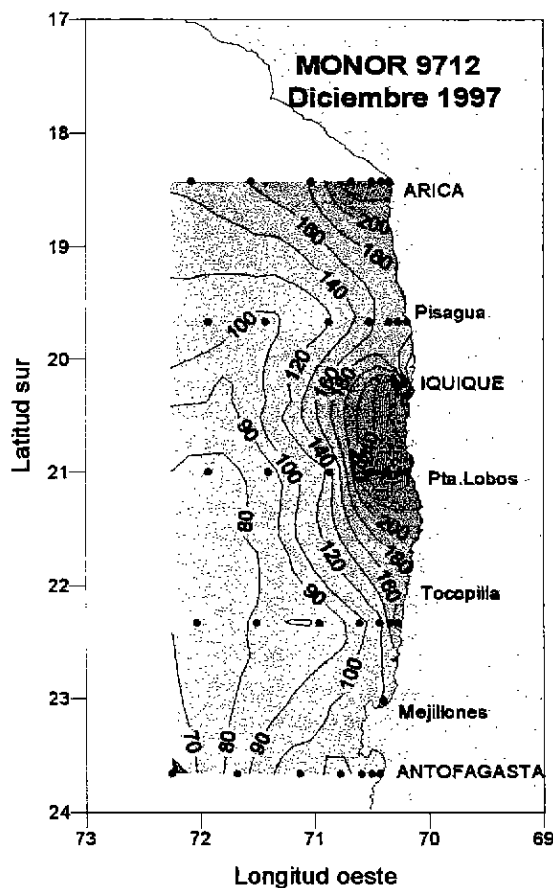
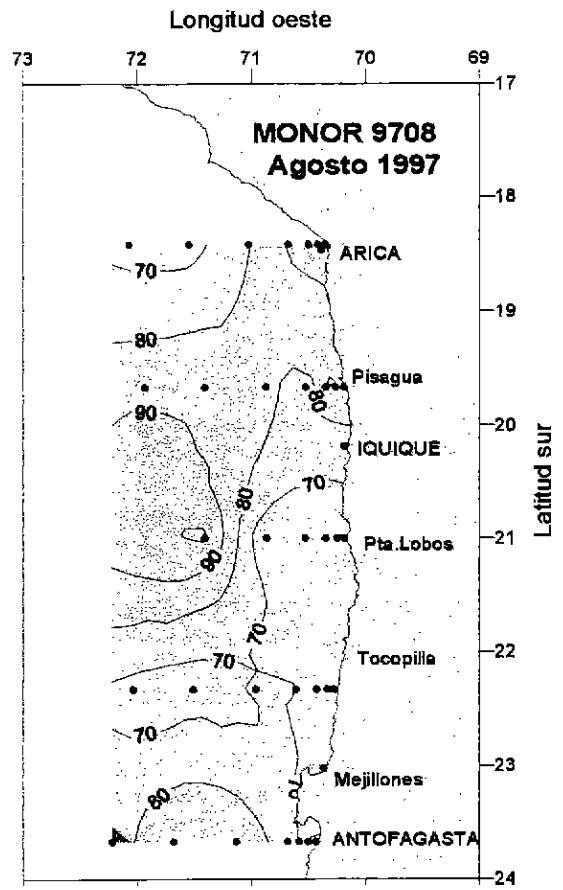
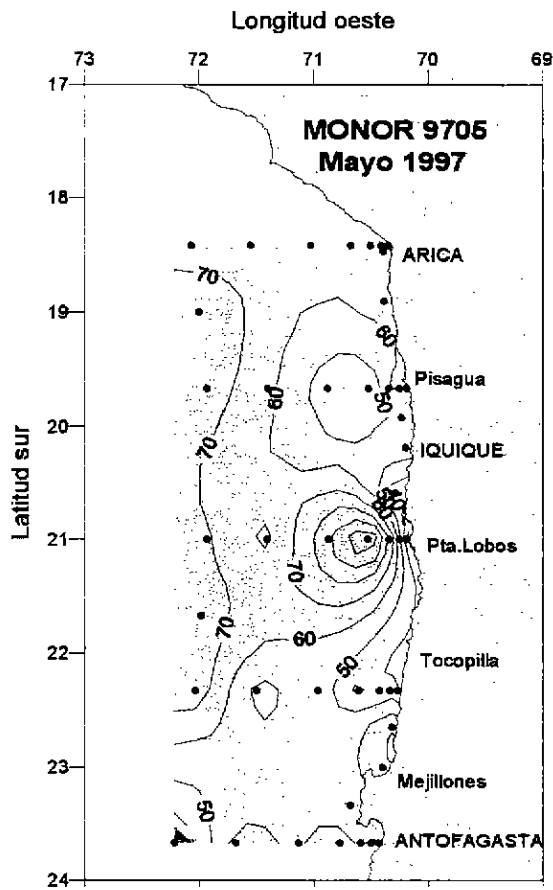
Temperatura superficial
(°C)

Figura 3 .- Distribución superficial de temperatura (°C). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



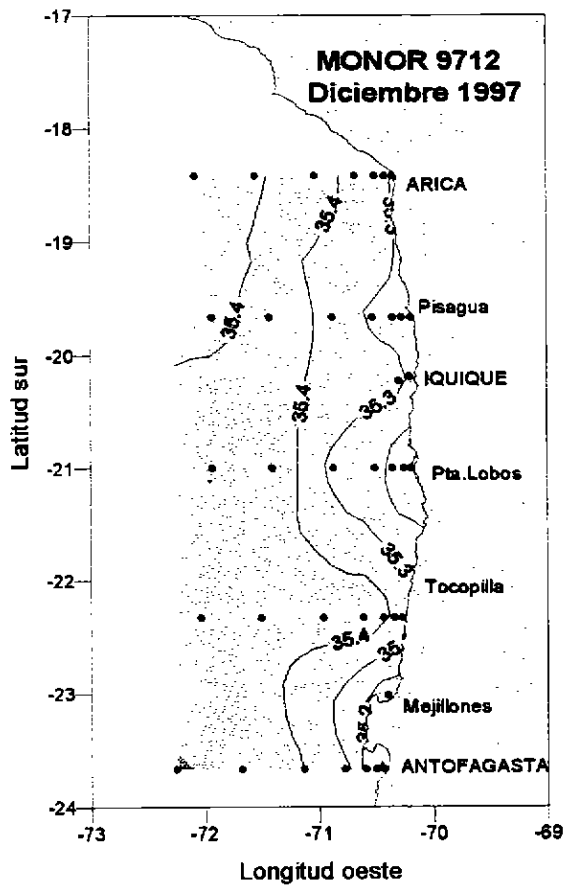
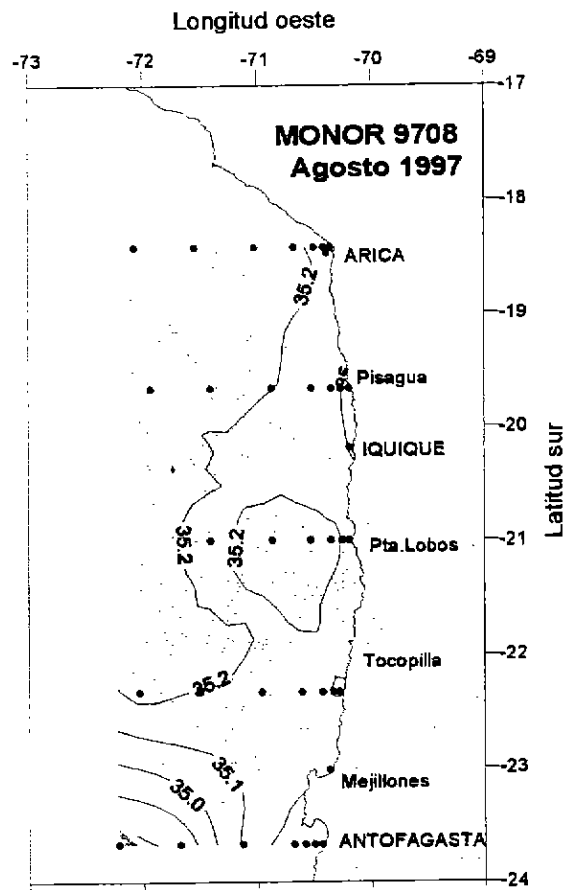
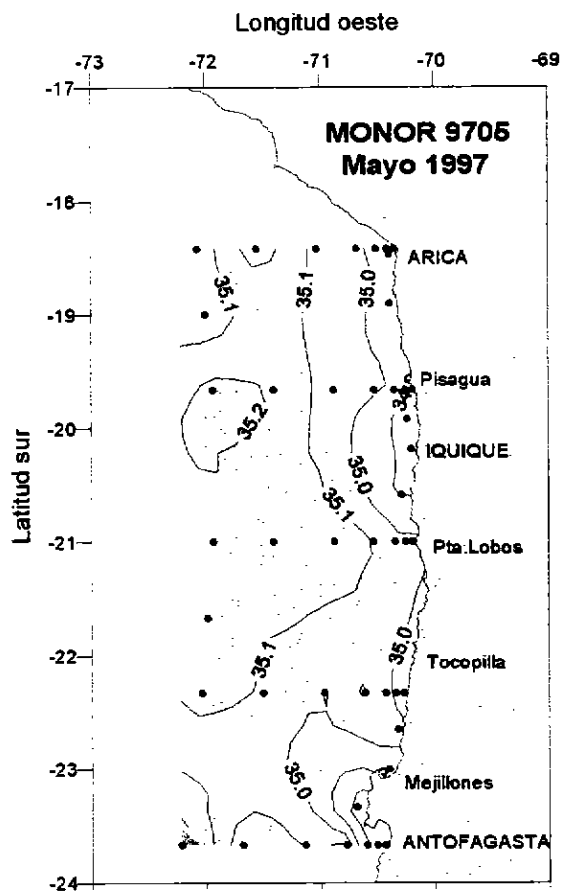
**Anomalia de temperatura
Superficial (°C)**

Figura 4. - Distribución superficial de anomalía de temperatura (°C), respecto a los promedios de largo plazo de Blanco (1996). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



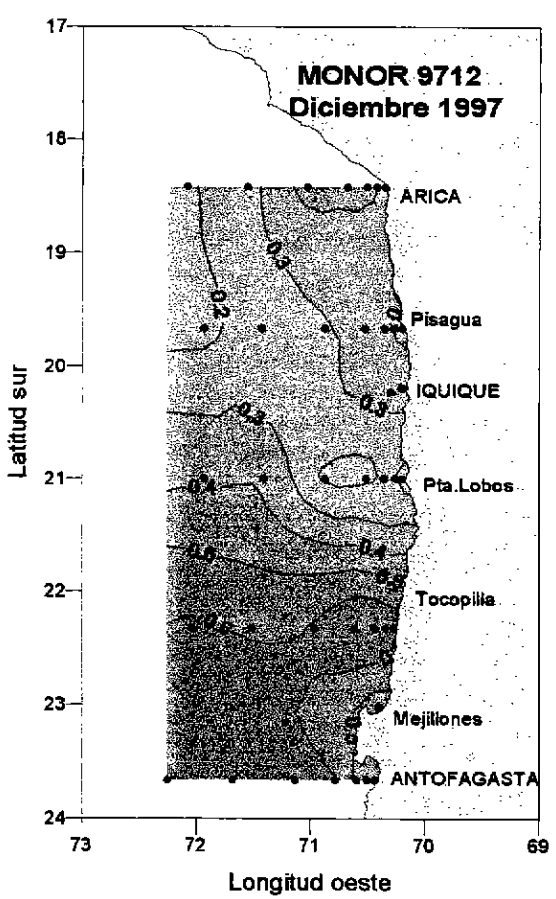
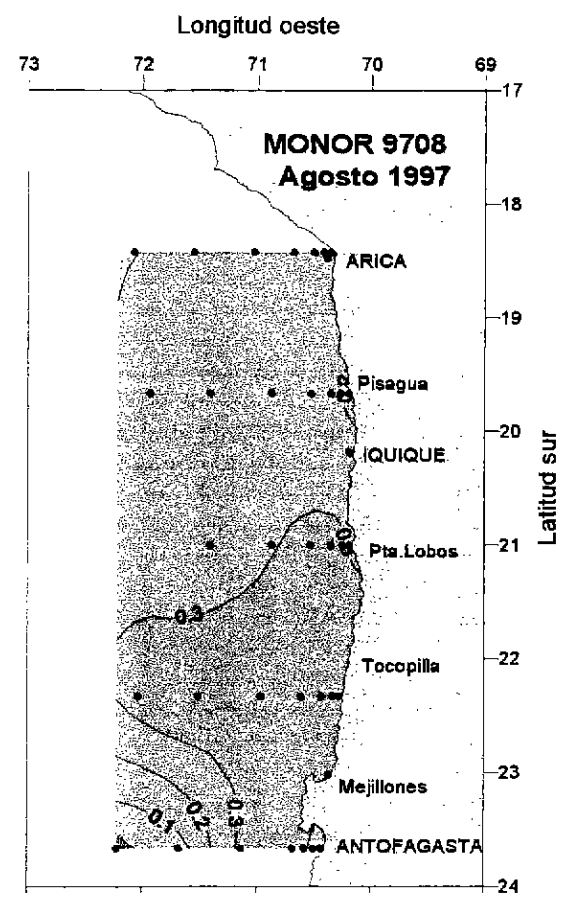
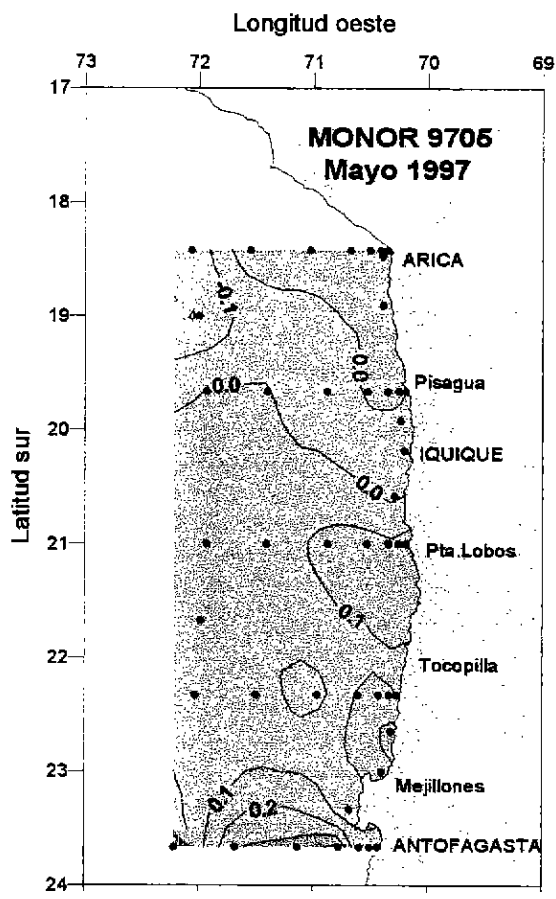
**Profundidad de isoterma
de 15°C (m)**

Figura 5.- Distribución de la profundidad de la isoterma de 15°C (m). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



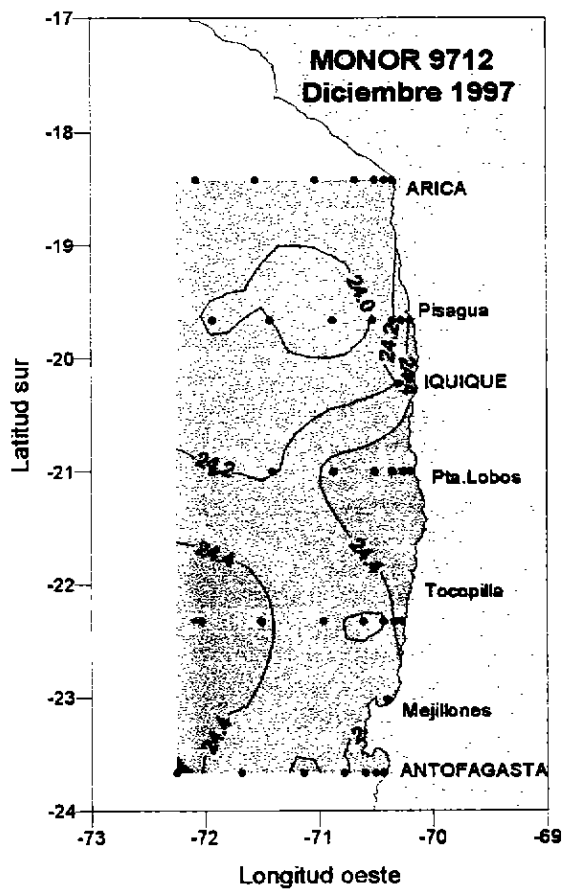
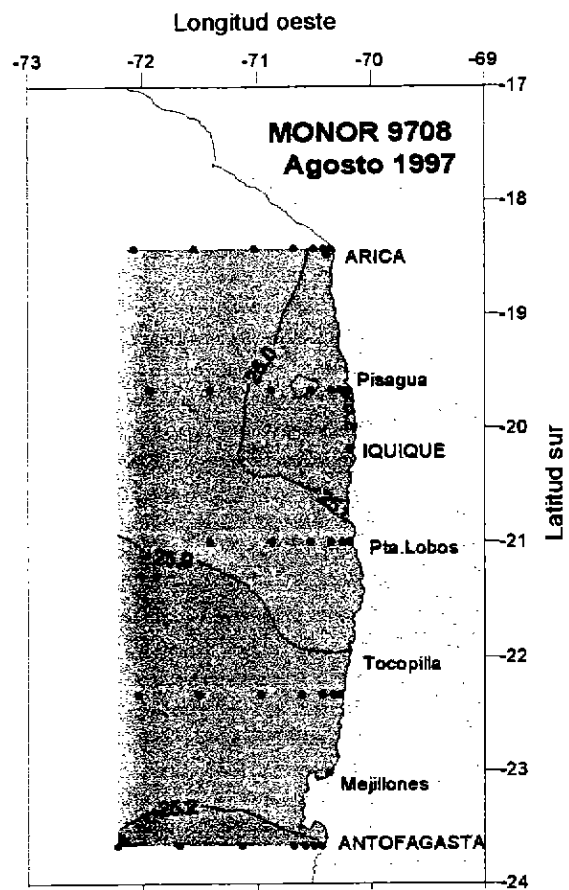
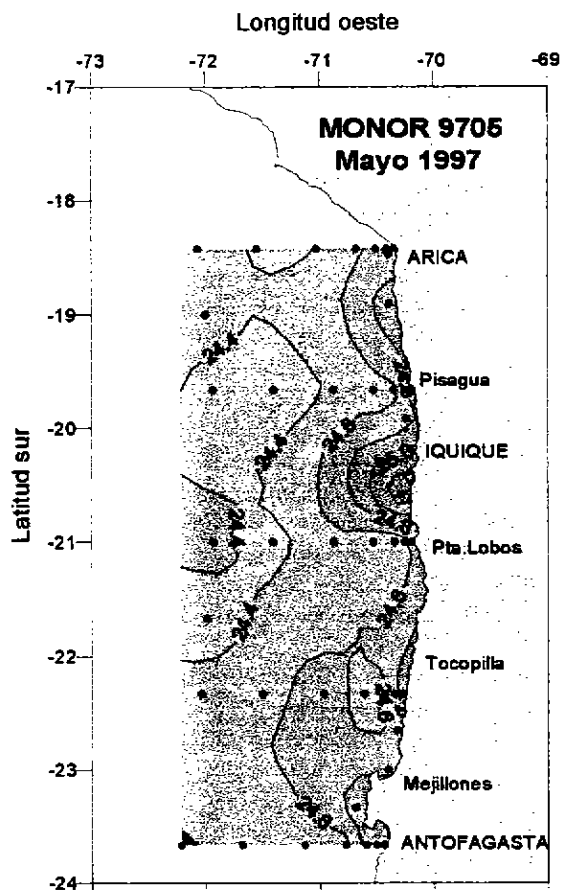
Salinidad superficial
(psu)

Figura 6 . - Distribución superficial de salinidad (psu). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



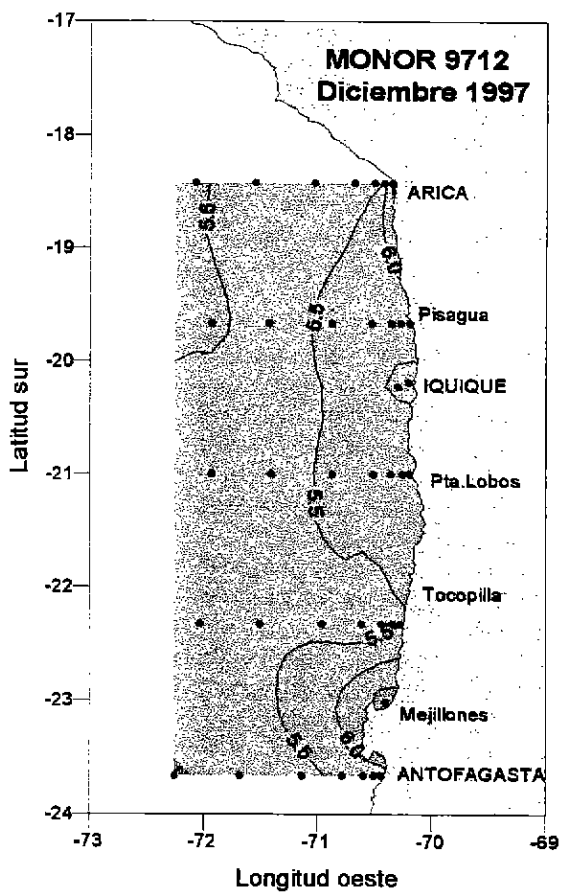
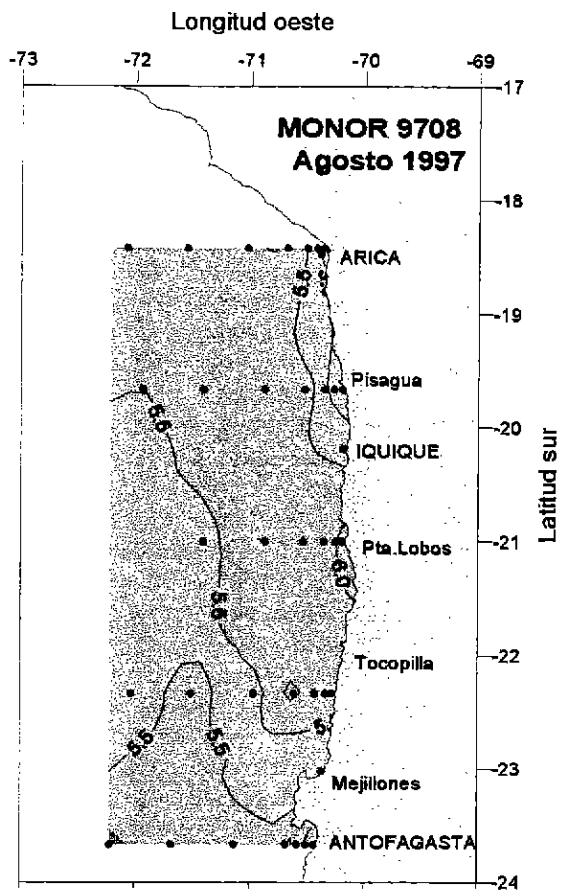
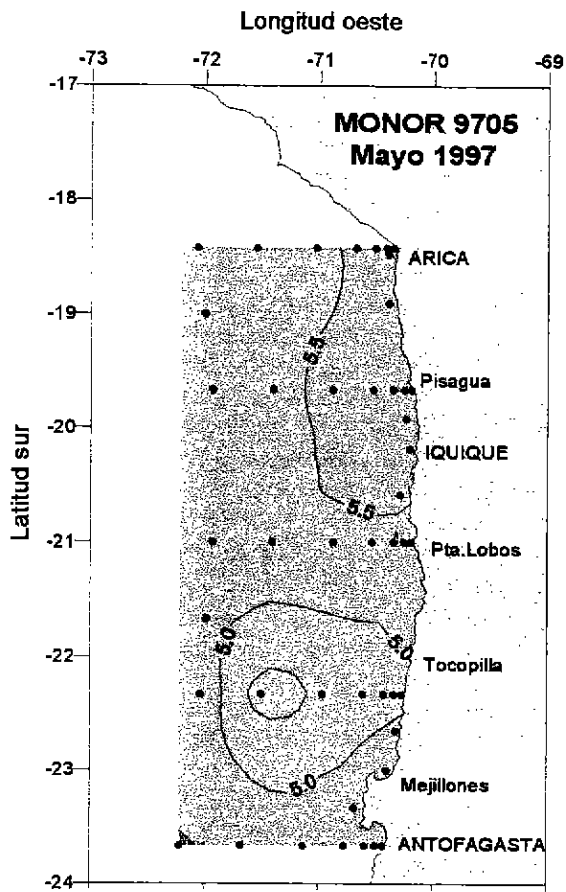
**Anomalia de salinidad
superficial (psu)**

Figura 7.- Distribución superficial de anomalía de salinidad (psu), respecto a los promedios de largo plazo de Blanco (1996). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



**Densidad superficial
(sigma-t)**

Figura 8 .- Distribución superficial de densidad (sigma-t). Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



**Oxígeno superficial
(ml/l)**

Figura 9.- Distribución superficial de concentración de oxígeno disuelto (ml/l).
Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

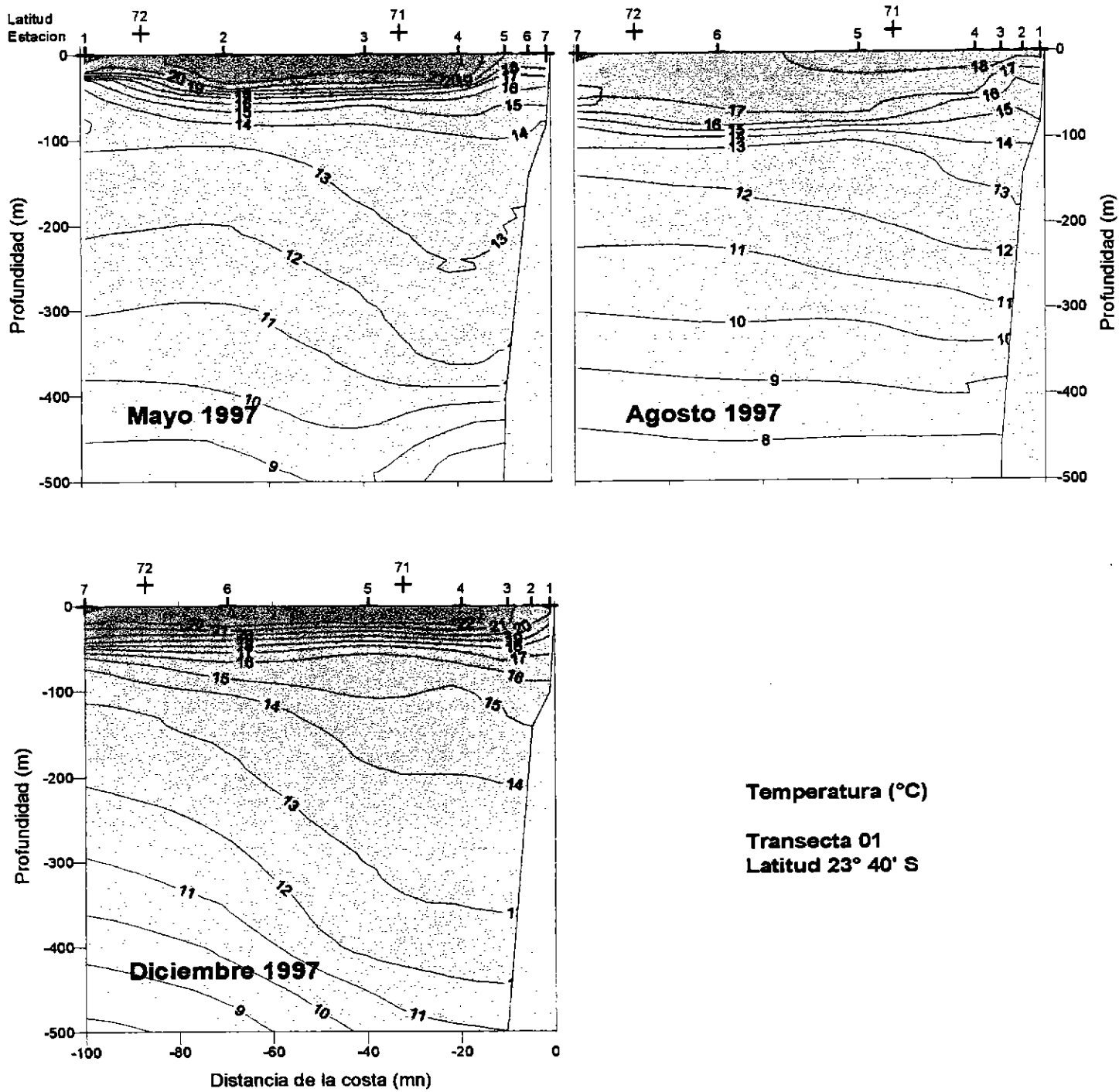


Figura 10.- Distribución vertical de temperatura (°C) en la transecta 1. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

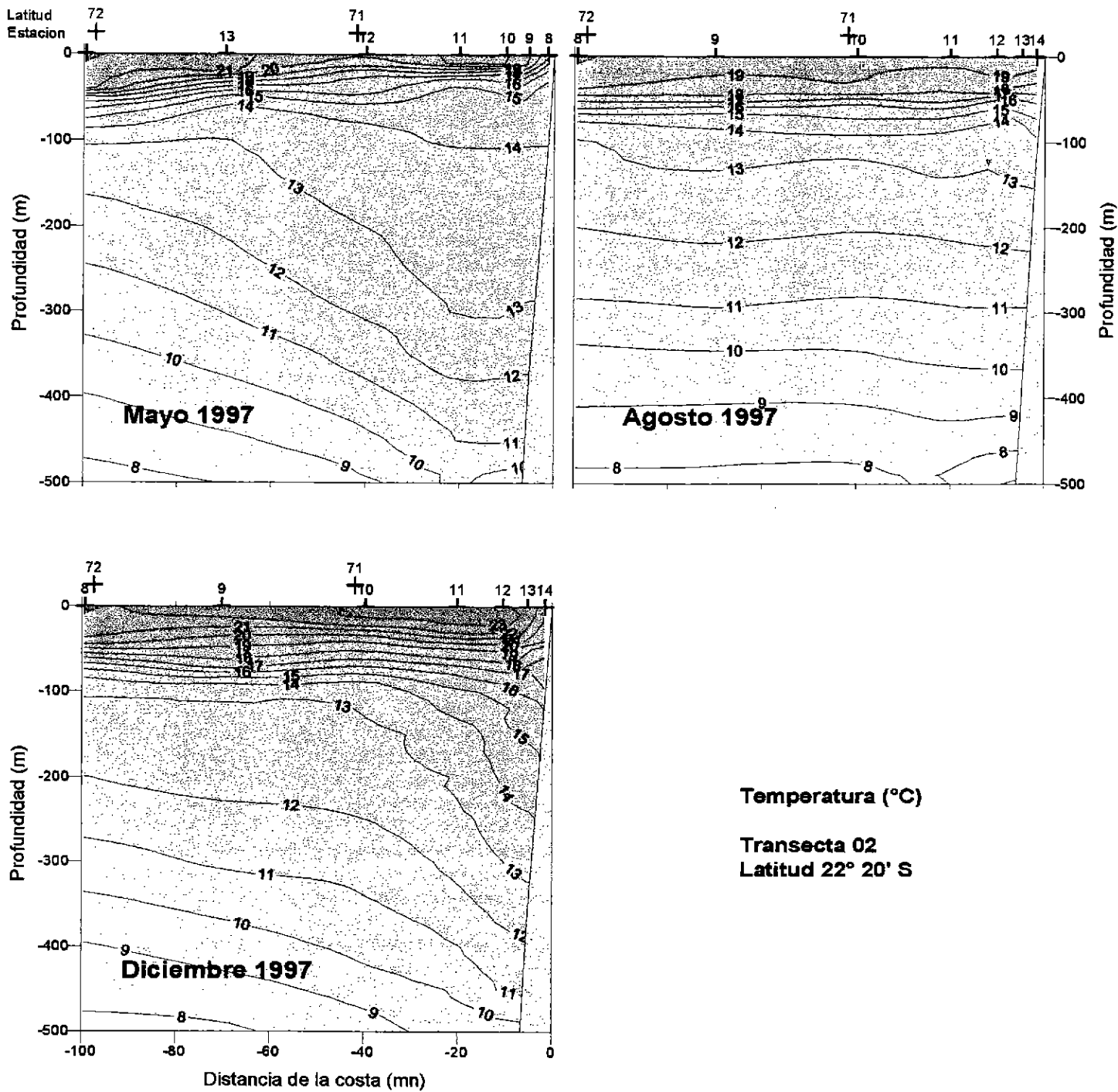
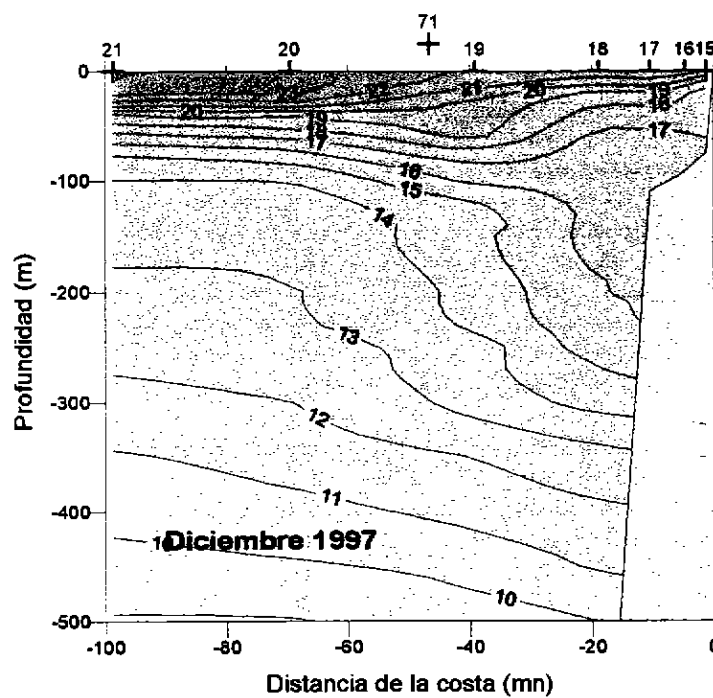
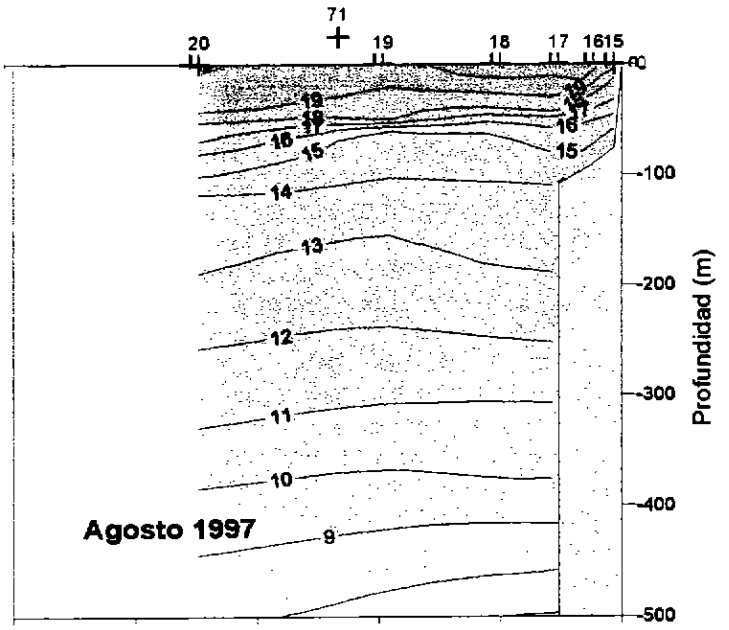
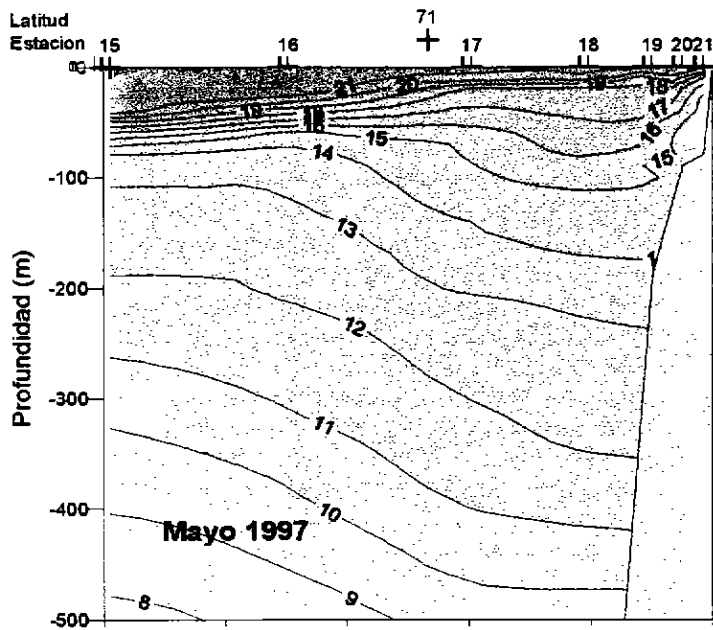


Figura 11.- Distribución vertical de temperatura (°C) en la transecta 2.
Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Temperatura (°C)

Transecta 03
 Latitud 21° 00' S

Figura 12.- Distribución vertical de temperatura (°C) en la transecta 3.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

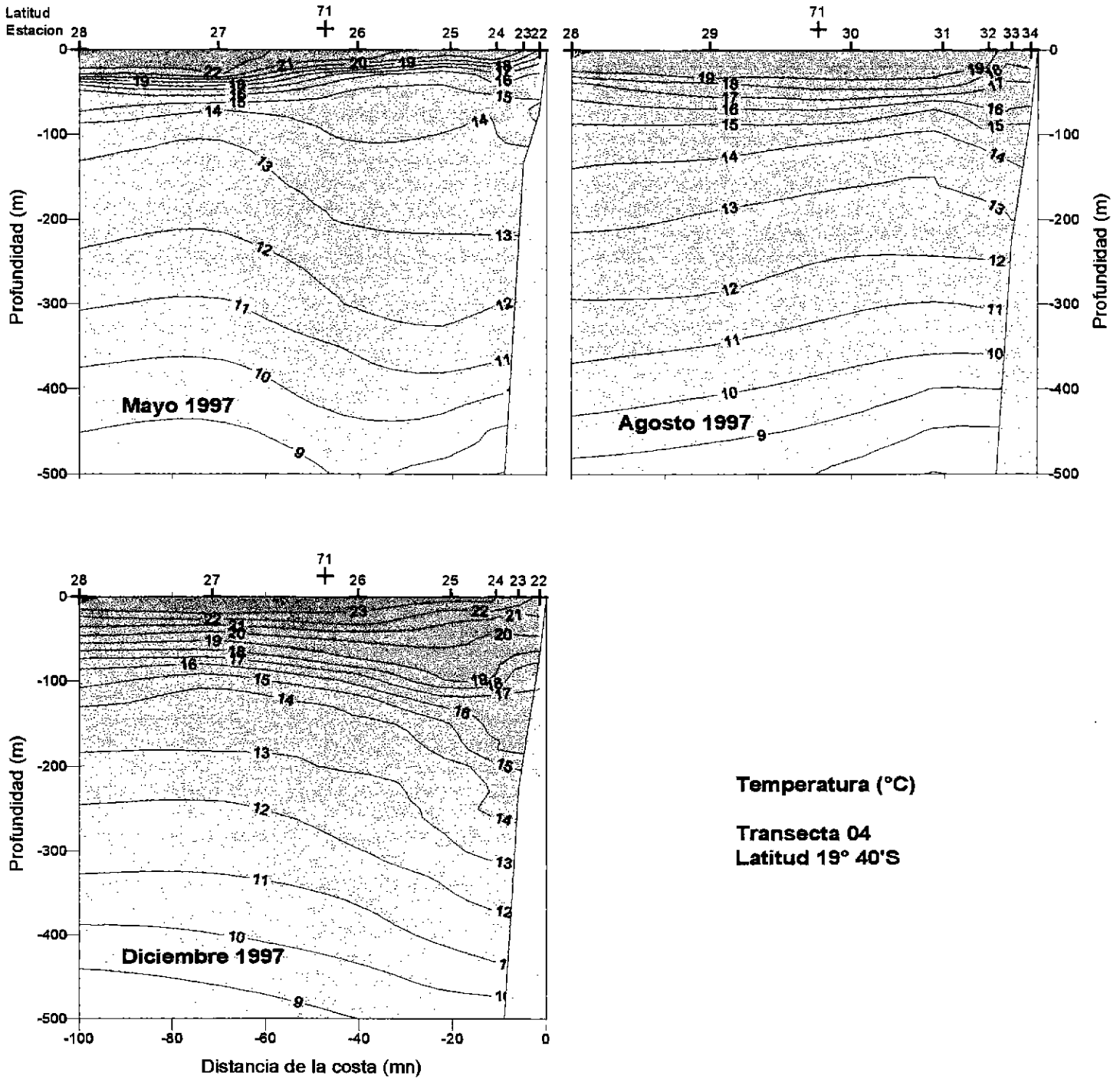


Figura 13.- Distribución vertical de temperatura (°C) en la transecta 4.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

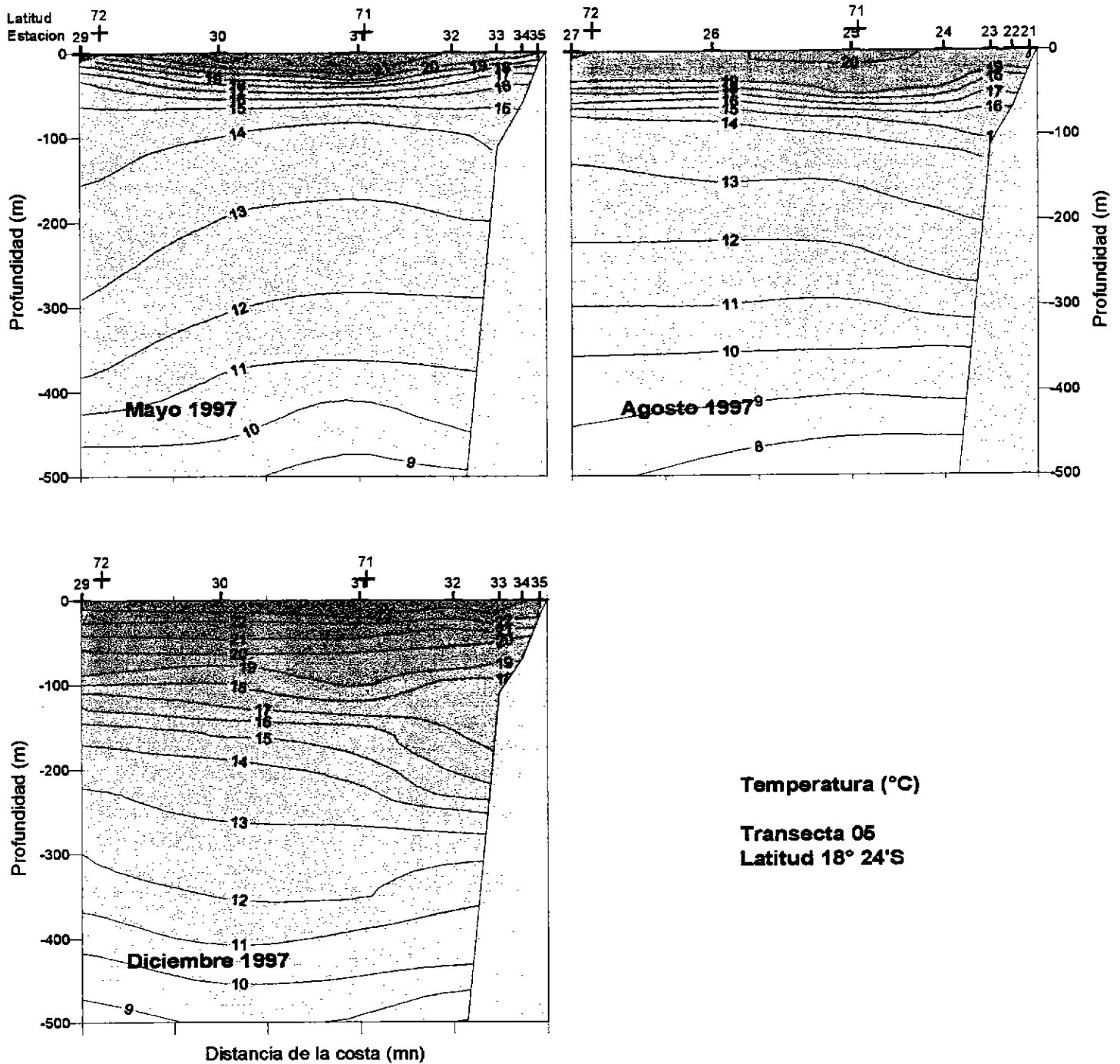
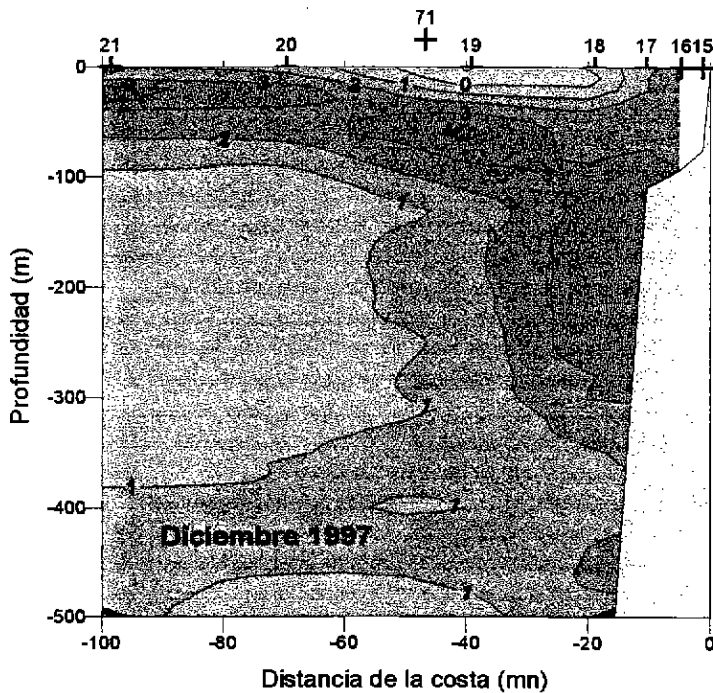
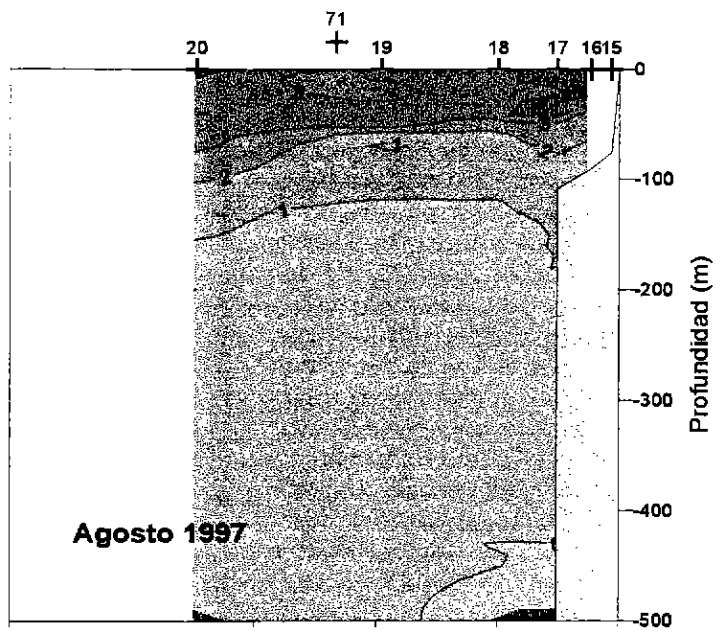
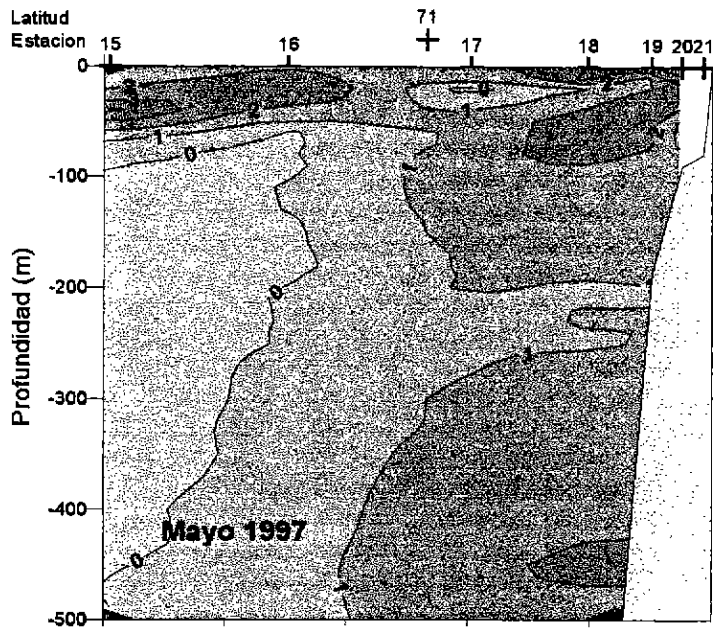


Figura 14.- Distribución vertical de temperatura (°C) en la transecta 5. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Anomalia de Temperatura (°C)

Transecta 03
 Latitud 21° 00' S

Figura 15.- Distribución vertical de anomalía de temperatura (°C) en la transecta 3.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

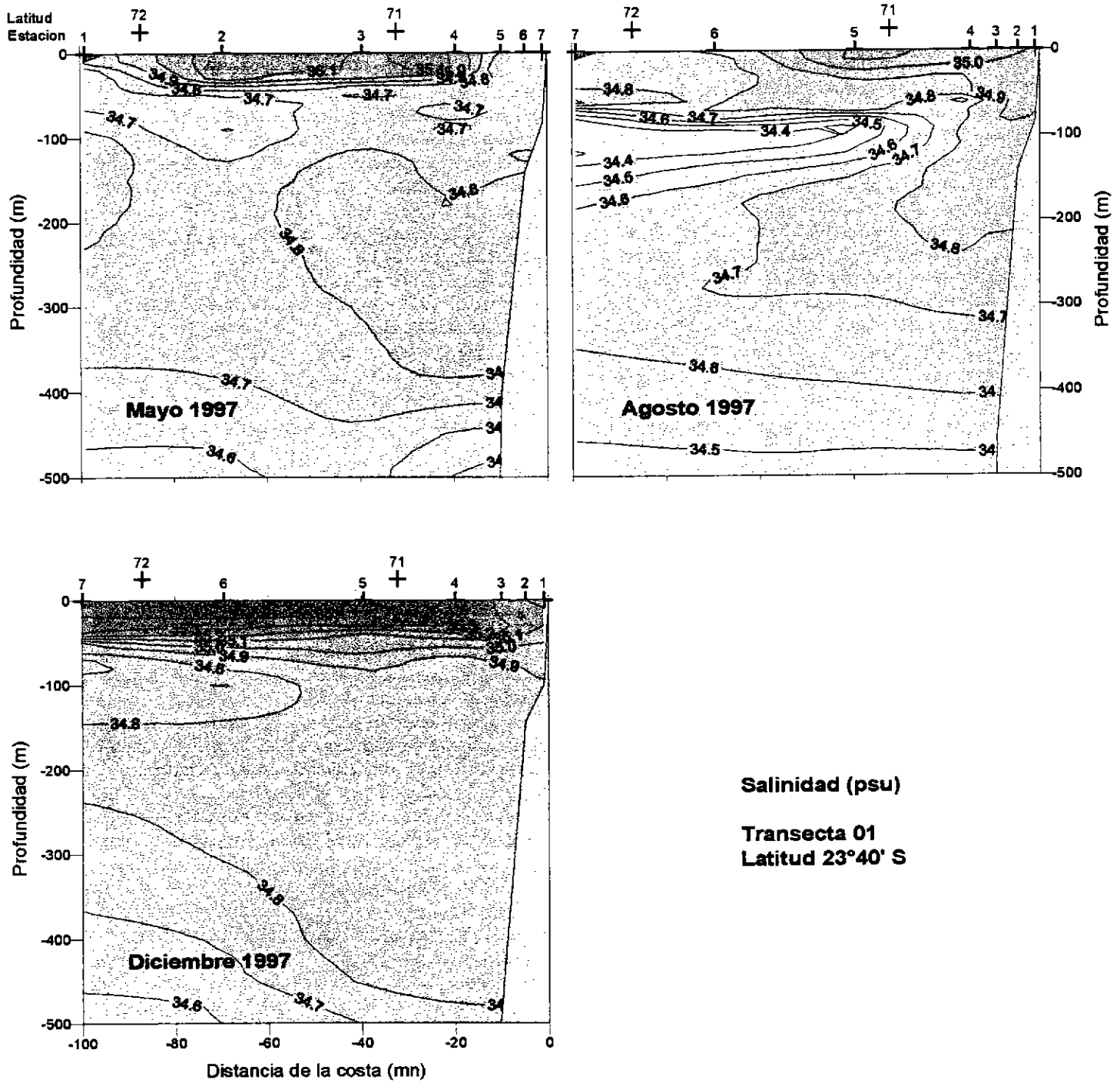


Figura 16.- Distribución vertical de salinidad (psu) en la transecta 1.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

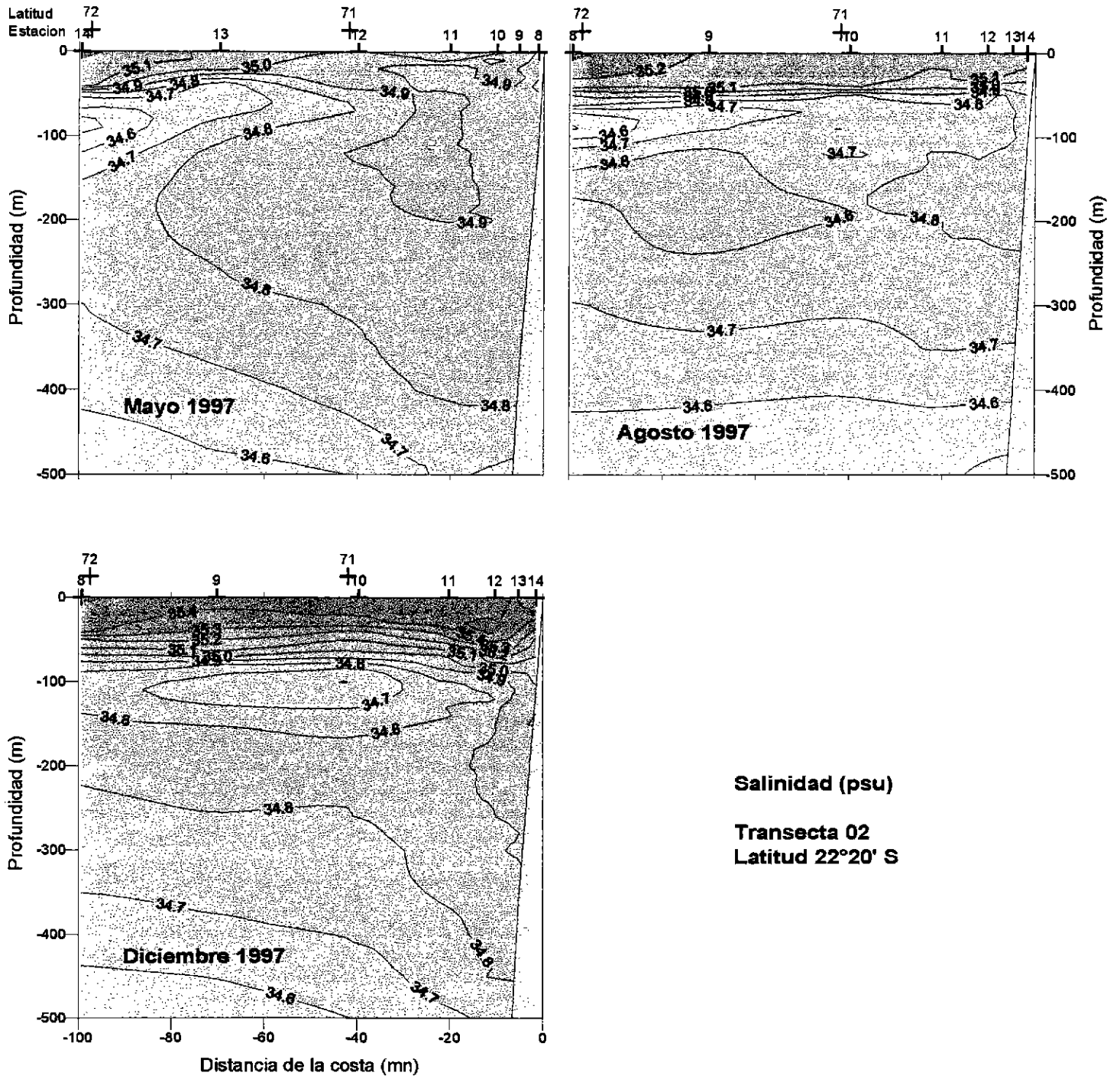
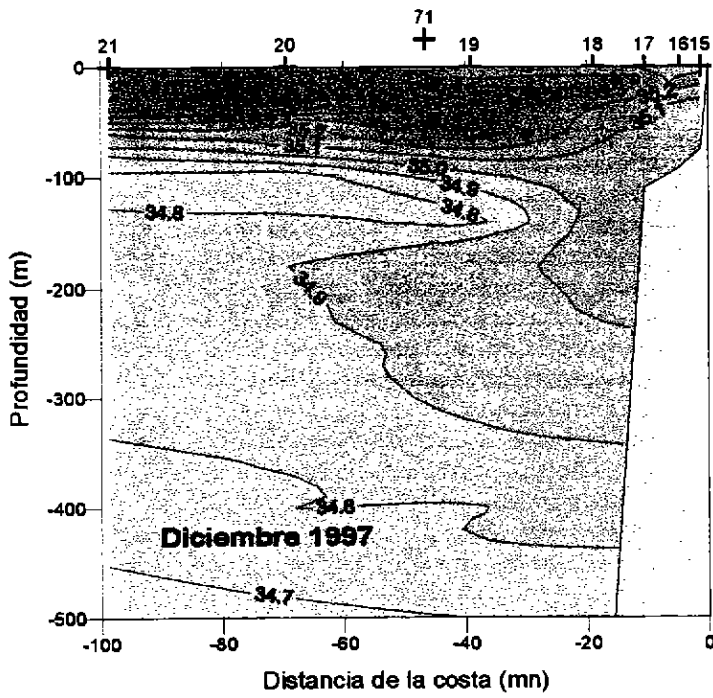
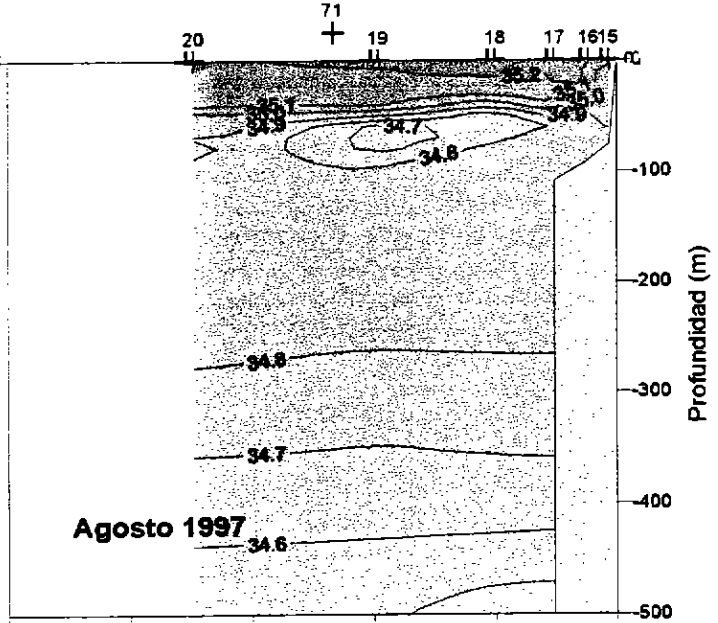
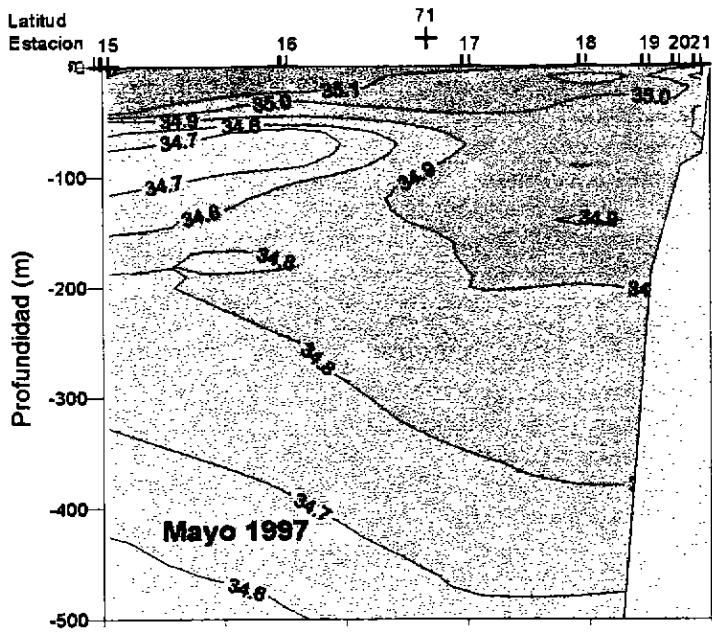


Figura 17.- Distribución vertical de salinidad (psu) en la transecta 2.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Salinidad (psu)
 Transecta 03
 Latitud 21°00' S

Figura 18.- Distribución vertical de salinidad (psu) en la transecta 3.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

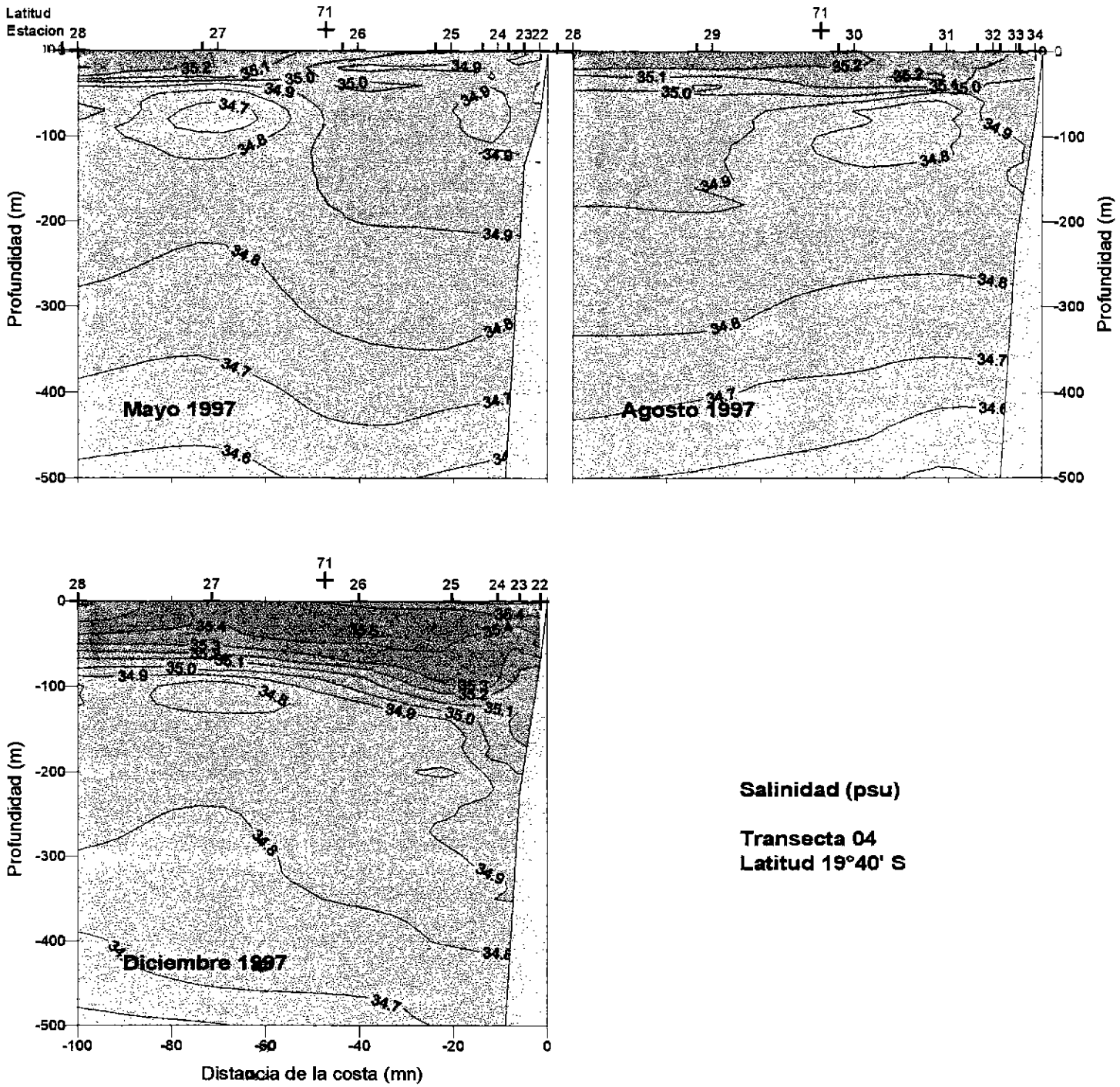


Figura 19.- Distribución vertical de salinidad (psu) en la transecta 4.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

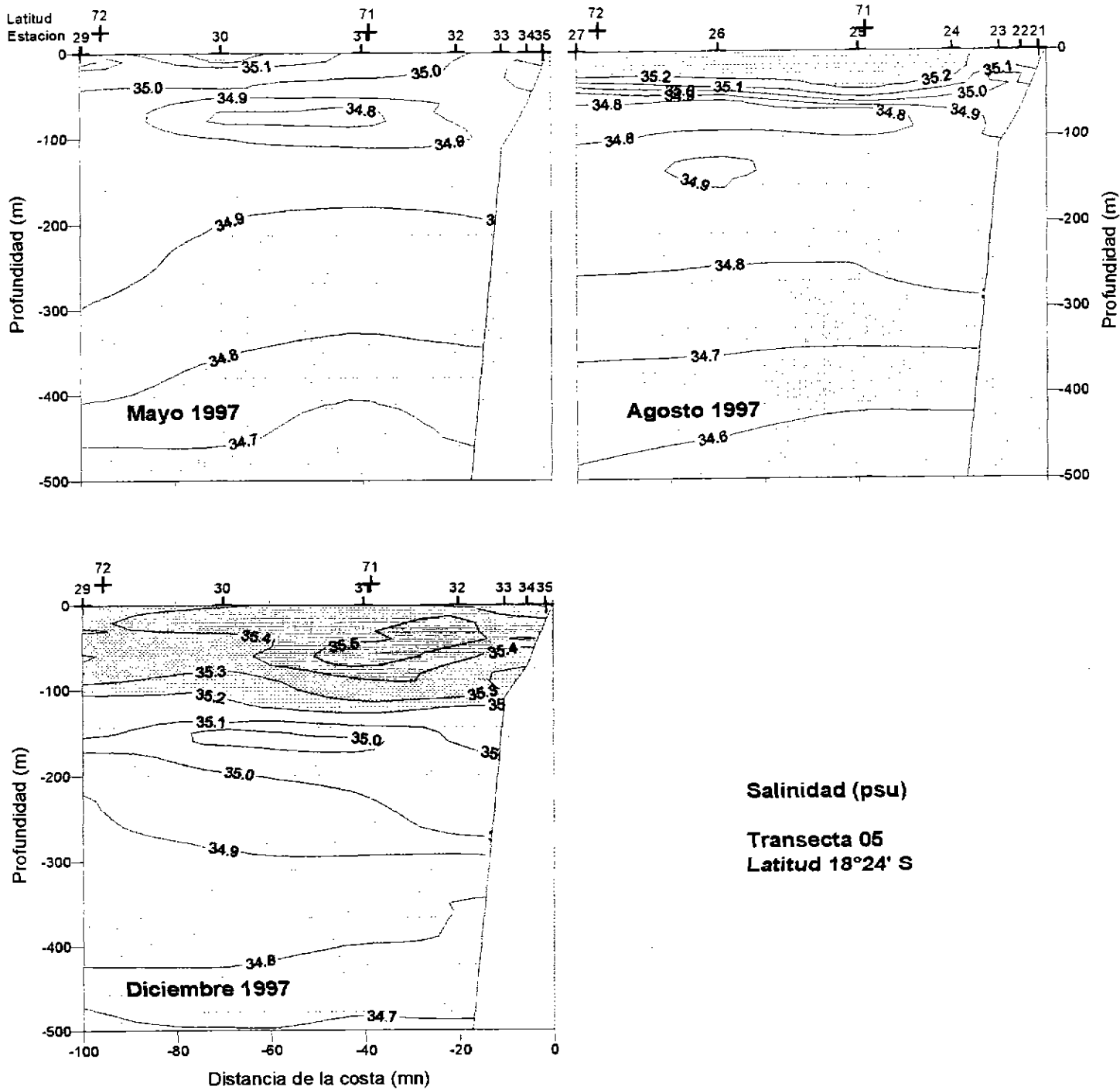
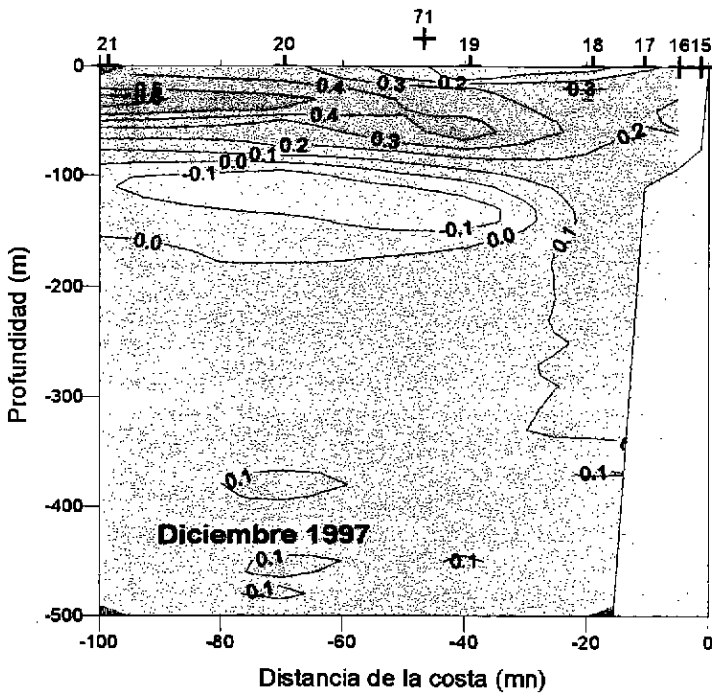
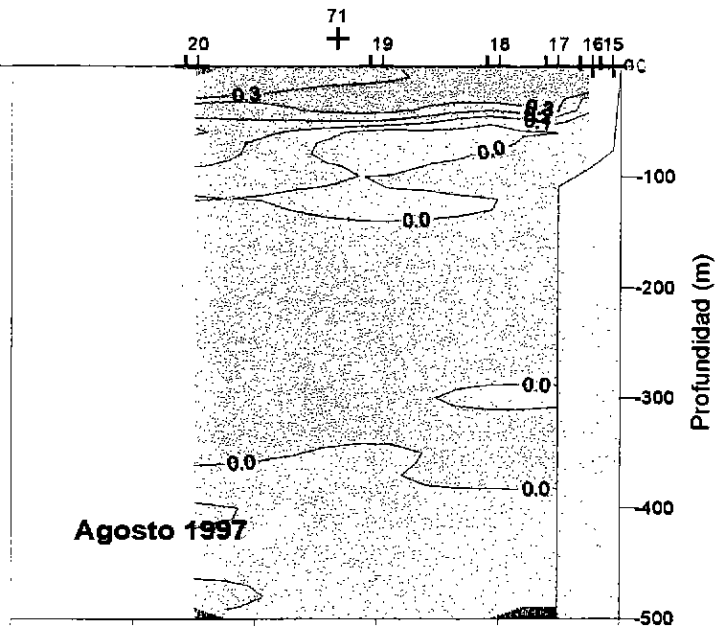
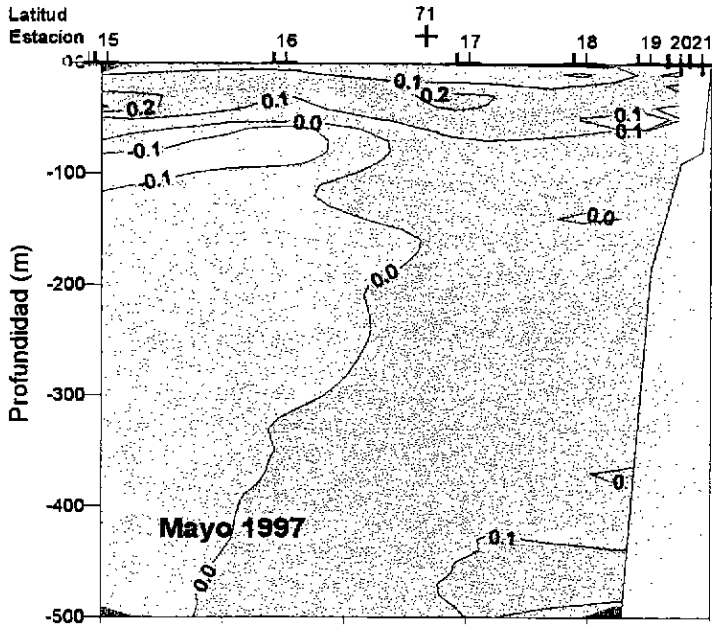


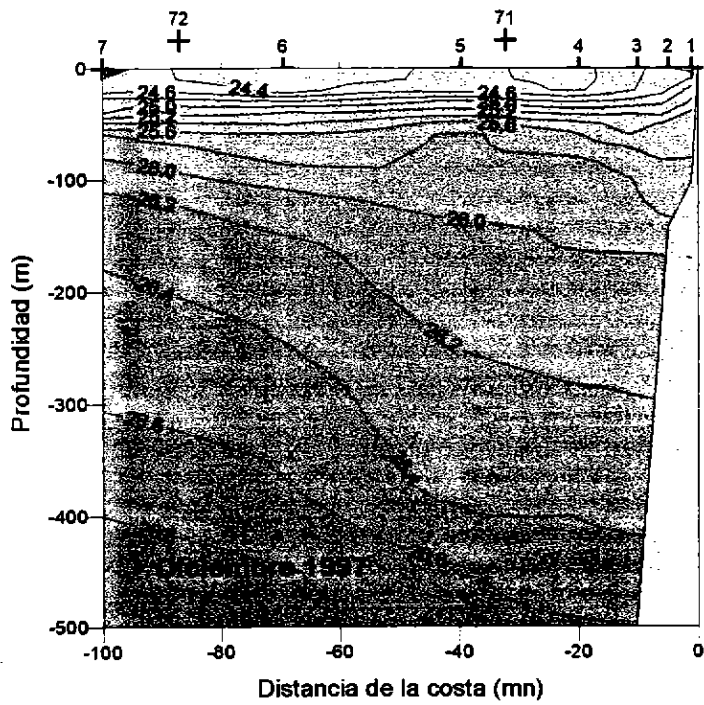
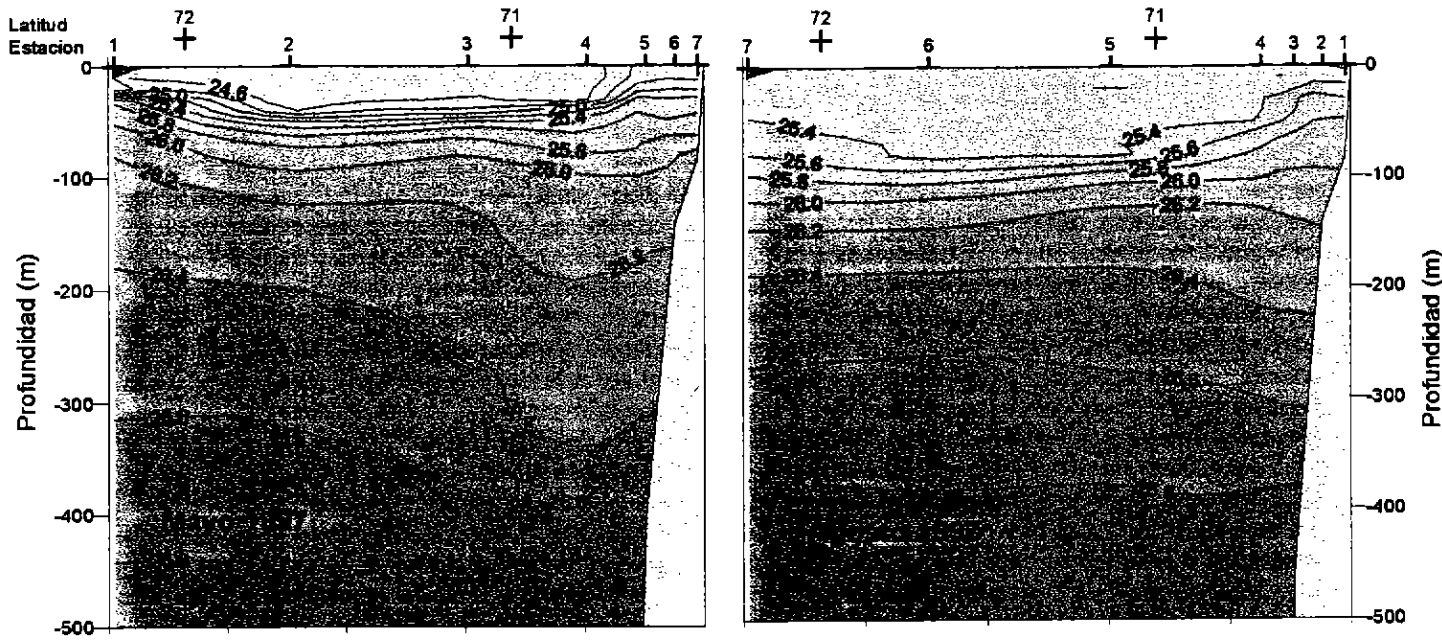
Figura 20.- Distribución vertical de salinidad (psu) en la transecta 5.
Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Anomalia de Salinidad (psu)

Transecta 03
Latitud 21° 00' S

Figura 21.- Distribución vertical de anomalía de salinidad (psu) en la transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Densidad (sigma-t)

Transecta 01
 Latitud 23°40' S

Figura 22.- Distribución vertical de densidad (sigma-t) en la transecta 1.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

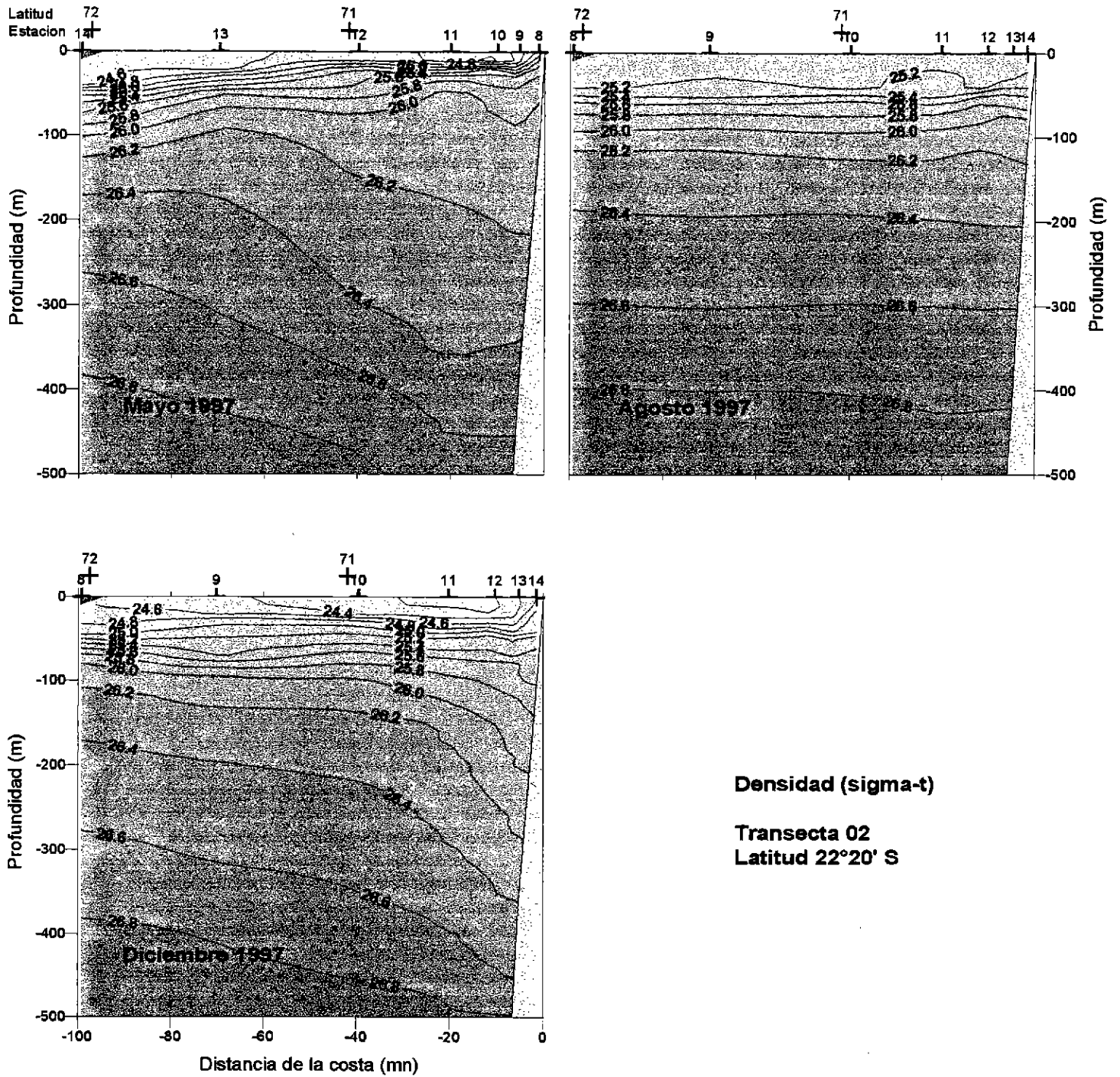
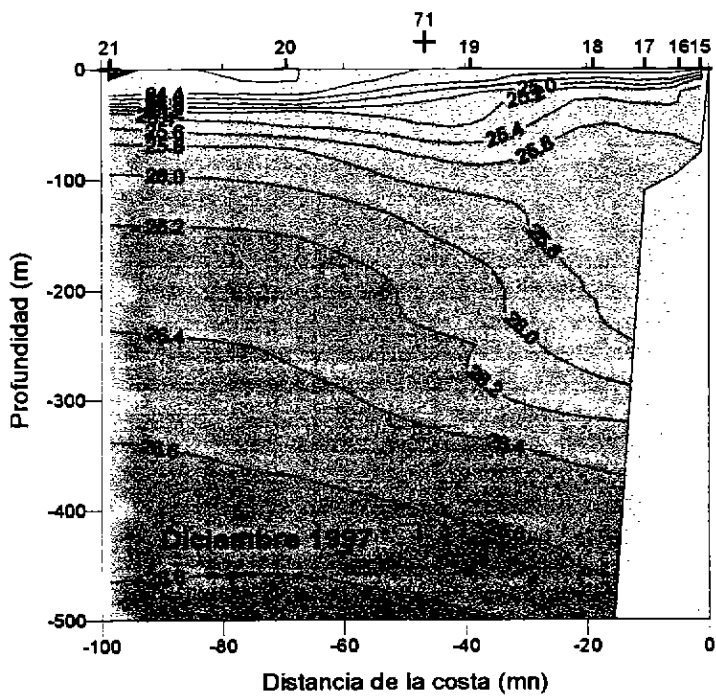
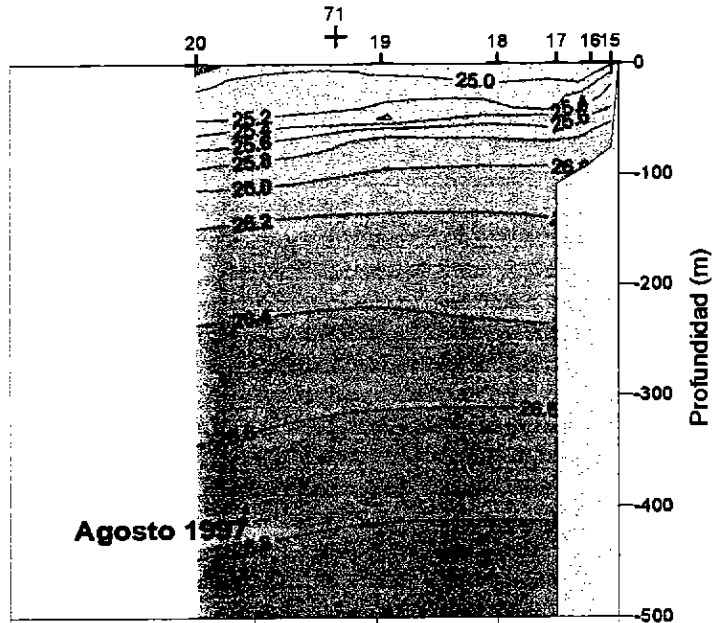
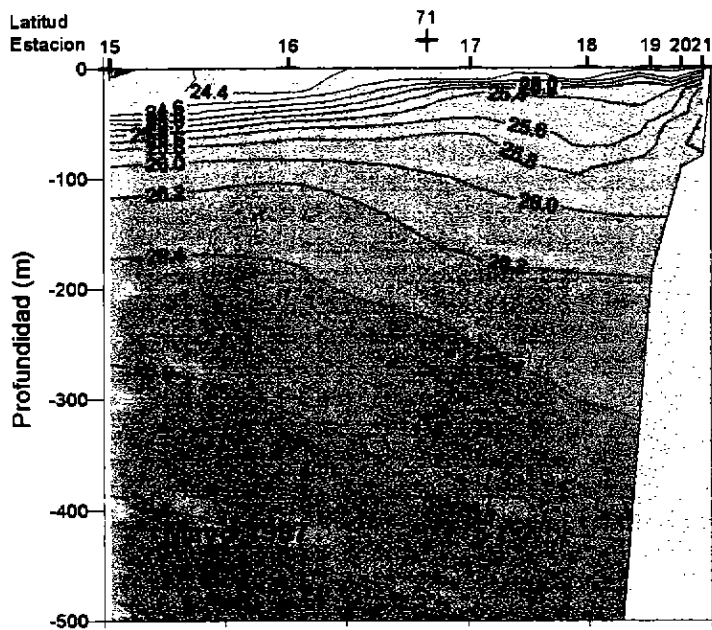


Figura 23.- Distribución vertical de densidad (σ_t) en la transecta 2.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Densidad (sigma-t)

Transecta 03
Latitud 21°00' S

Figura 24.- Distribución vertical de densidad (sigma-t) en la transecta 3.
Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

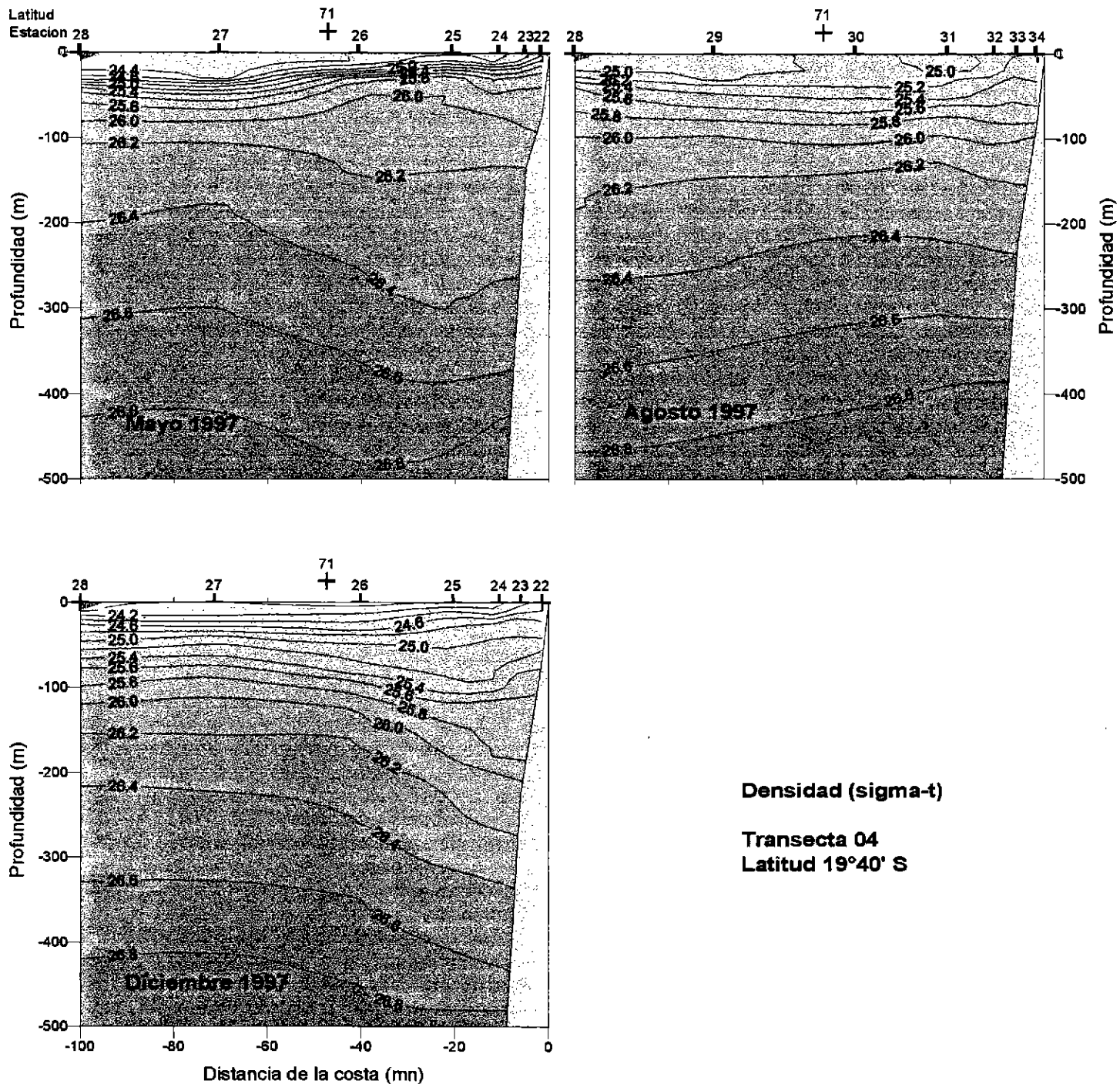
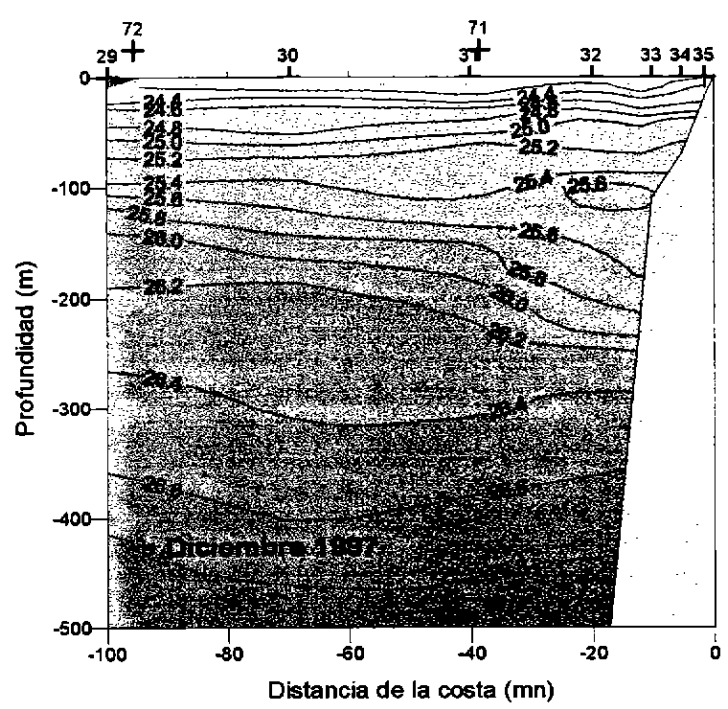
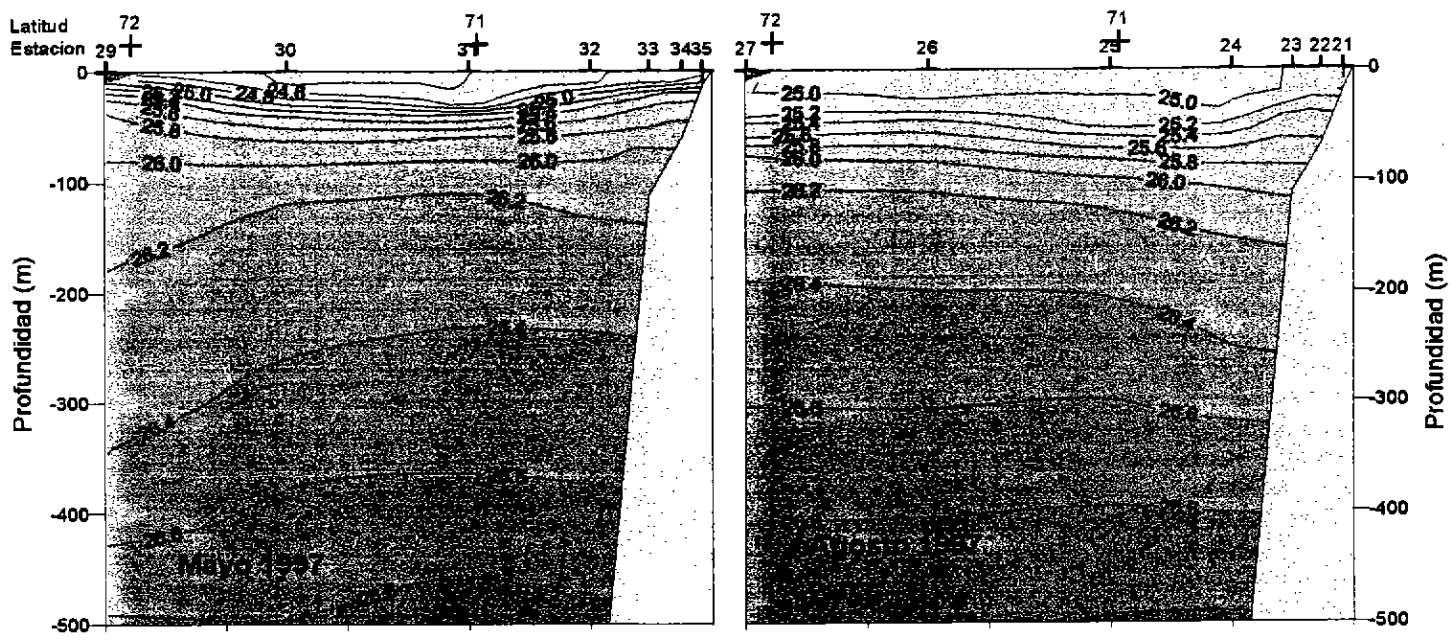


Figura 25.- Distribución vertical de densidad (sigma-t) en la transecta 4.
Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Densidad (sigma-t)
 Transecta 05
 Latitud 18°24' S

Figura 26.- Distribución vertical de densidad (sigma-t) en la transecta 5. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

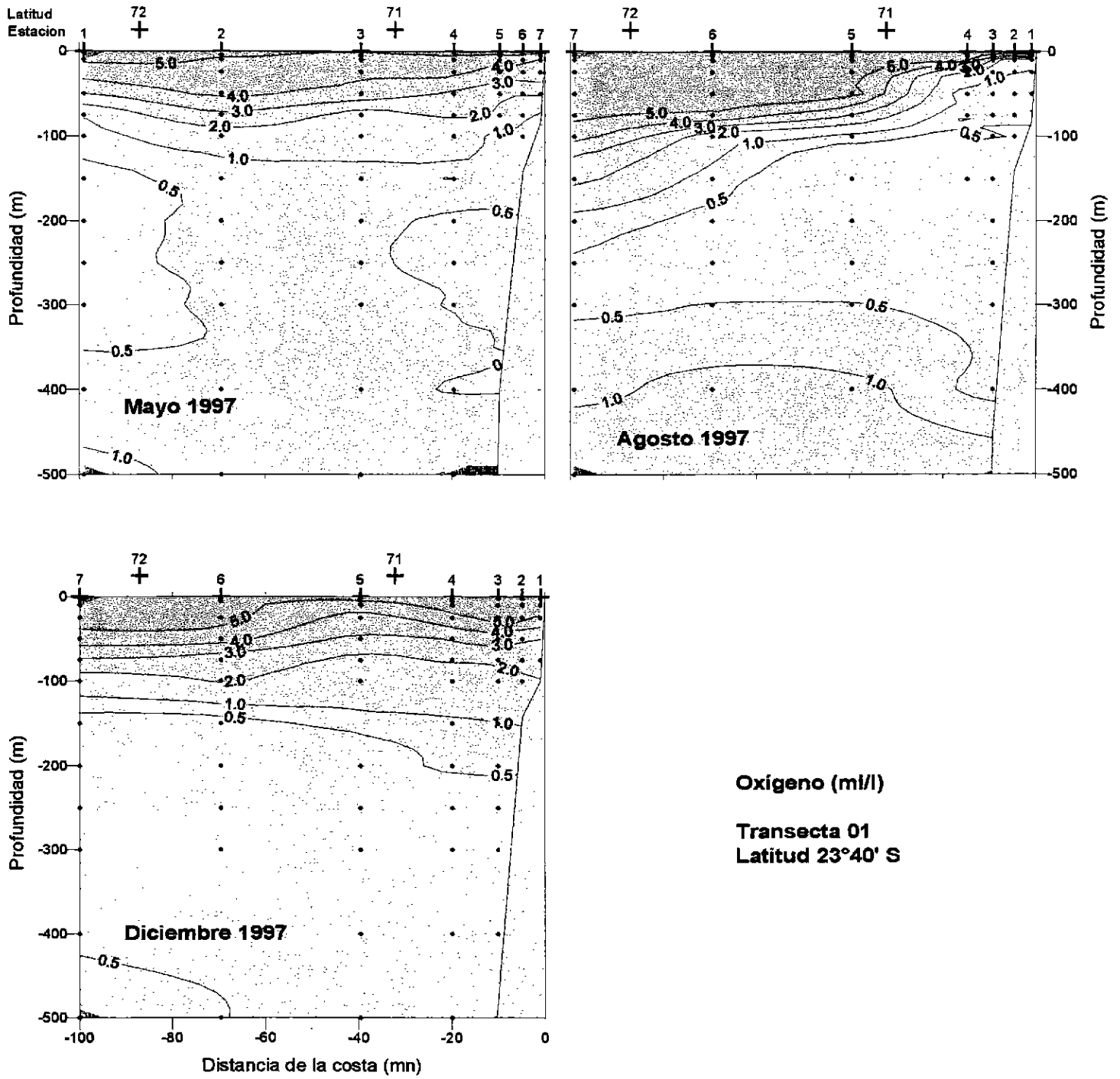


Figura 27.- Distribución vertical de Oxígeno (ml/l) en la transecta 1. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

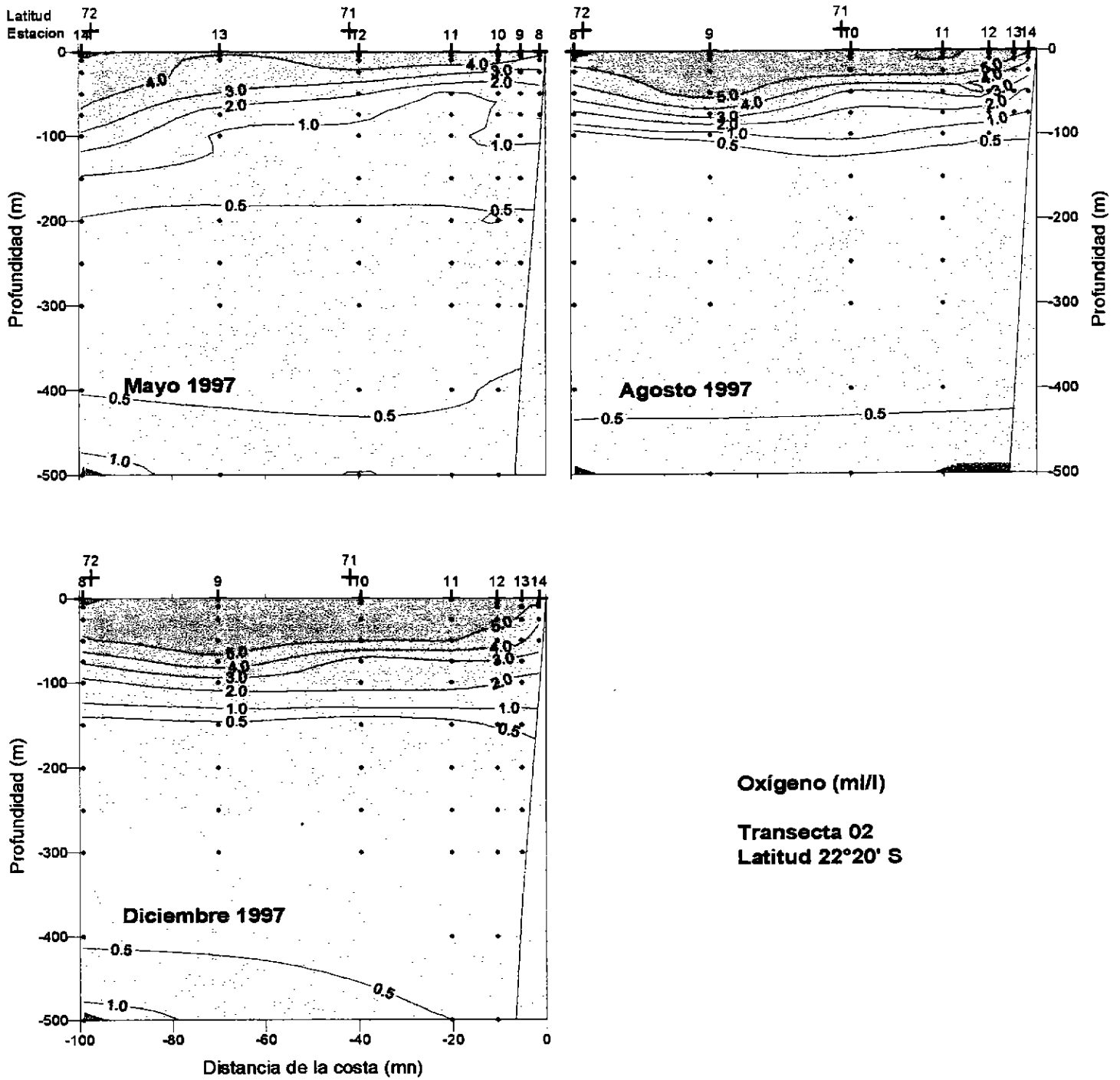
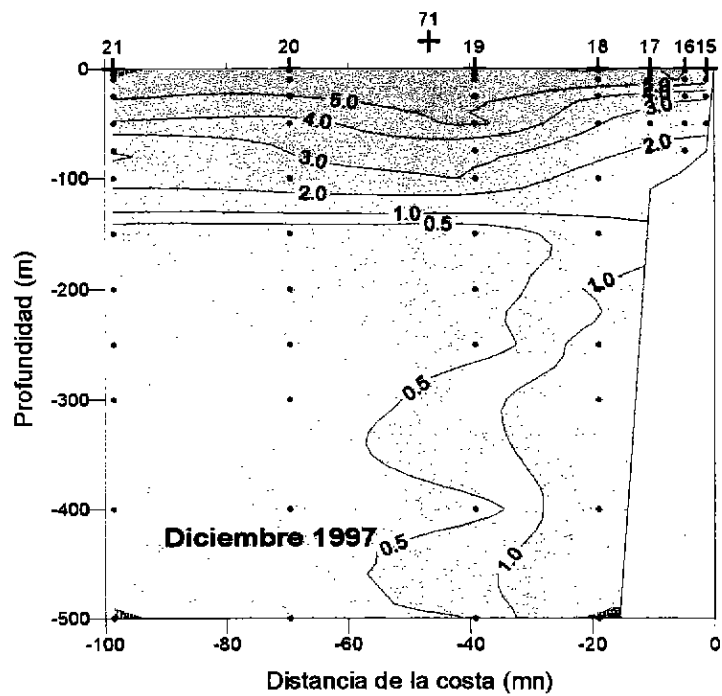
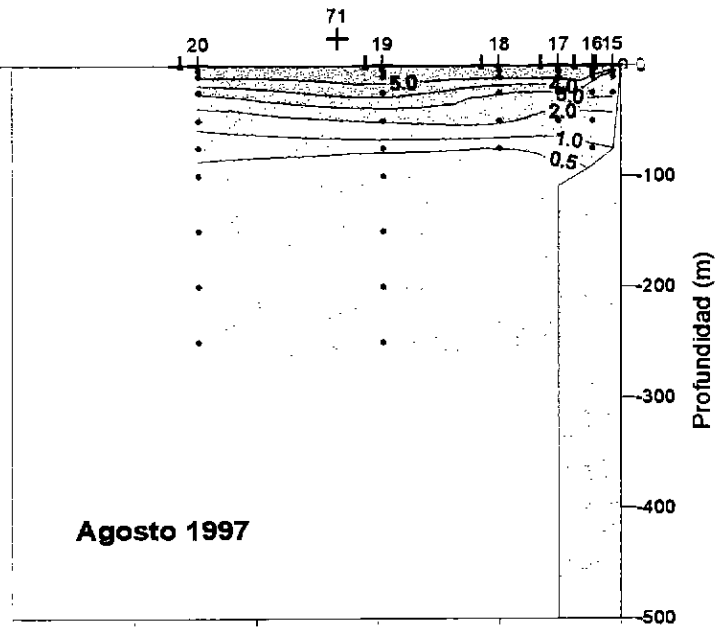
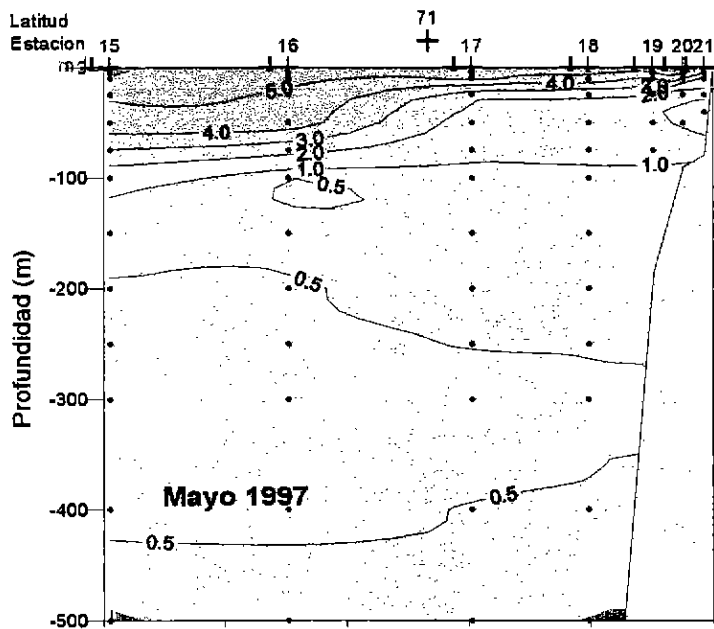


Figura 28.- Distribución vertical de Oxígeno (ml/l) en la transecta 2. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Oxígeno (ml/l)
Transecta 03
Latitud 21°00' S

Figura 29.- Distribución vertical de Oxígeno (ml/l) en la transecta 3. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

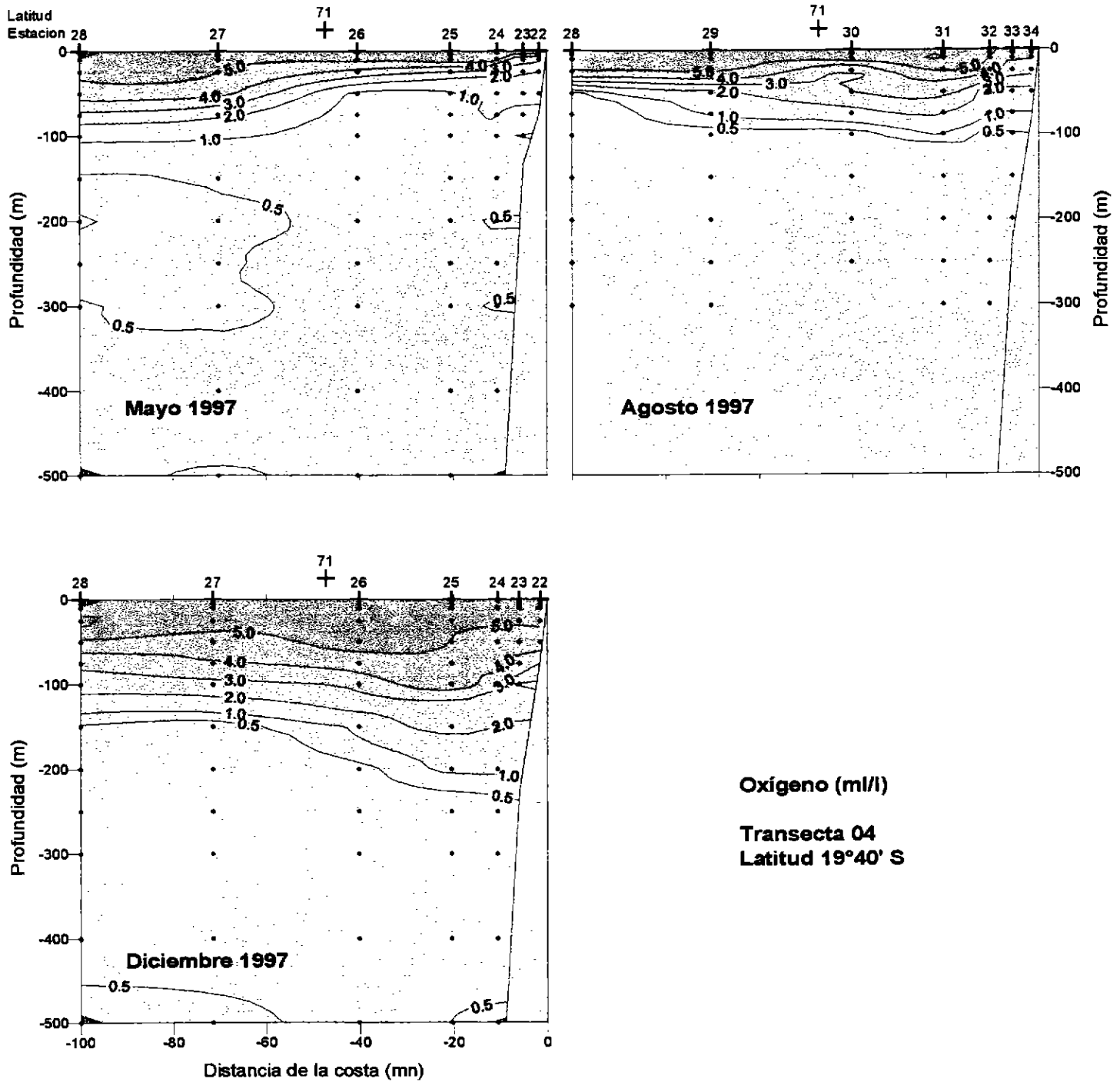
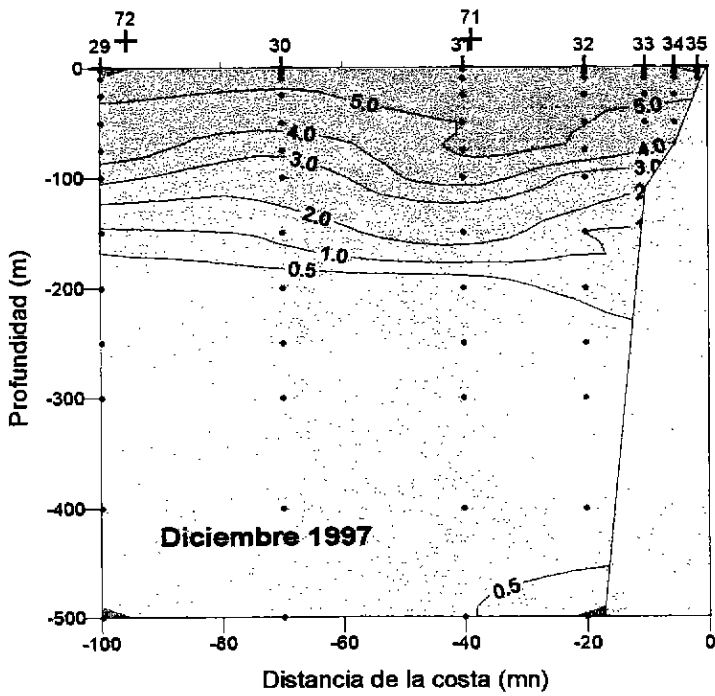
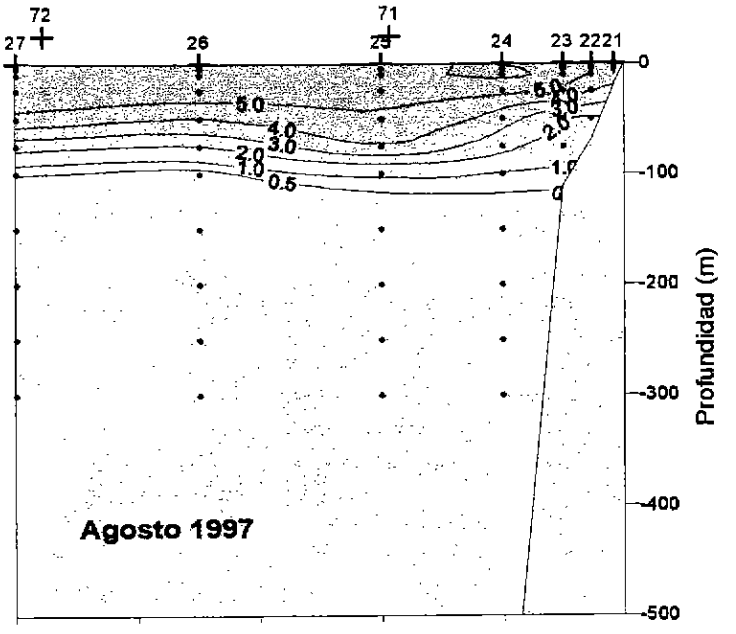
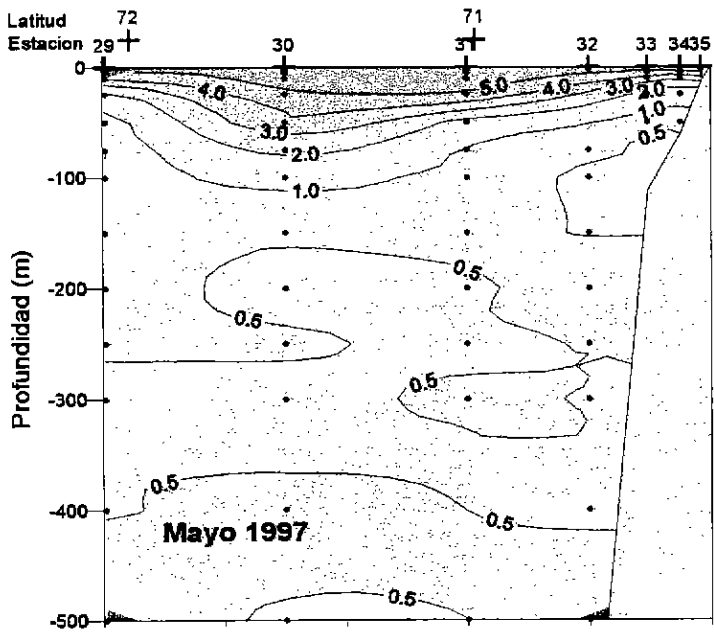


Figura 30.- Distribución vertical de Oxígeno (ml/l) en la transecta 4. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.



Oxígeno (ml/l)
Transecta 05
Latitud 18°24' S

Figura 31.- Distribución vertical de Oxígeno (ml/l) en la transecta 5. Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

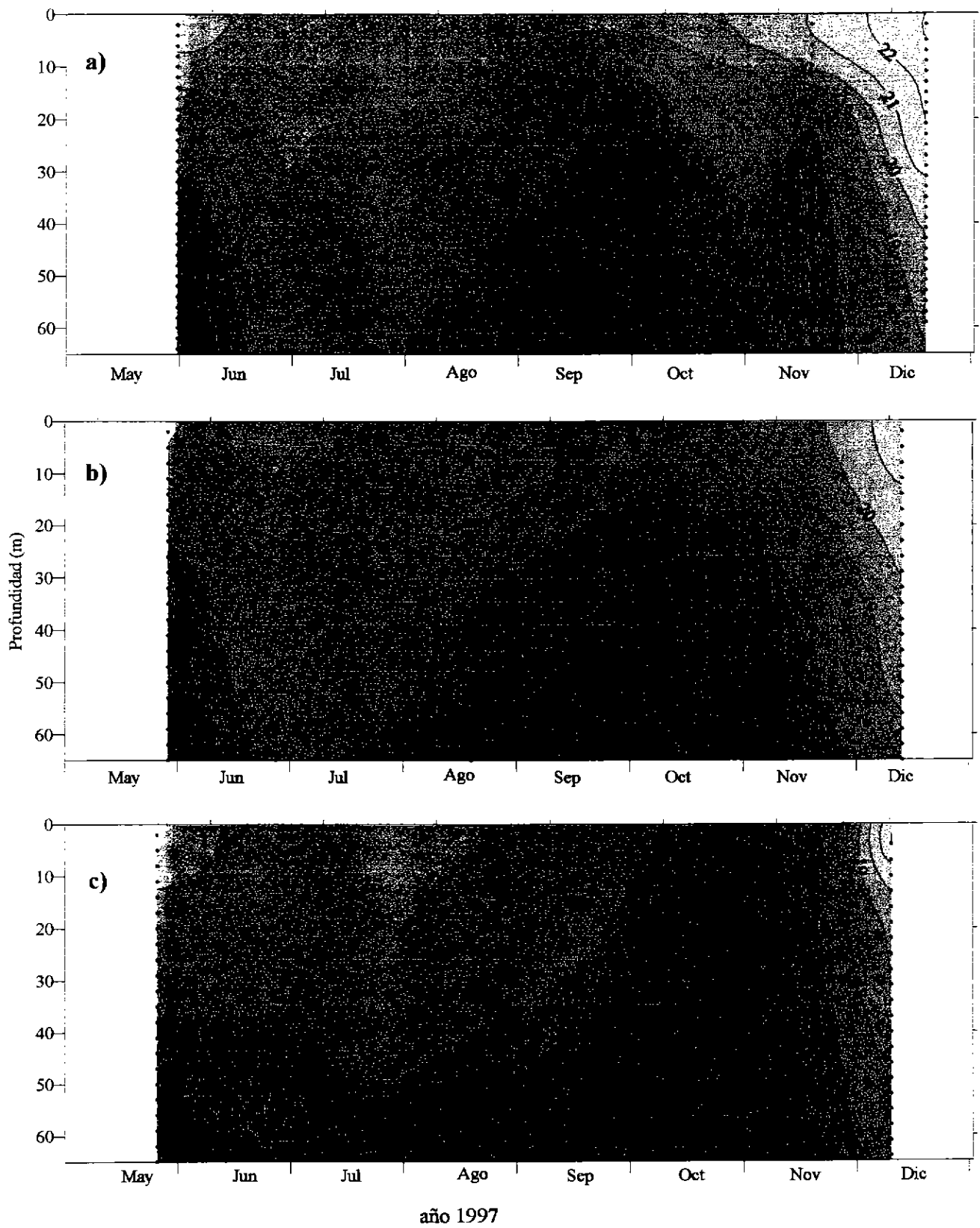


Figura 32.- Distribución temporal de temperatura en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones Mayo a diciembre 1997.

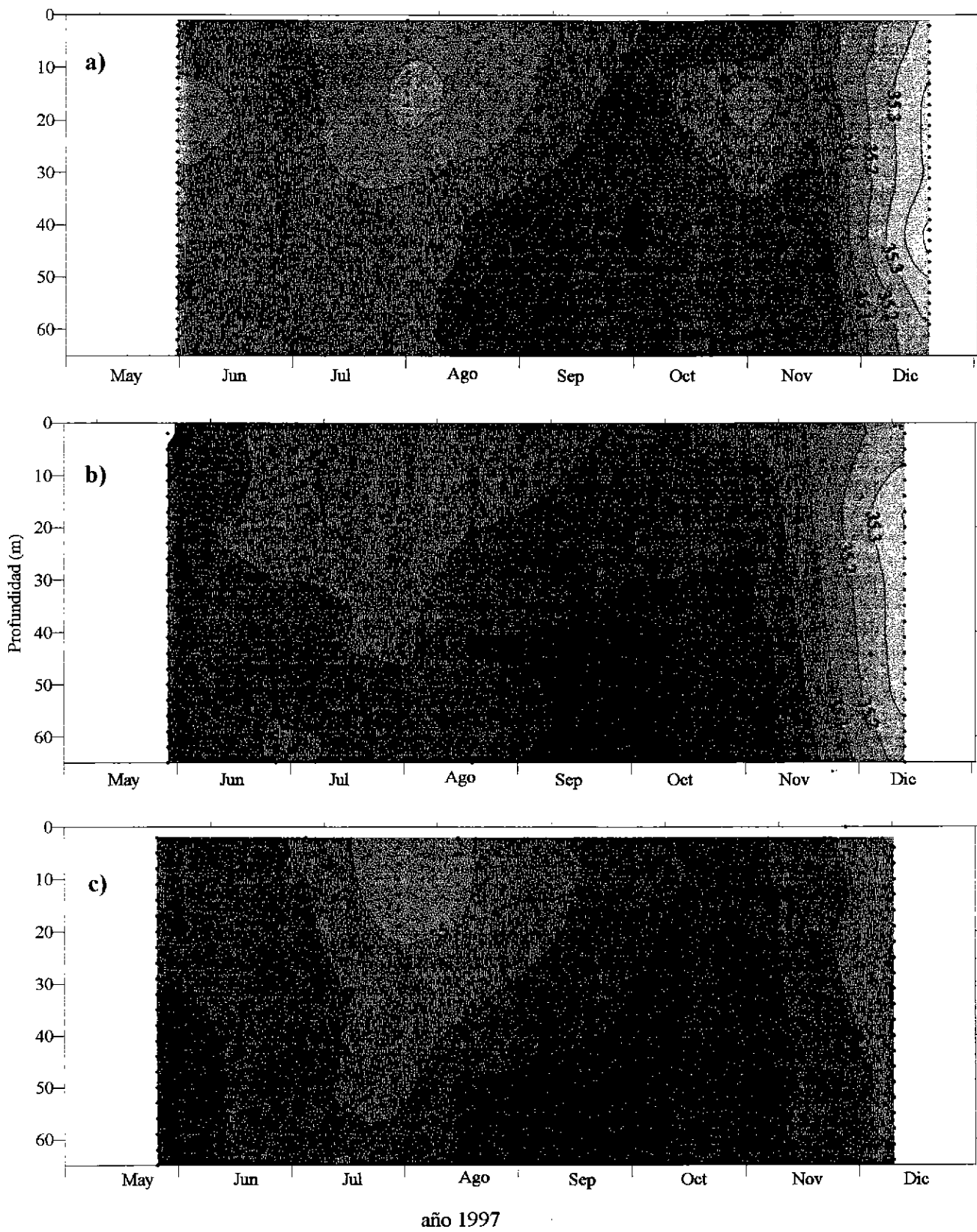


Figura 33.- Distribución temporal de salinidad (psu) en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones Mayo a diciembre 1997.

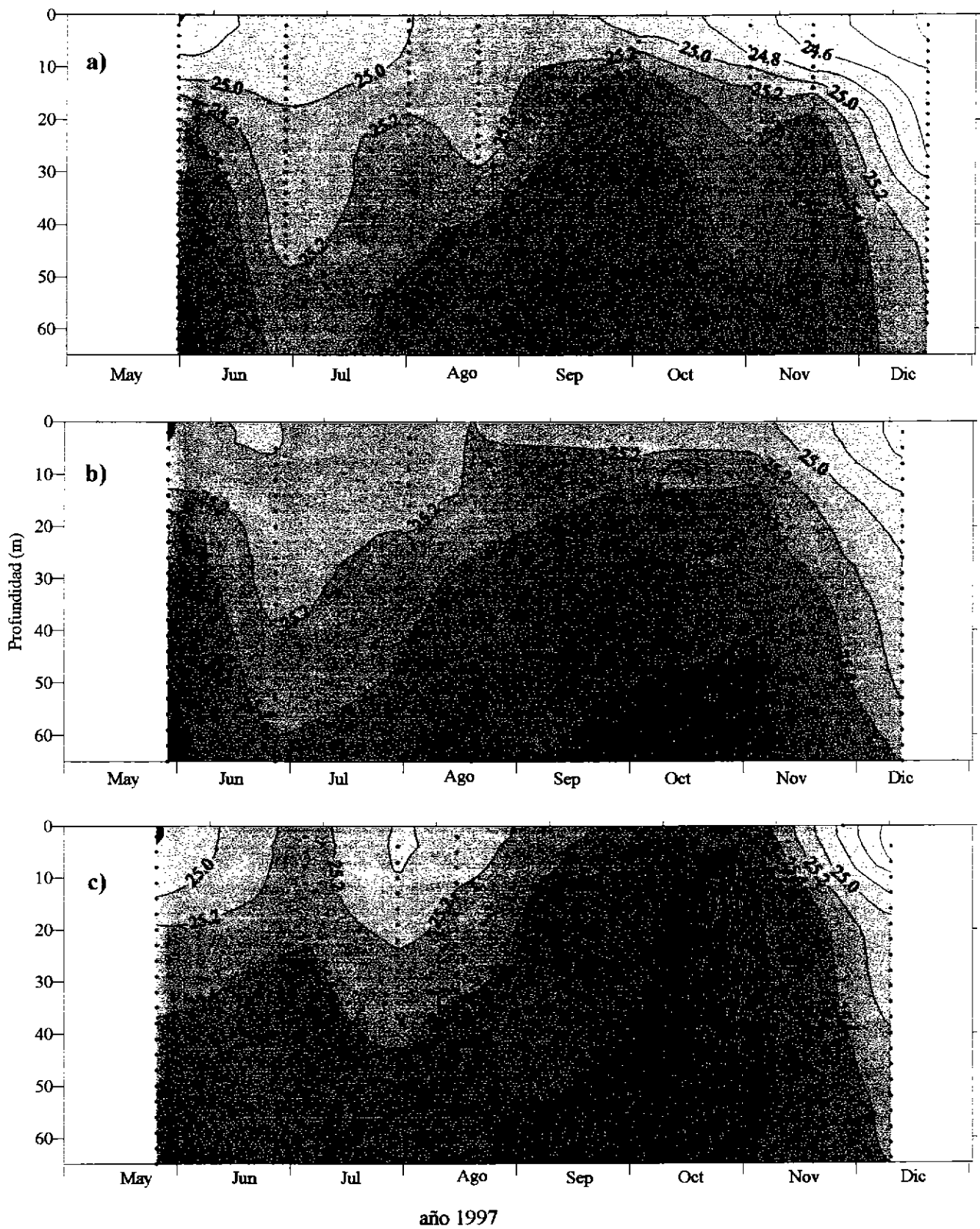


Figura 34.- Distribución temporal de densidad (σ_t) en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.

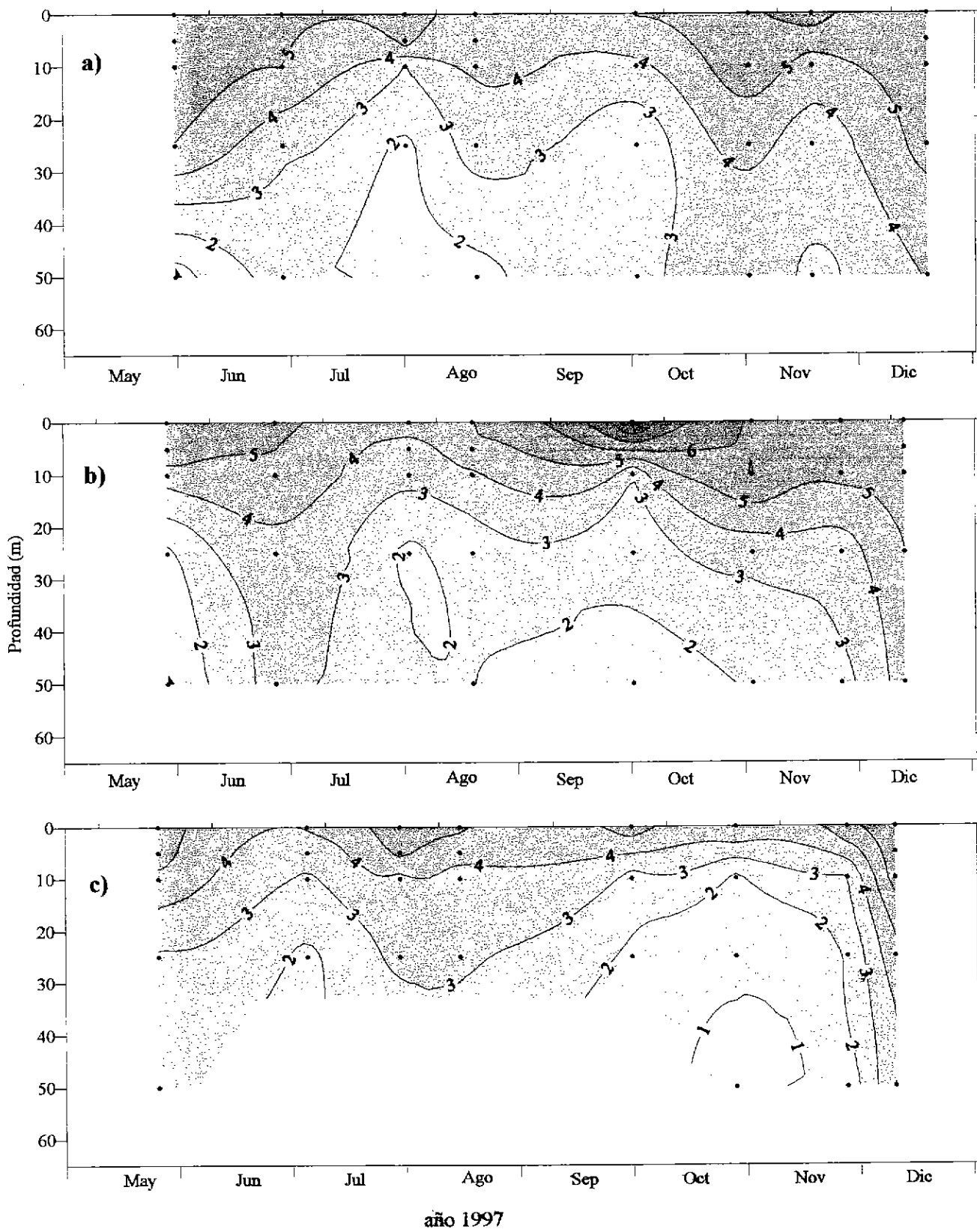


Figura 35.- Distribución temporal de oxígeno disuelto (ml/l) en estaciones fijas de a) Arica, b) Iquique y c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.

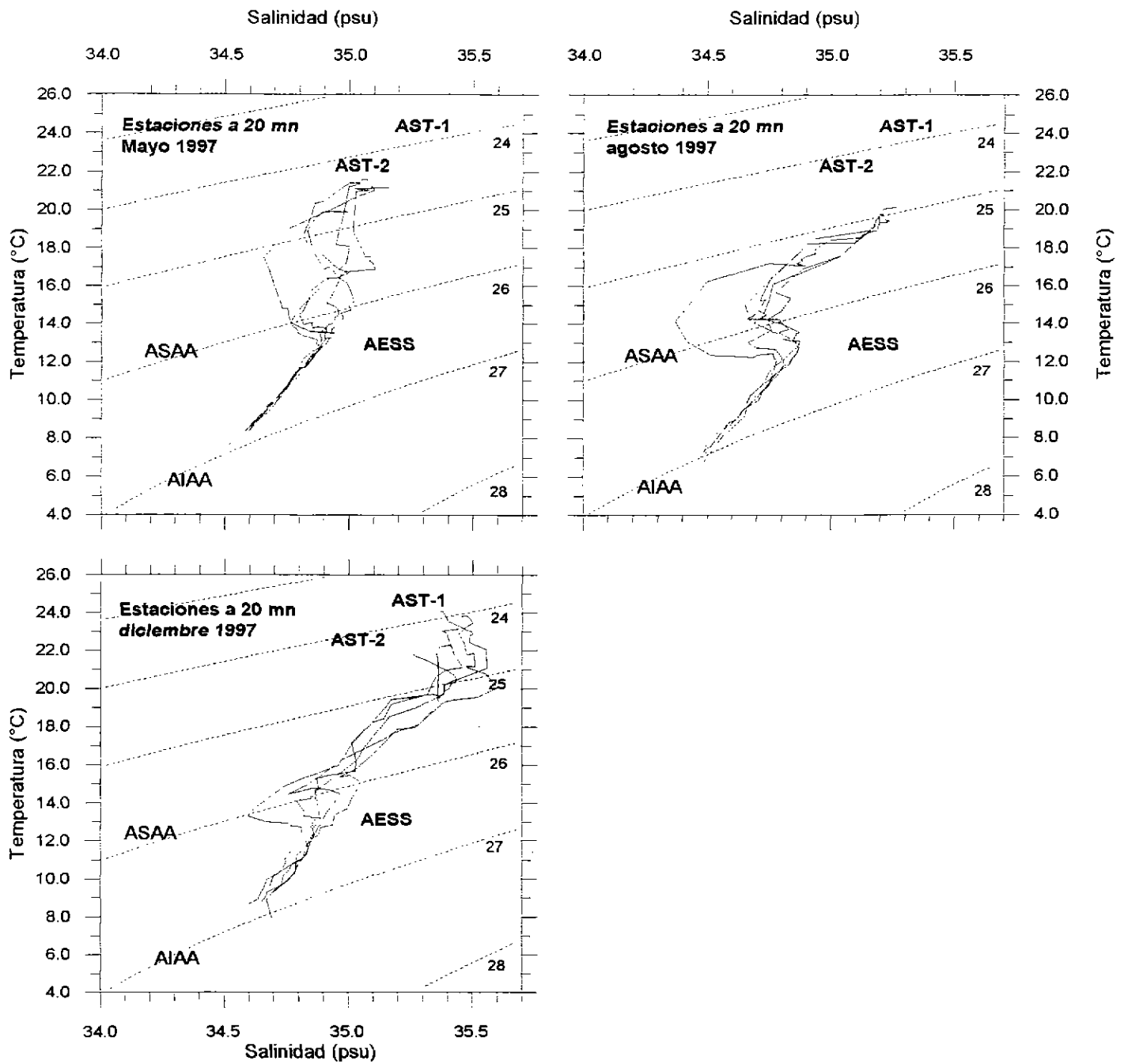


Figura 36 . Diagramas t-s de las estaciones a 20 mn de la costa.
Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

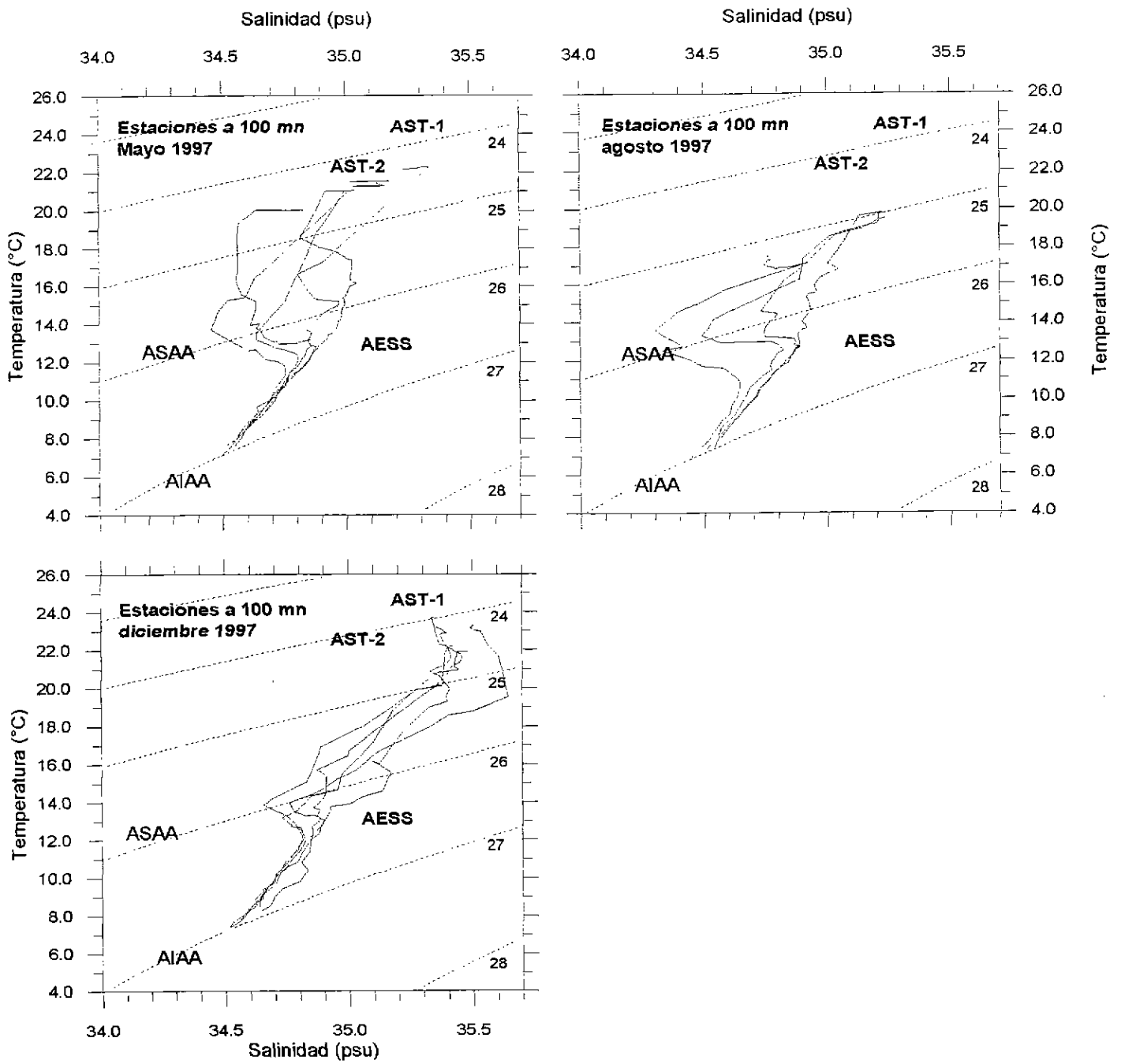


Figura 37 . Diagramas t-s de las estaciones a 100 mn de la costa.
 Cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

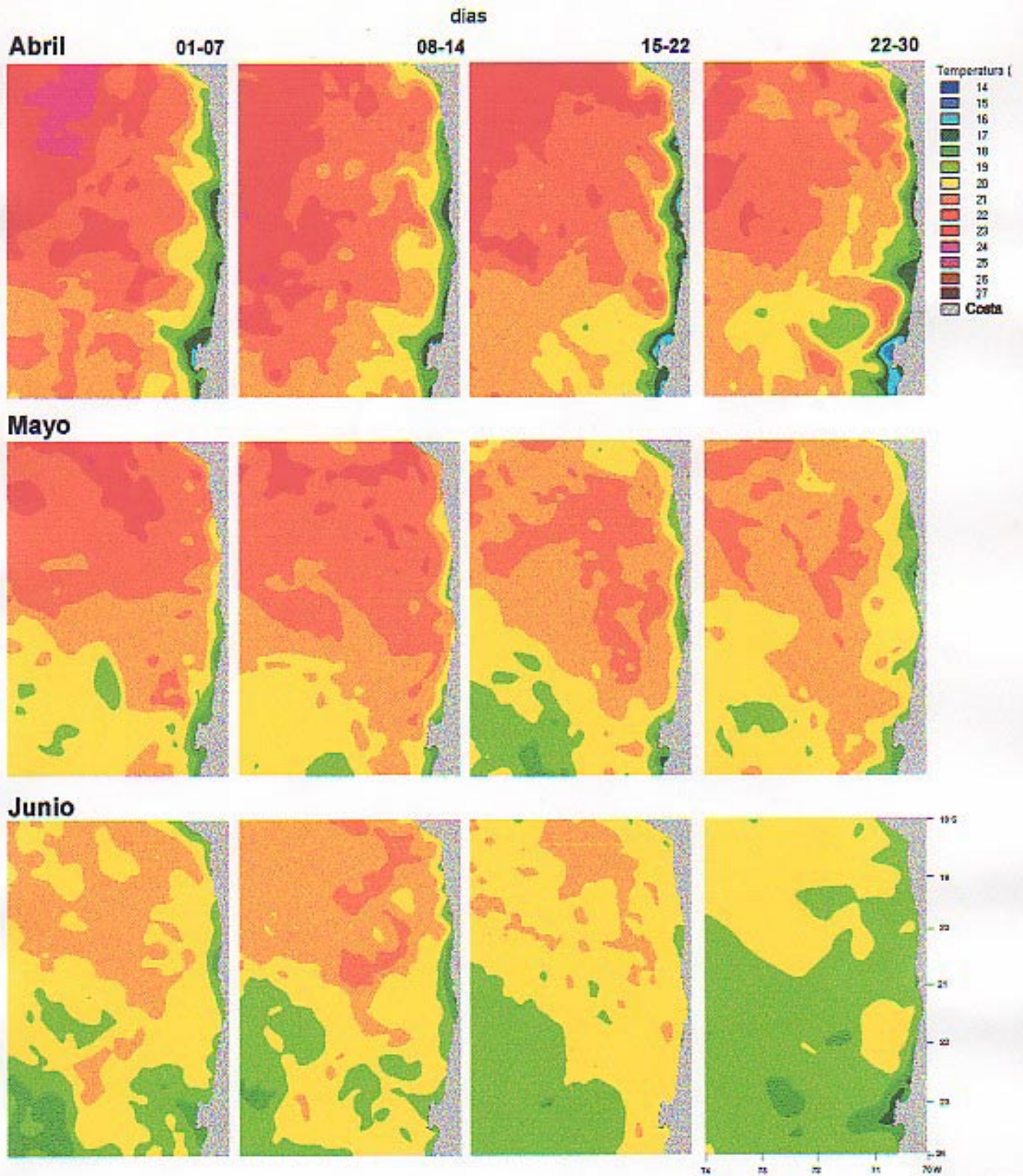


Figura 38.- Imágenes semanales de Temperatura Superficial del Mar. Abril, mayo y junio de 1997.

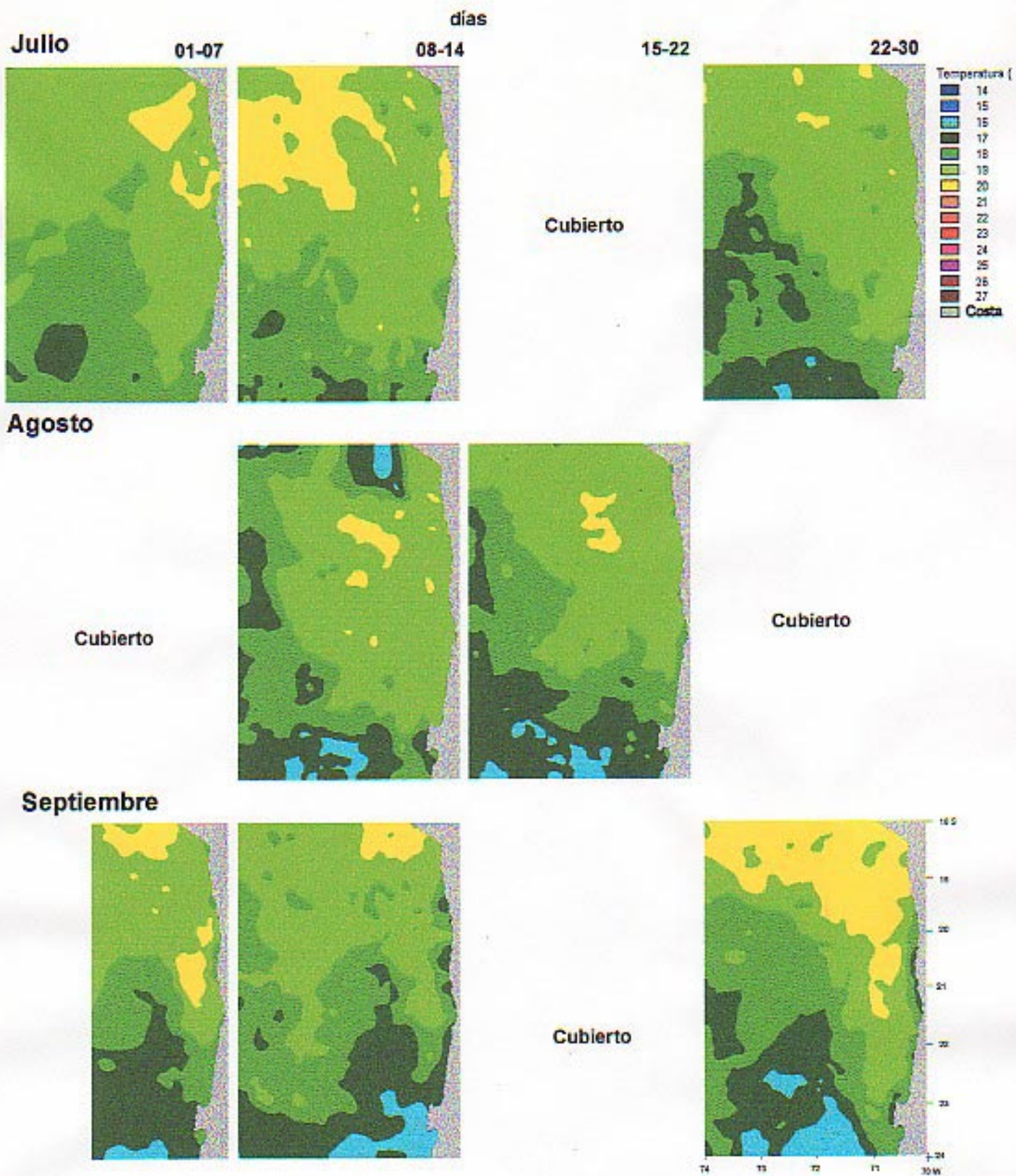


Figura 39.- Imágenes semanales de Temperatura Superficial del Mar. Julio, agosto y septiembre de 1997.

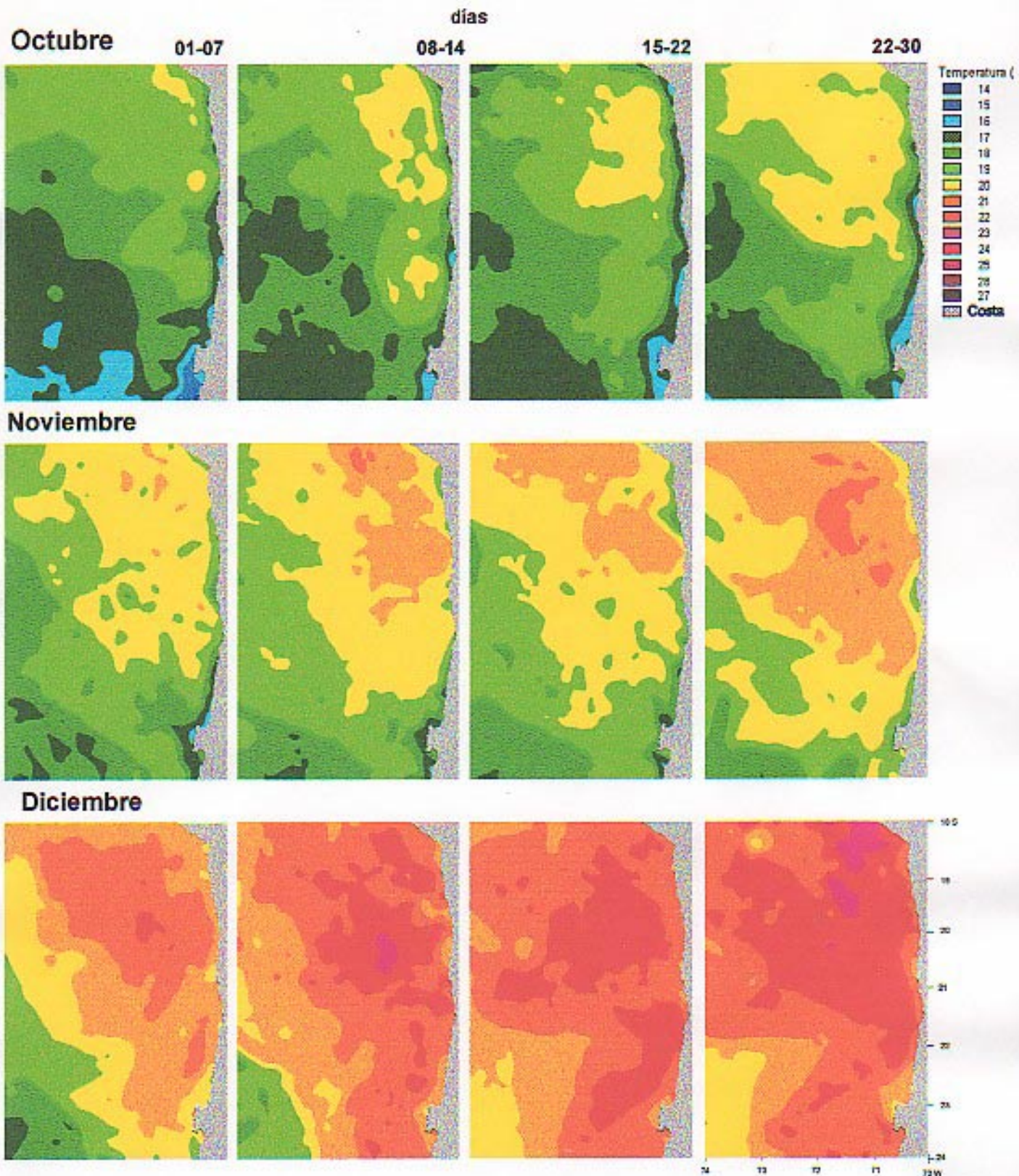


Figura 40.- Imágenes semanales de Temperatura Superficial del Mar. Octubre, Noviembre y Diciembre de 1997.

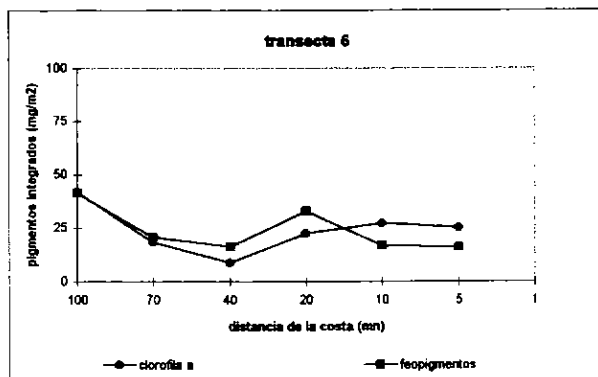
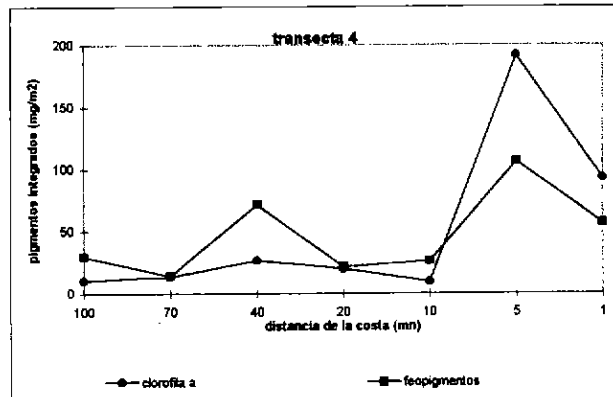
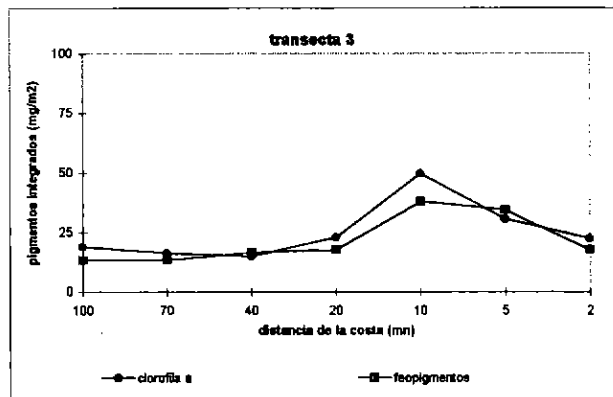
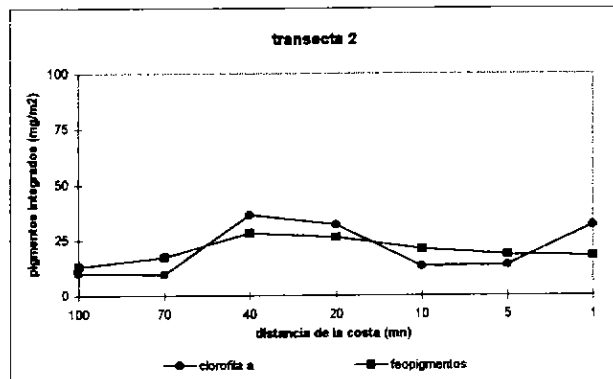
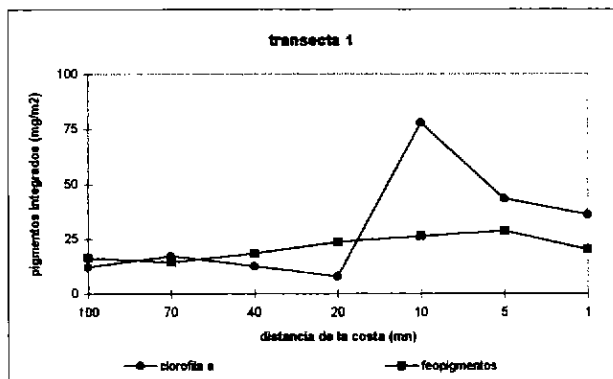


Figura 41. Diagramas de distribución longitudinal de la clorofila a y feopigmentos integrados (mg/m²), en las transectas 1, 2, 3, 4, y 5, en mayo de 1997.

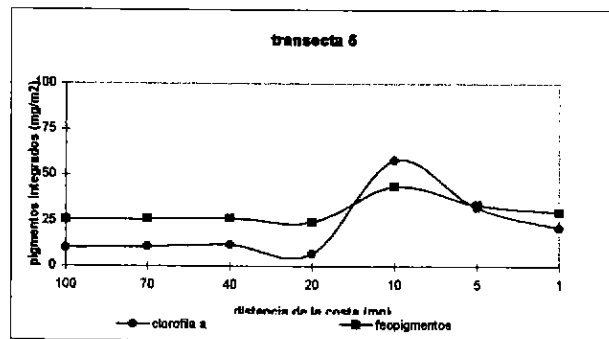
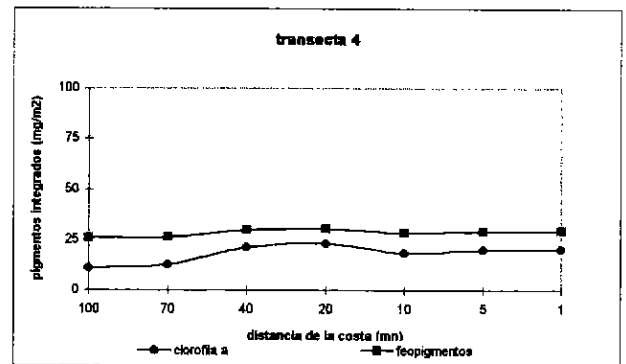
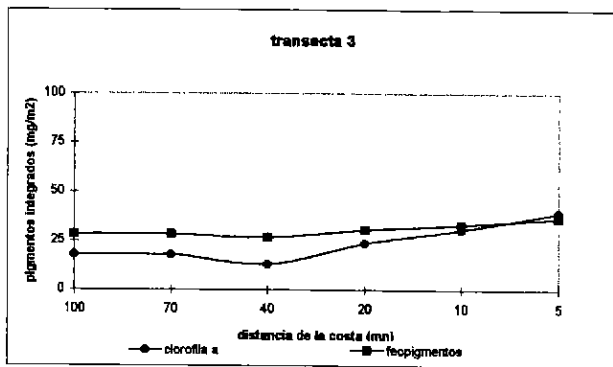
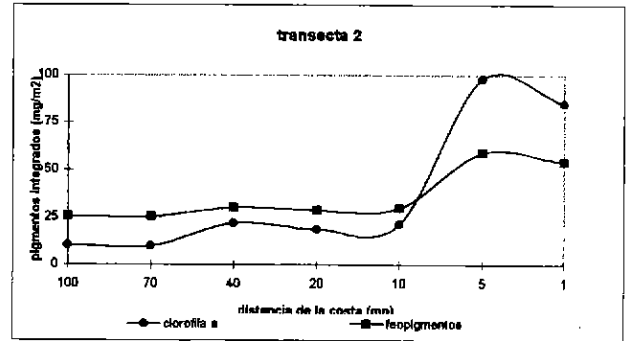
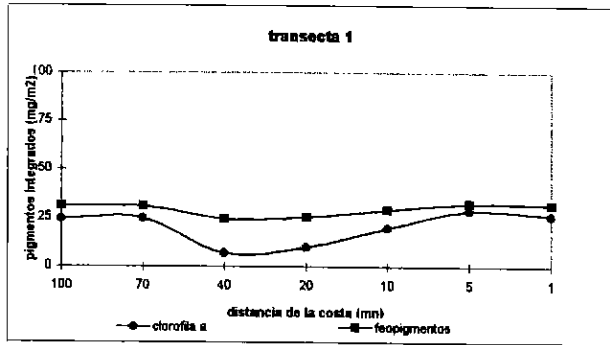


Figura 42. Diagramas de distribución longitudinal de la clorofila a y los feopigmentos integrados (mg/m²), en agosto de 1997.

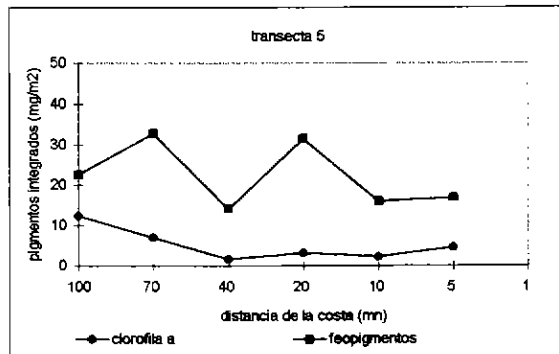
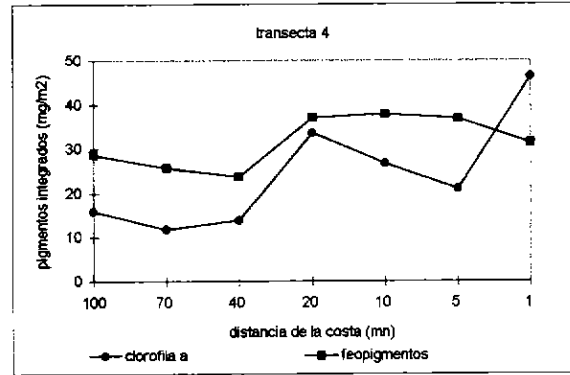
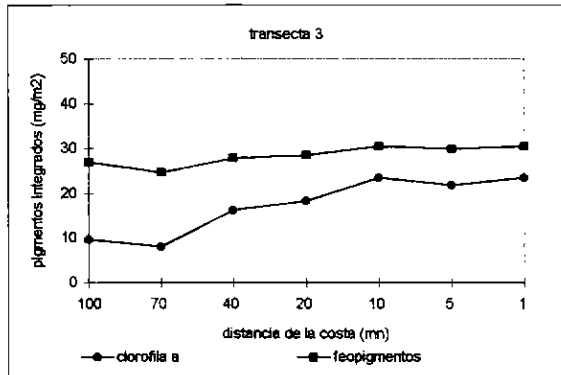
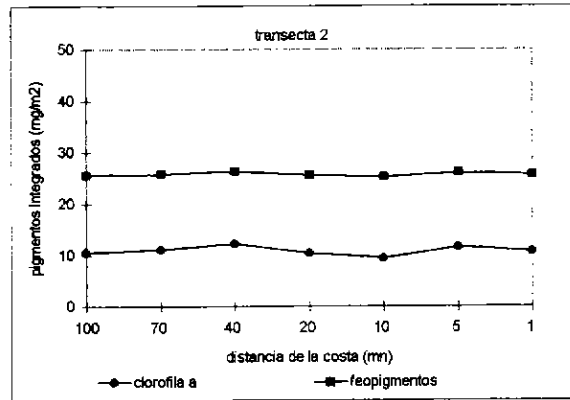
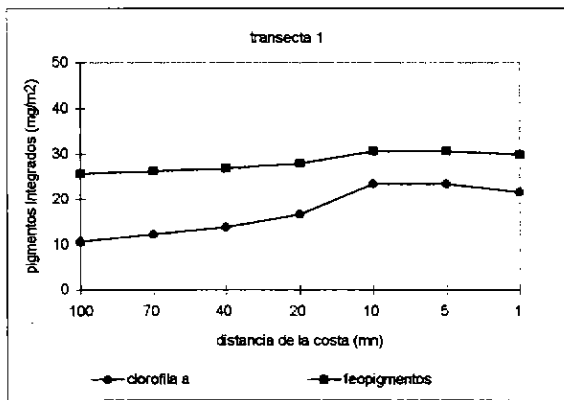


Figura 43. Diagrama de distribución longitudinal de la clorofila a y los feopigmentos integrados (mg/m²), en diciembre de 1997.

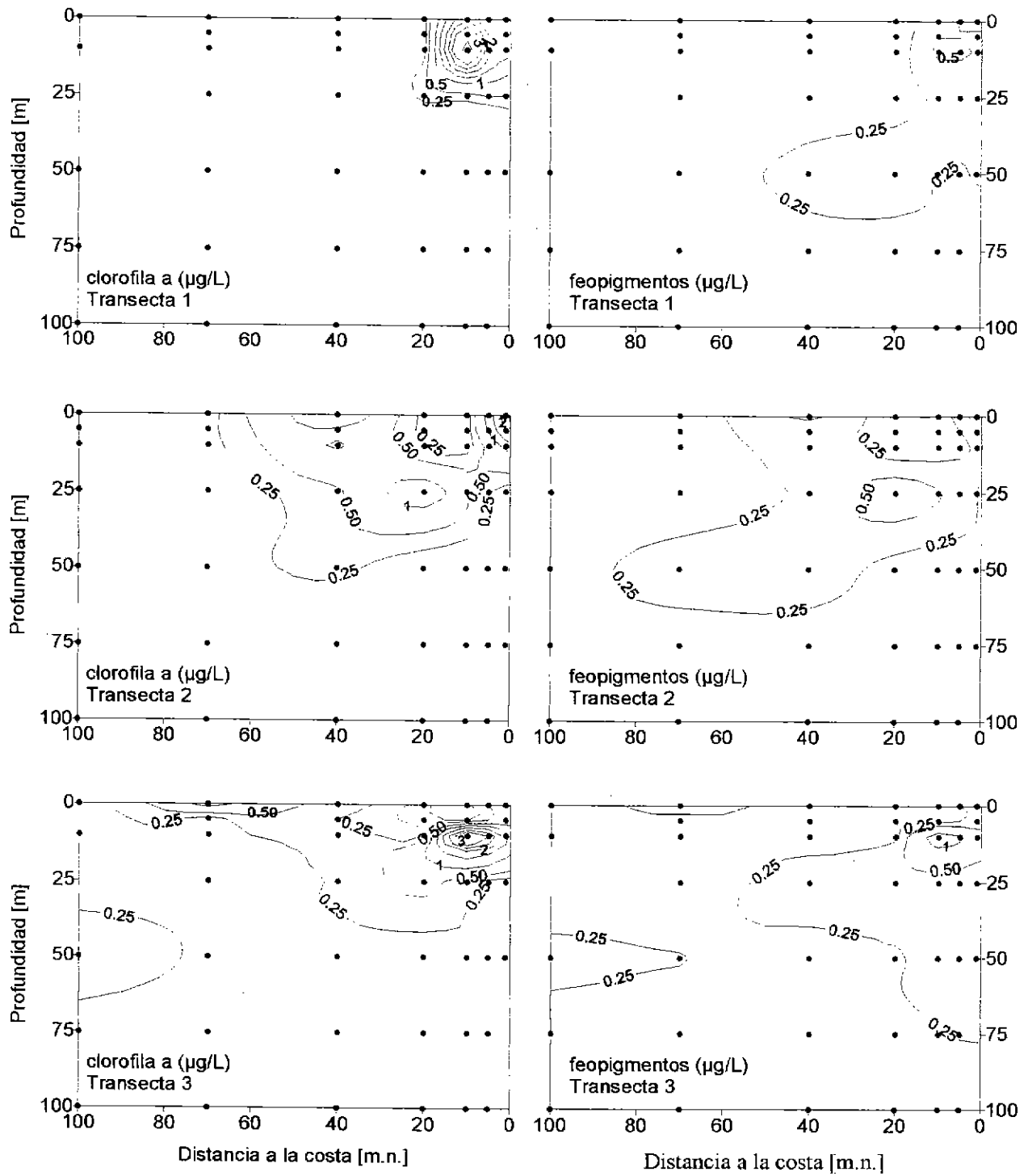


Figura 44. Distribución batimétrica de la clorofila a y los feopigmentos en mayo de 1997, desde las transectas 1 a la 3.

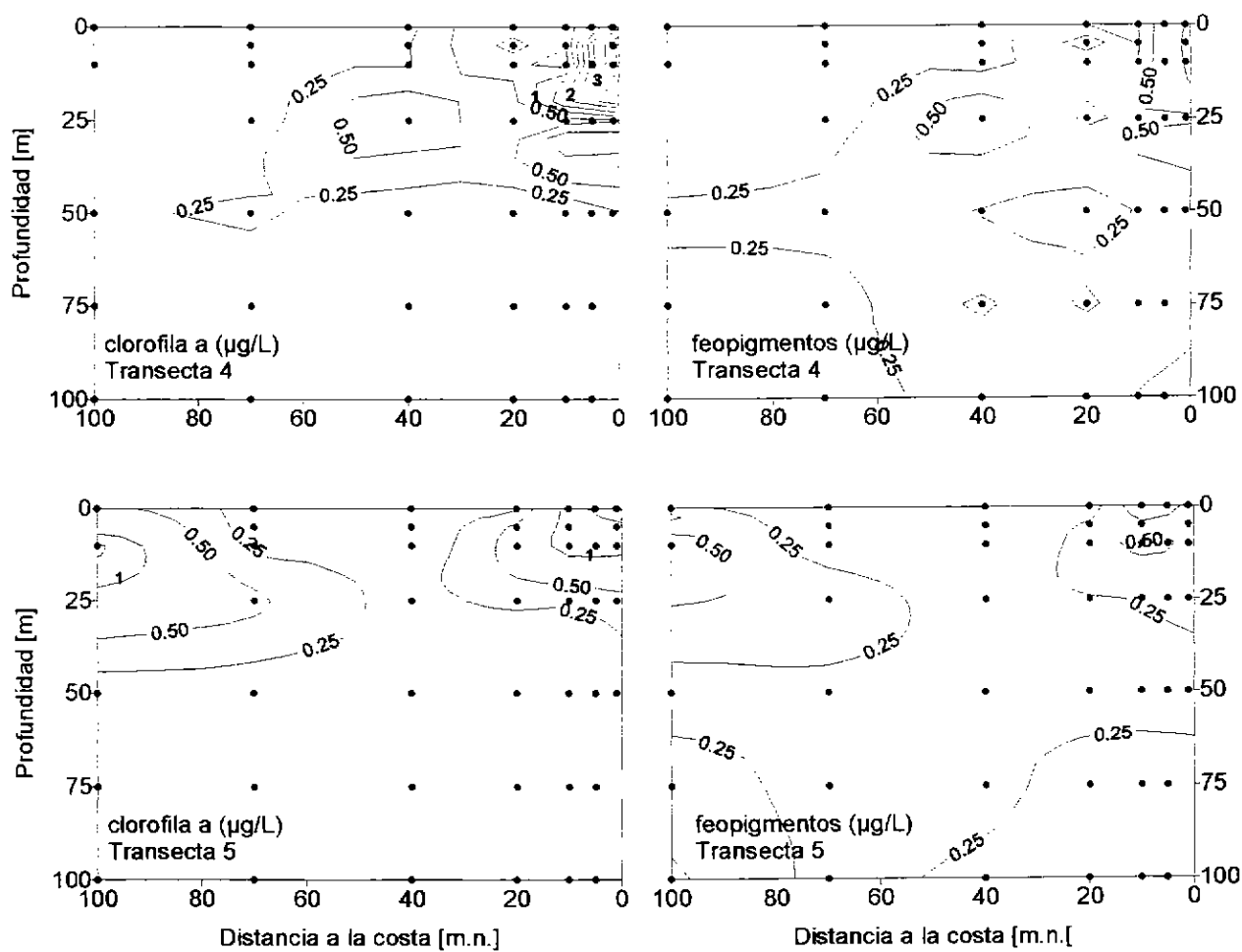


Figura 45. Distribución batimétrica de la clorofila a y los feopigmentos en mayo de 1997, desde las transectas 4 y 5.

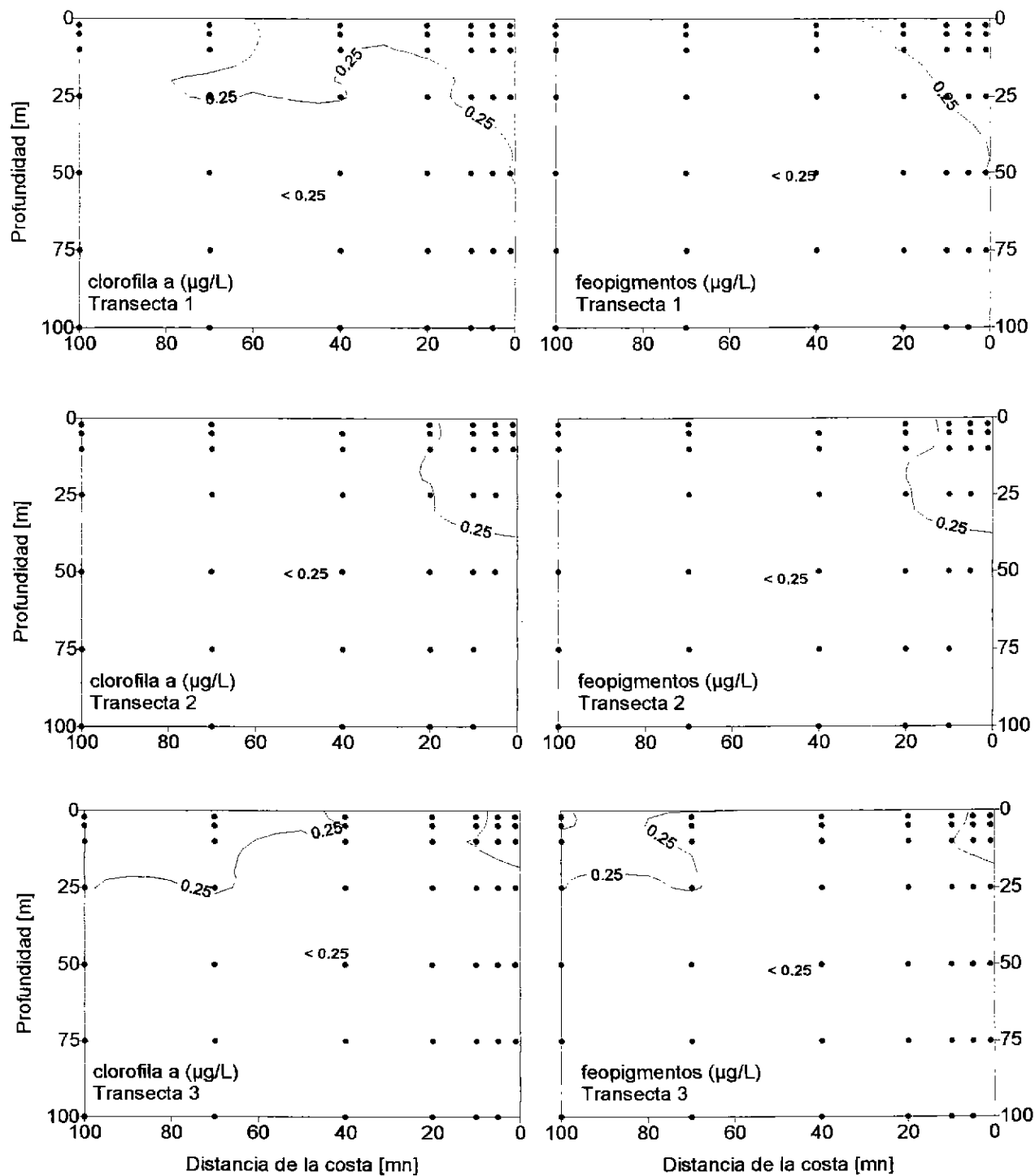


Figura 46. Distribución batimétrica de la clorofila a y los feopigmentos en agosto de 1997, desde las transectas 1 a la 3.

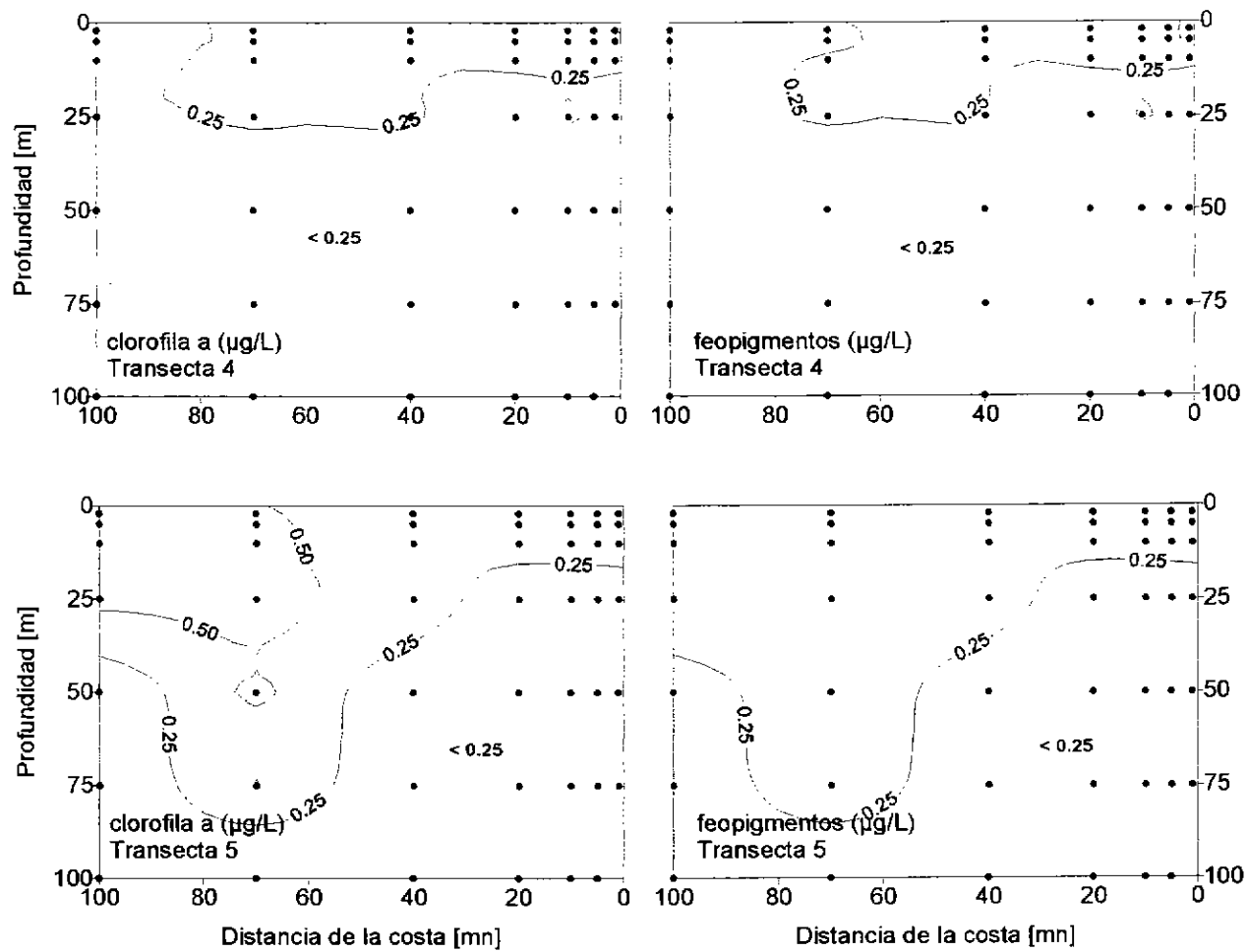


Figura 47. Distribución batimétrica de la clorofila a y los feopigmentos en agosto de 1997, desde las transectas 4 y 5.

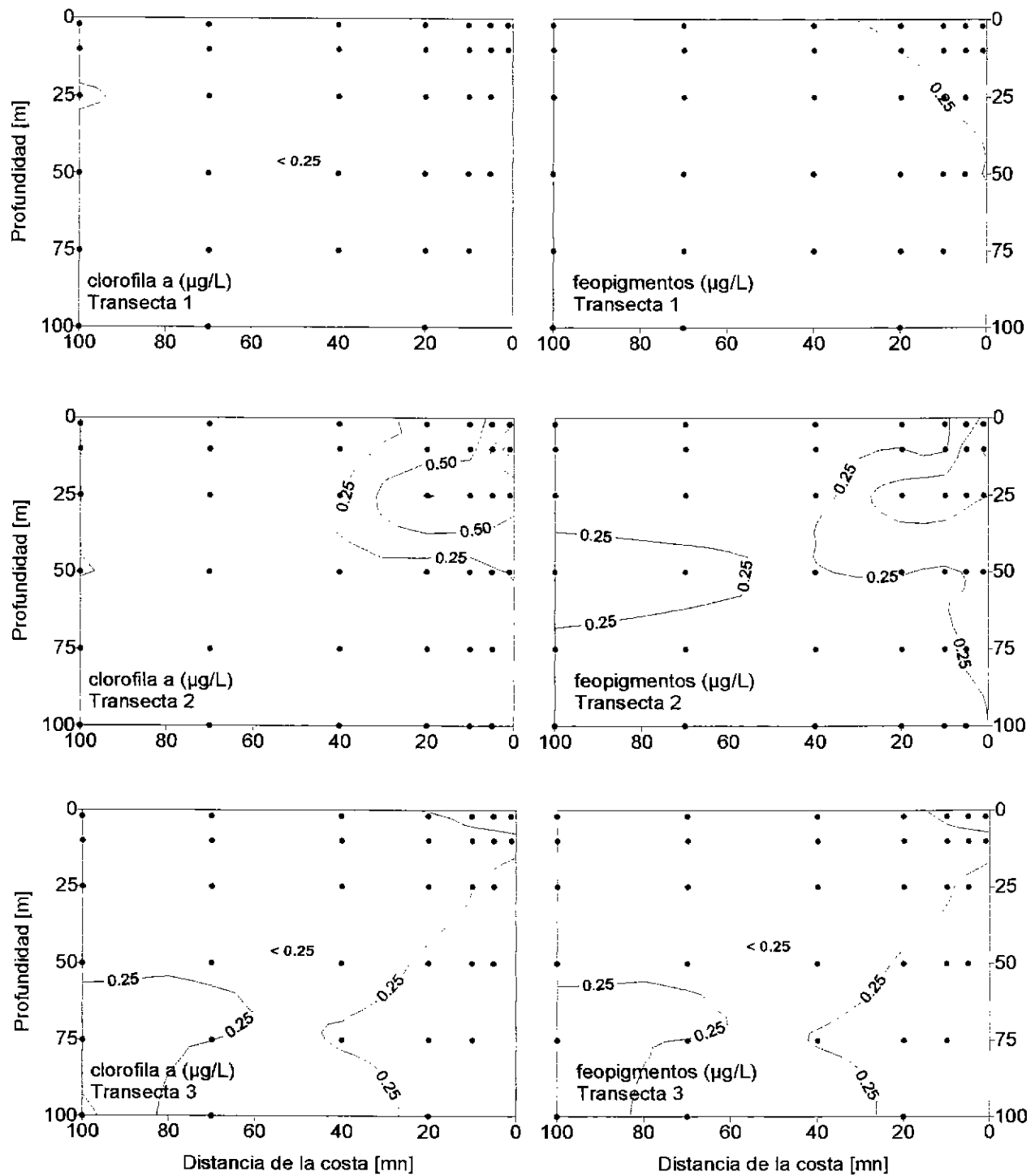


Figura 48. Distribución batimétrica de la clorofila a y los feopigmentos en diciembre de 1997, desde las transectas 1 a la 3.

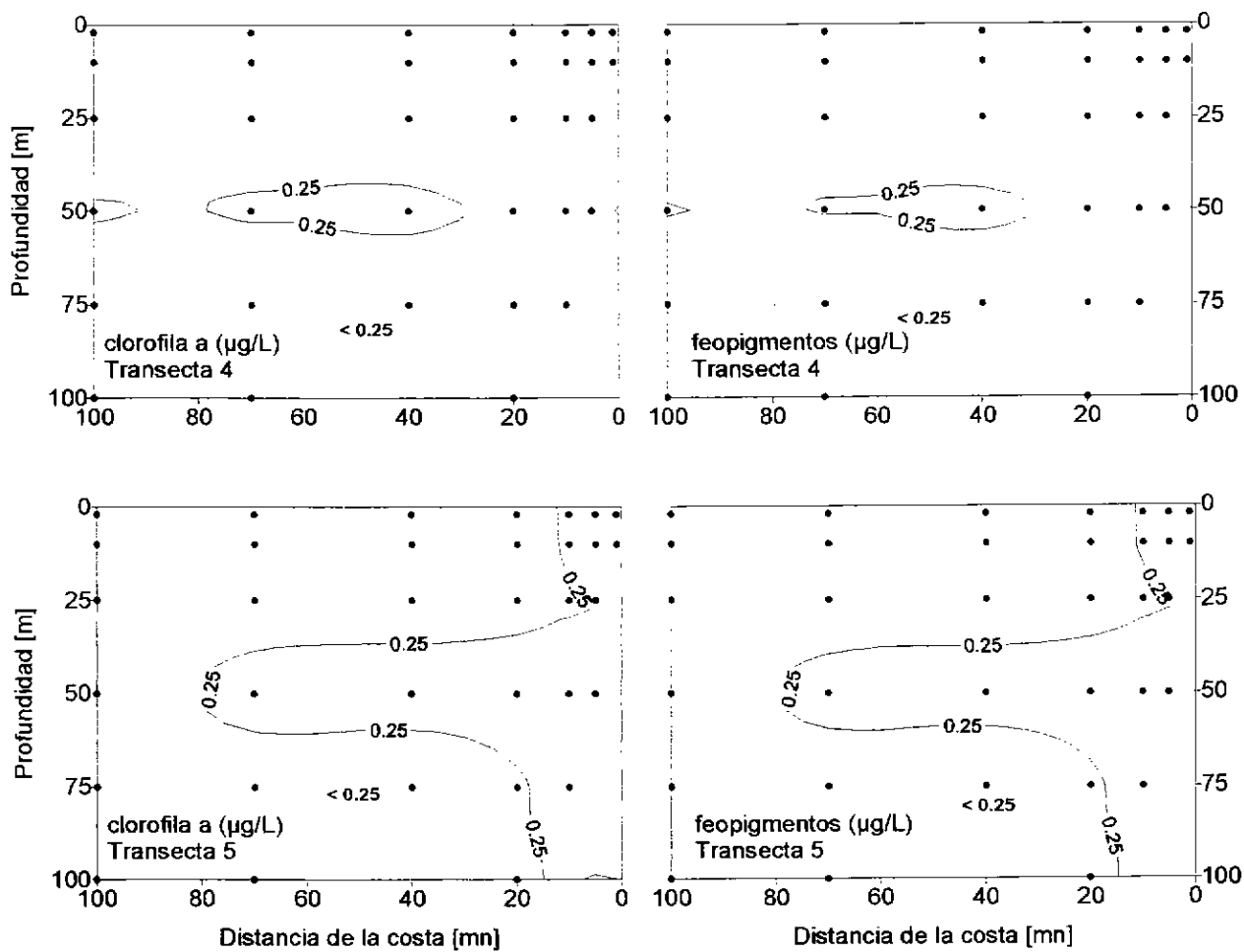


Figura 49. Distribución batimétrica de la clorofila a y los feopigmentos en diciembre de 1997, desde las transectas 4 y 5.

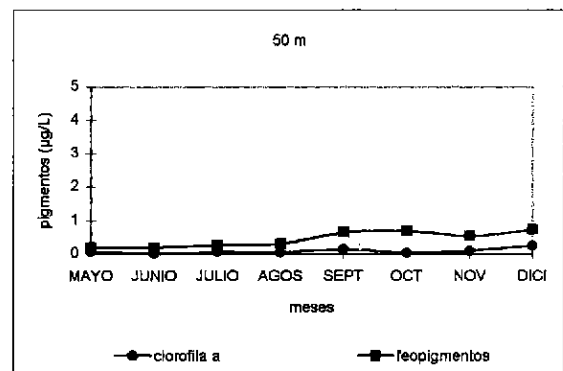
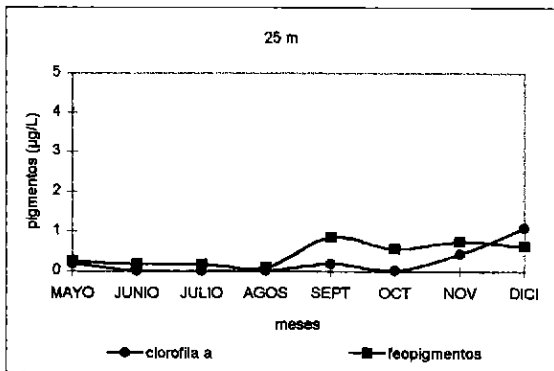
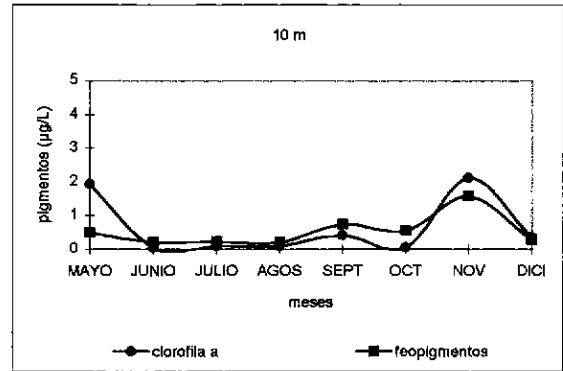
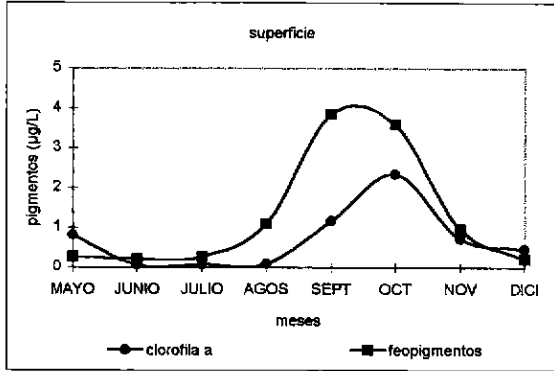


Figura 50. Diagramas de distribución mensual de la clorofila a y los feopigmentos ($\mu\text{g/L}$), a los niveles superficial, 10, 25 y 50 m, en la estación fija realizada en Mejillones.

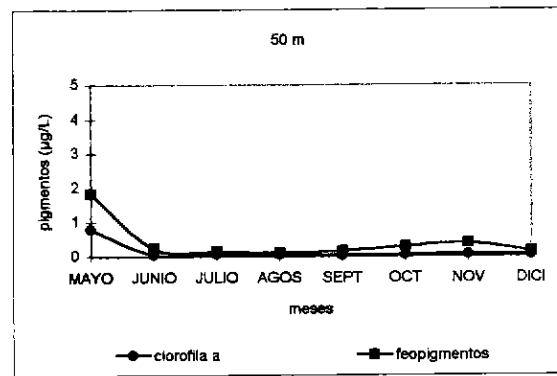
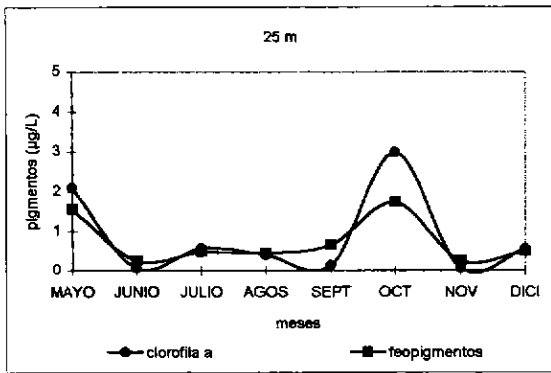
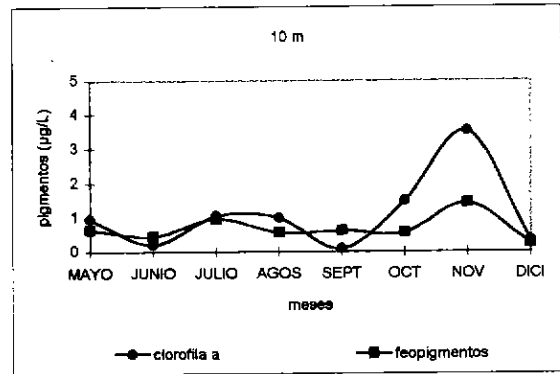
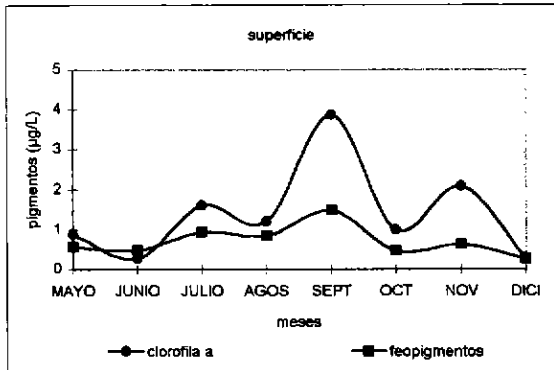


Figura 51. Diagramas de distribución mensual de la clorofila a y los feopigmentos ($\mu\text{g/L}$), a los niveles superficial, 10, 25 y 50 m, en la estación fija realizada en Iquique.

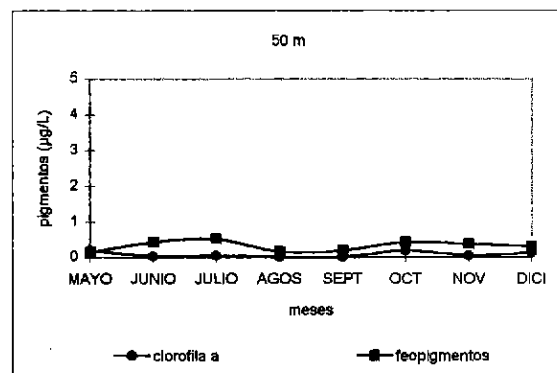
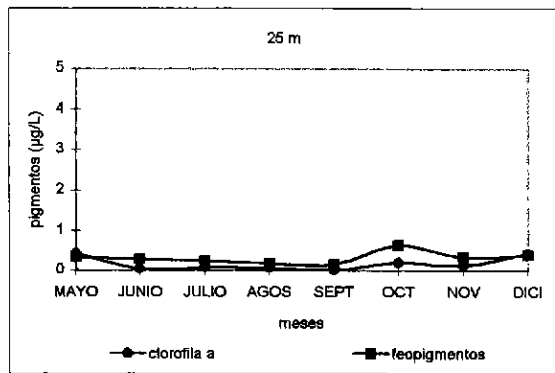
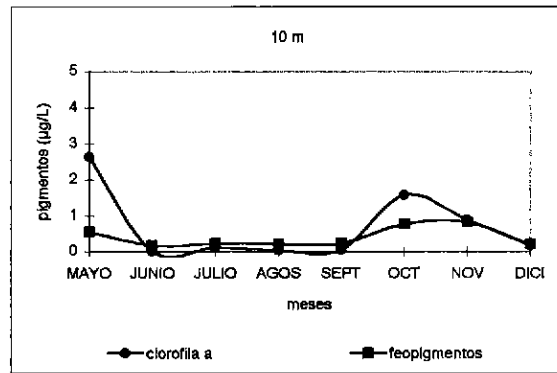
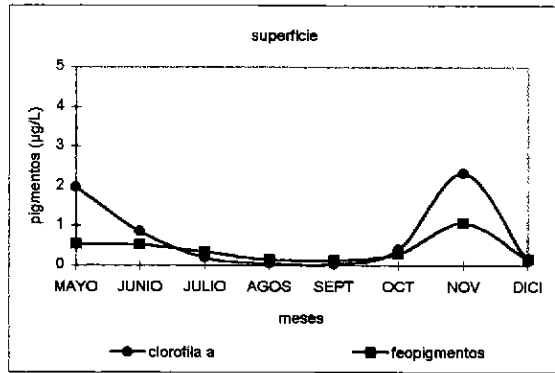


Figura 52. Diagramas de distribución mensual de la clorofila a y los feopigmentos ($\mu\text{g/L}$), a los niveles superficial, 10, 25 y 50 m, en la estación fija realizada en Arica.

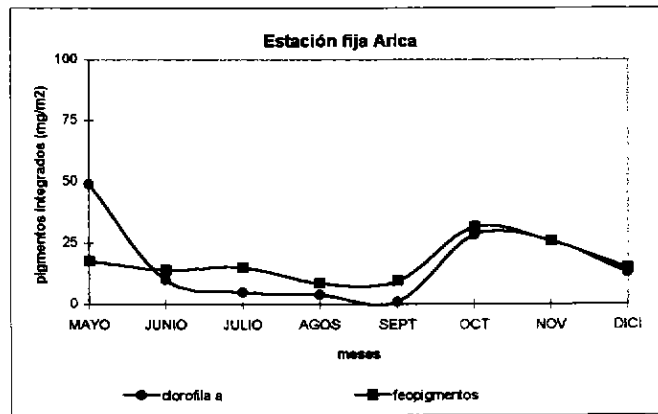
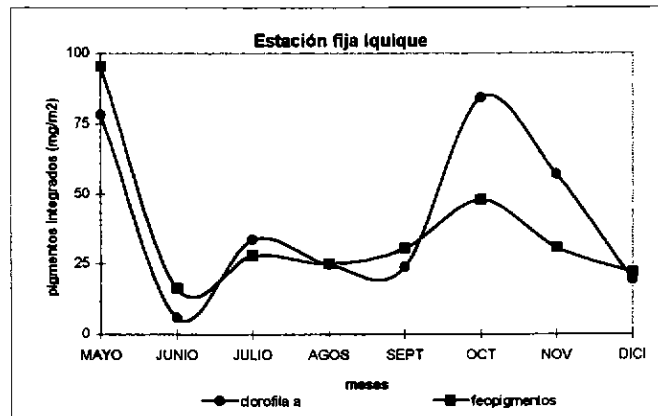
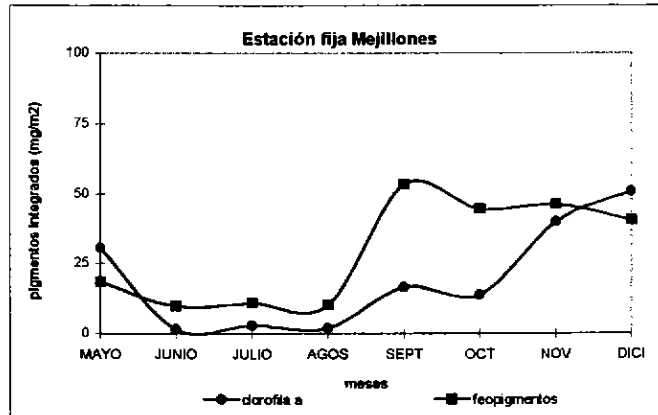


Figura 53. Variabilidad mensual de la clorofila a y los feopigmentos integrados (mg/m²), en las estaciones fijas realizadas en Mejillones, Iquique y Arica.

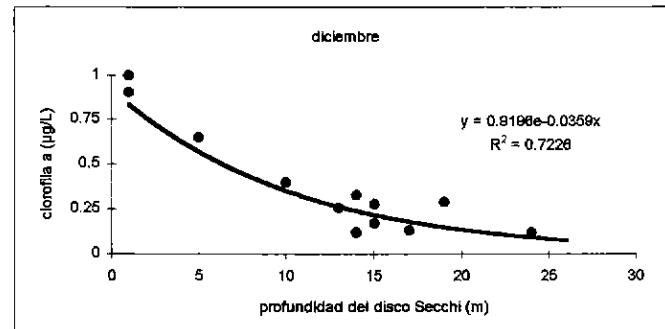
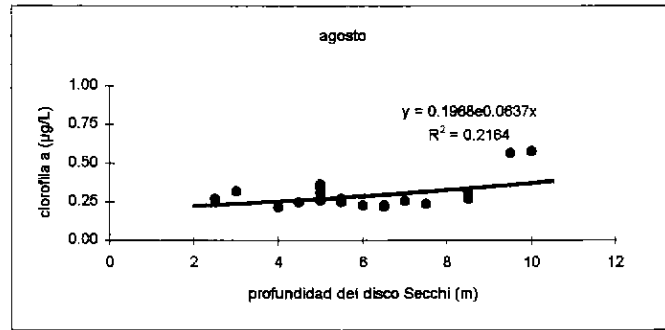
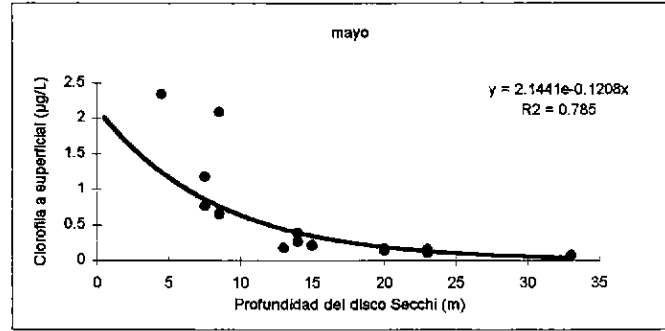


Figura 54. Relación funcional exponencial entre la clorofila a ($\mu\text{g/L}$) superficial y la profundidad del disco Secchi, para los meses de mayo, agosto y diciembre.

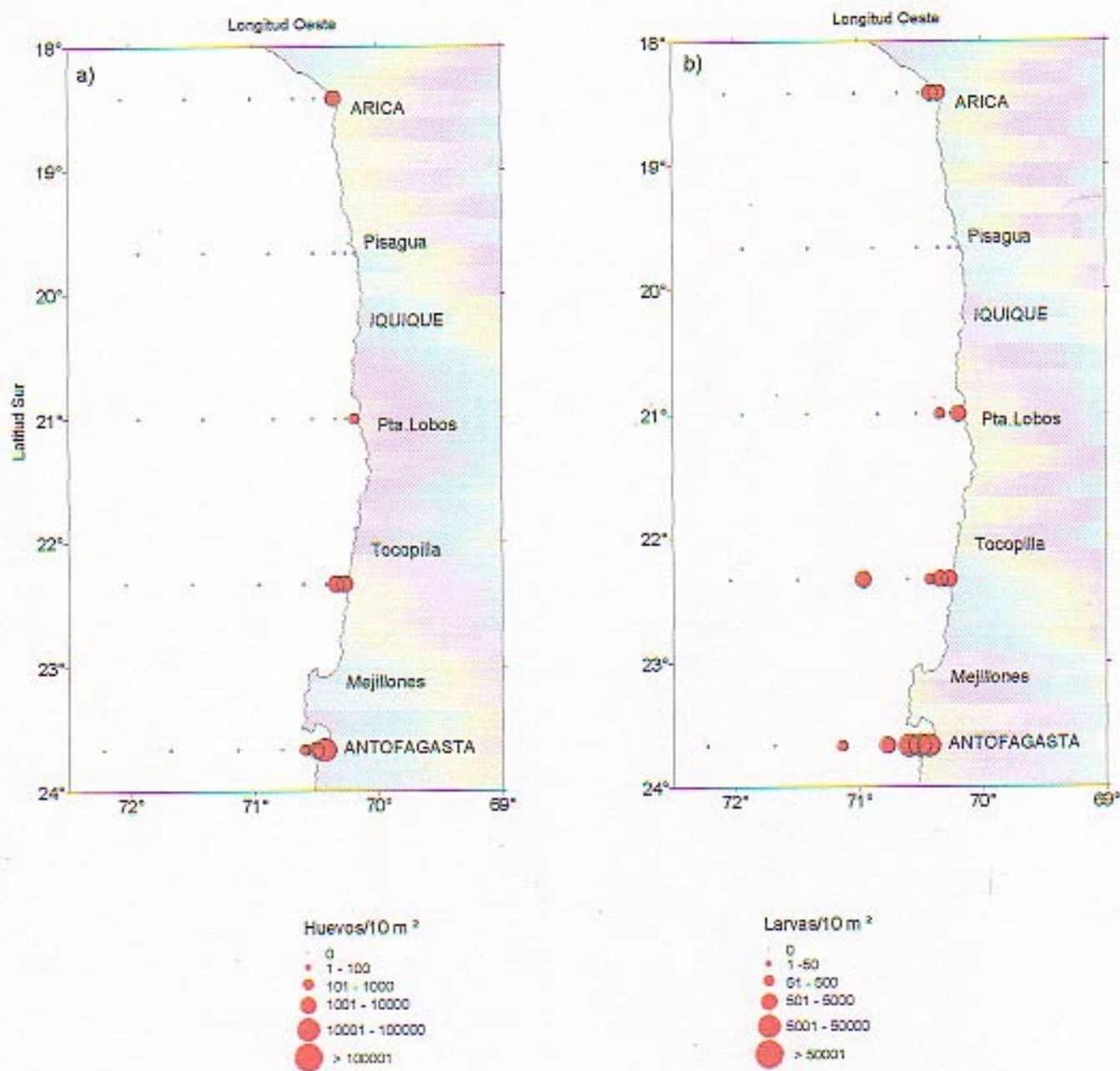


Figura 55.- Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de anchoveta. Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.

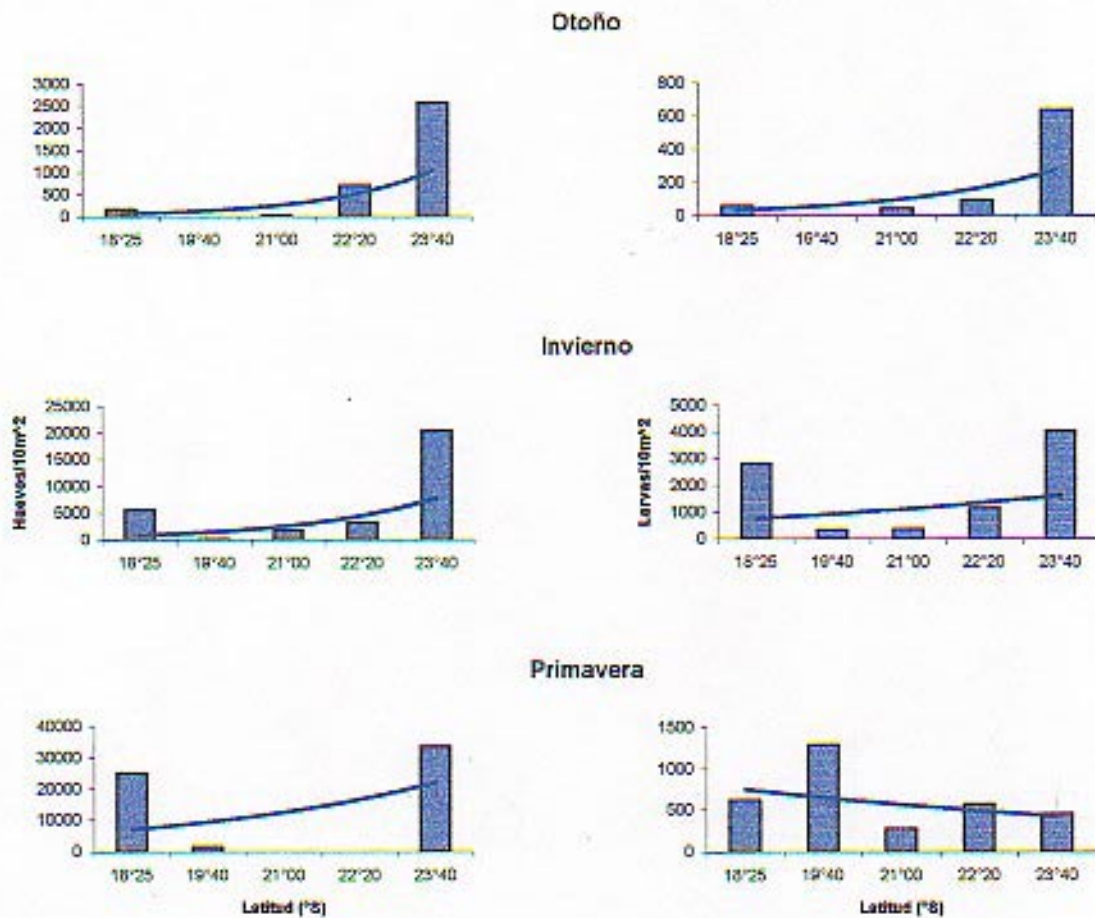


Fig. 56 Abundancia promedio y curvas de tendencia de huevos y larvas de anchoveta con respecto a la latitud en otoño, invierno y primavera de 1997.

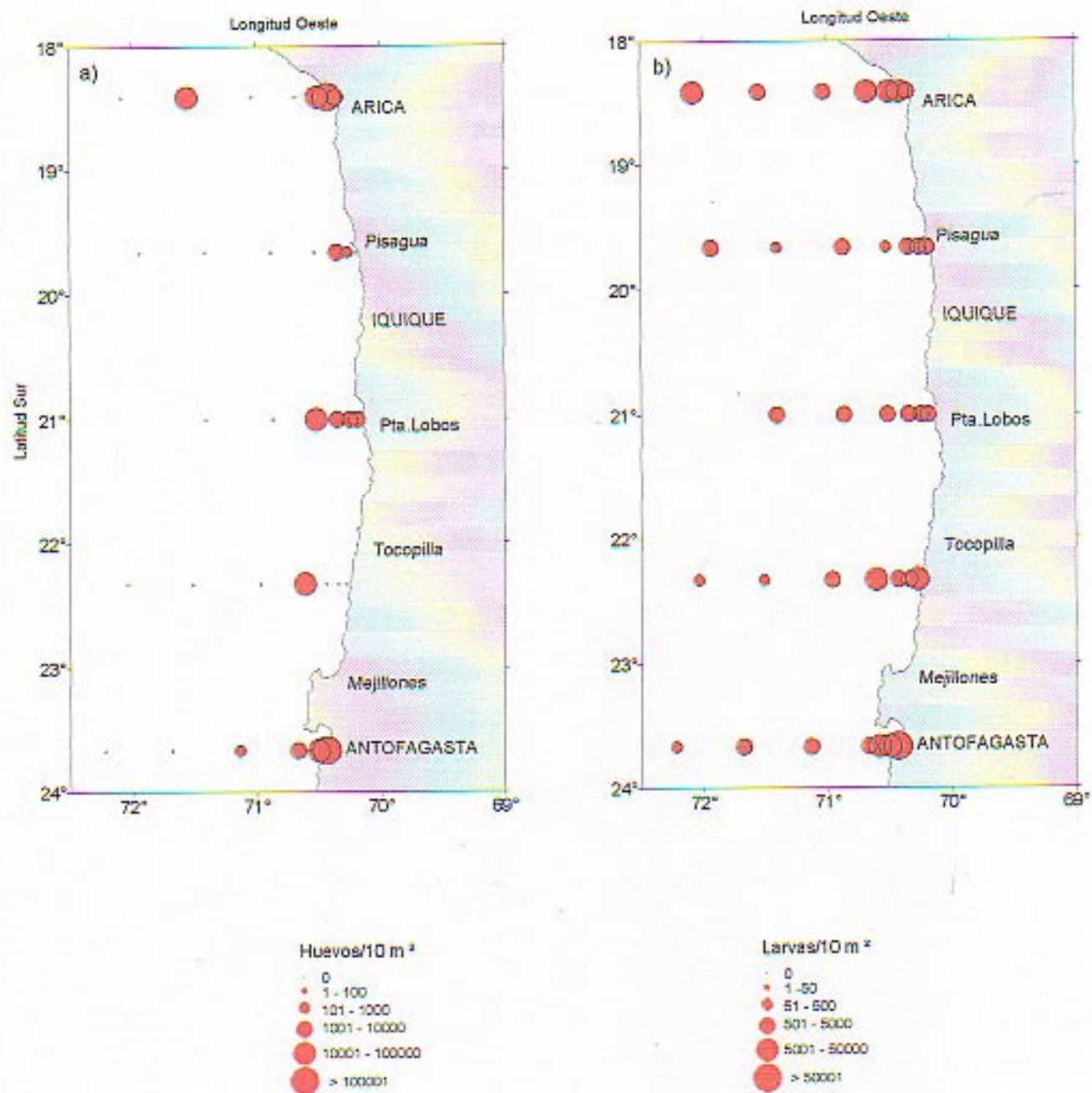


Figura 57.- Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de anchoveta. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.

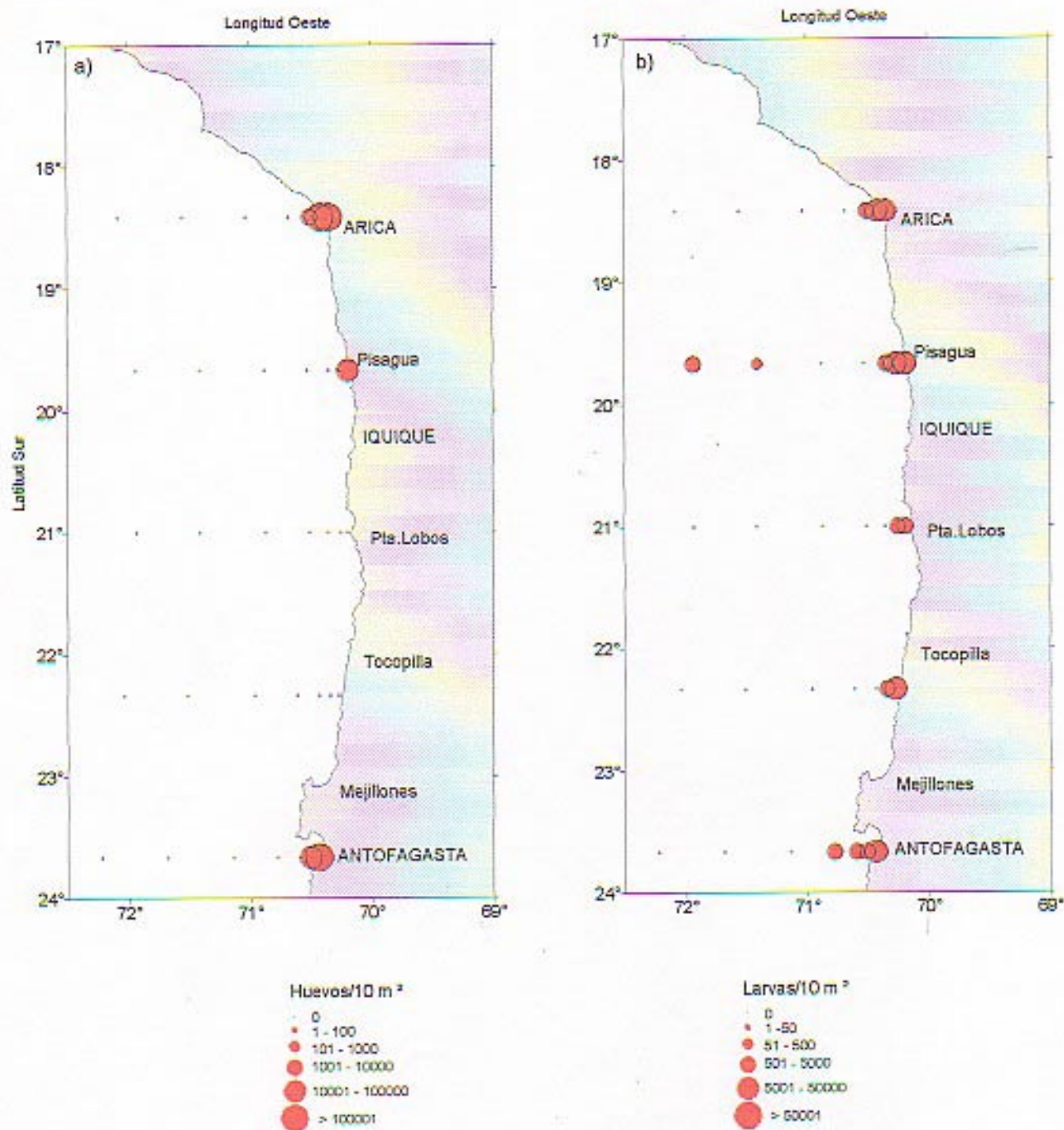


Figura 58.- Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de anchoveta. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.

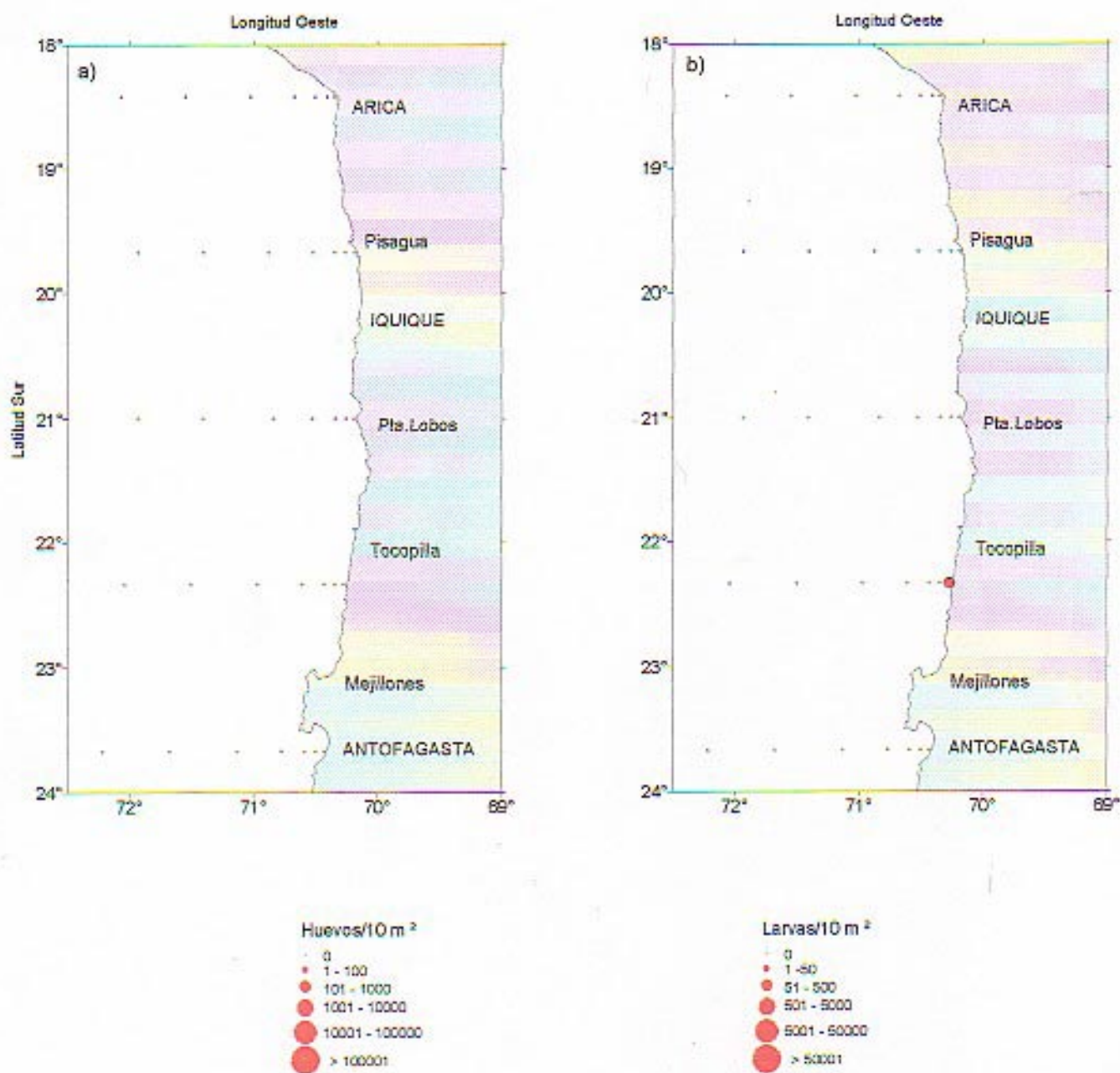


Figura 59.- Distribución y abundancia de (b) Larvas de sardina.
 Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.

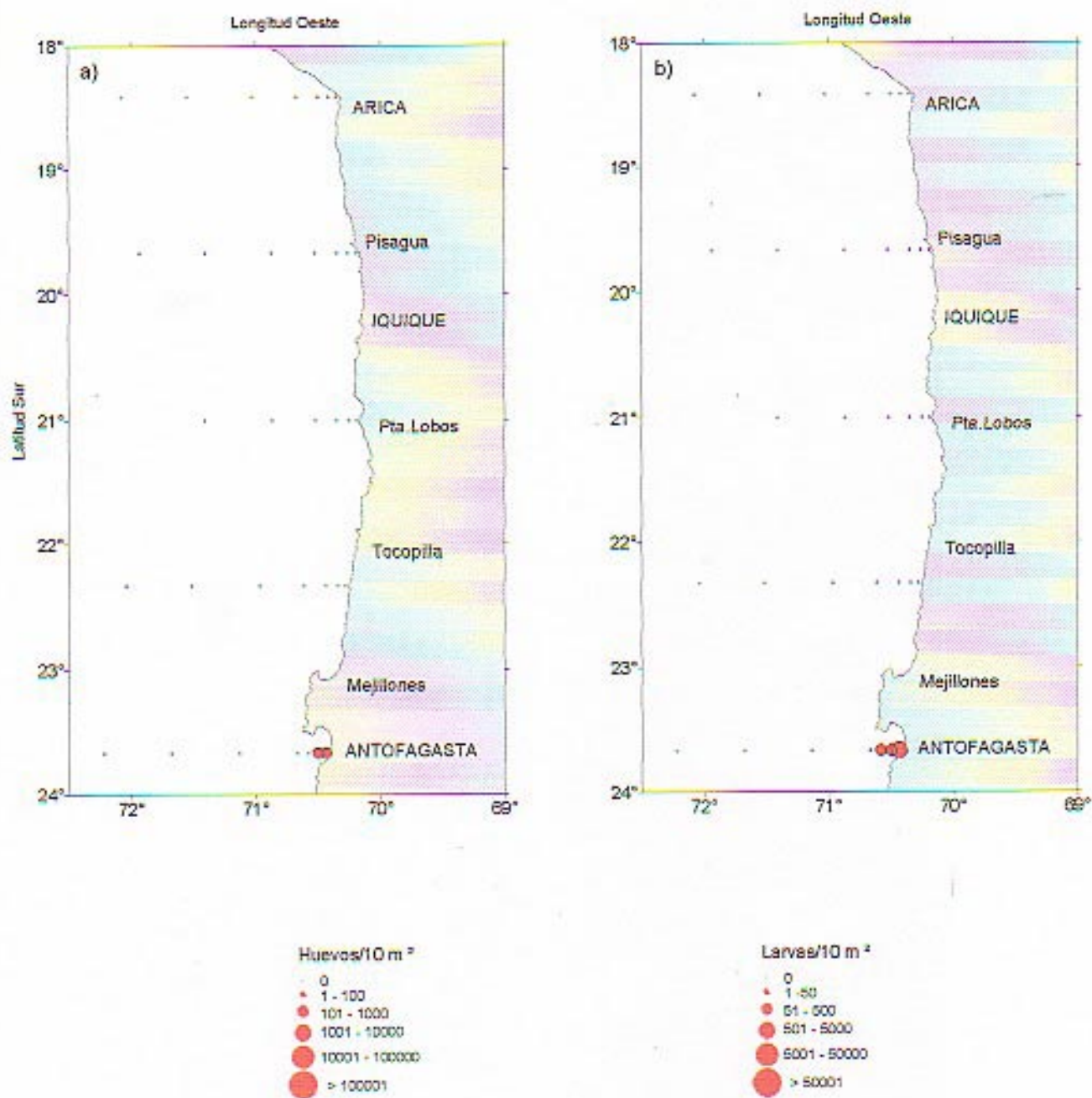


Figura 60.- Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de sardina. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.

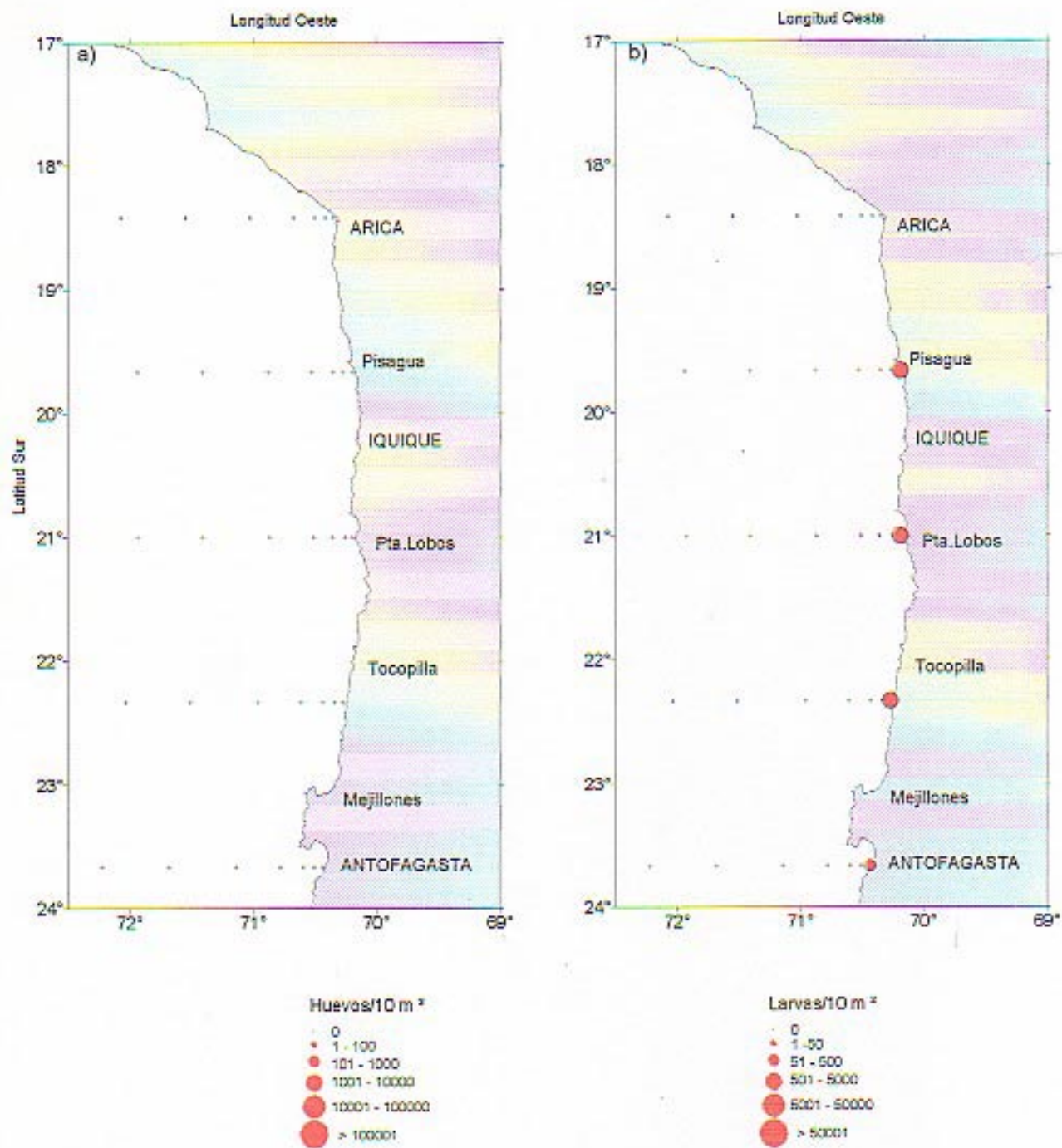


Figura 61.- Distribución y abundancia de (b) Larvas de sardina.
Crucero MONOR 9712 Primavera 1997.408(4)97CP.

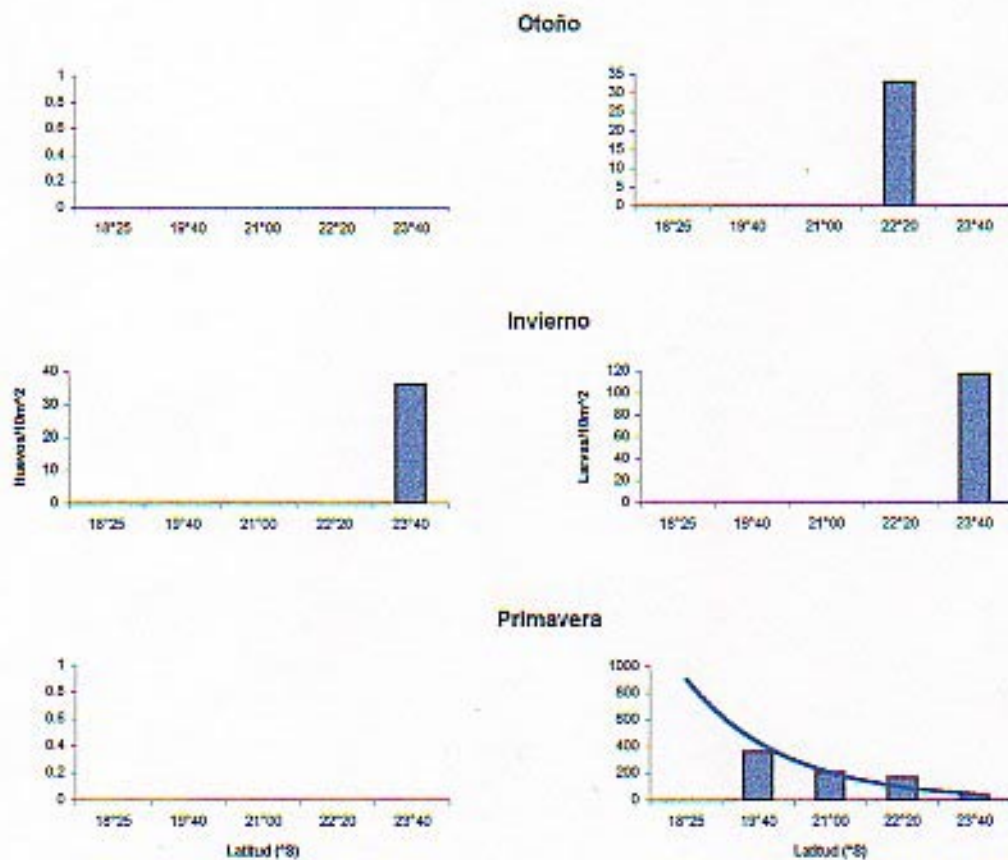
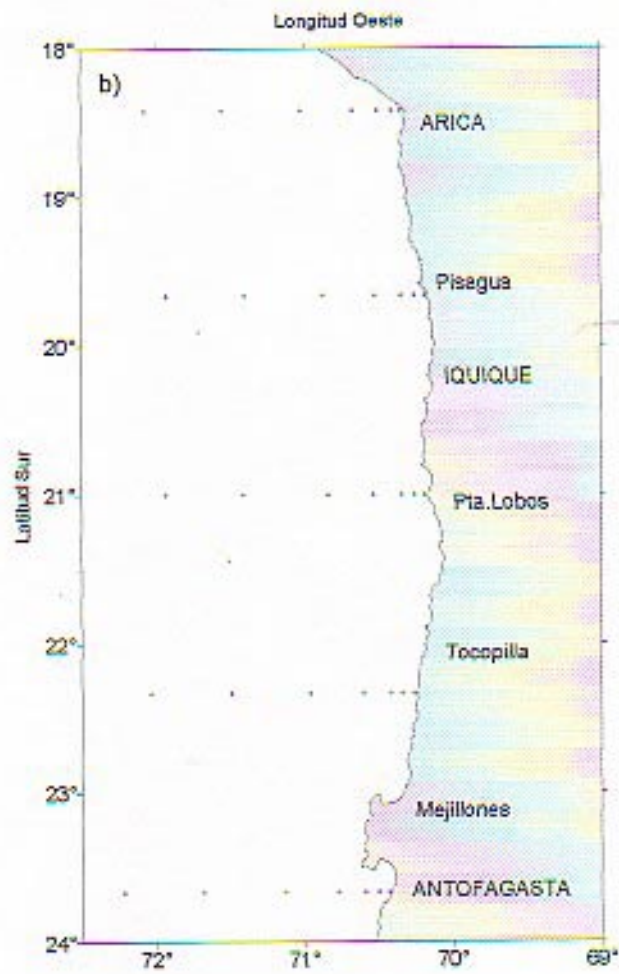
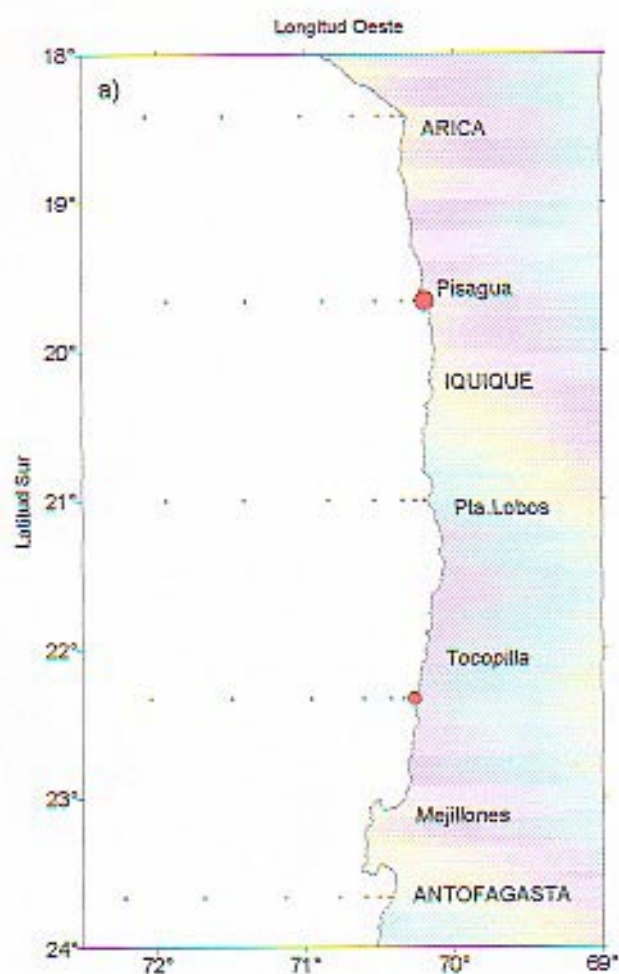
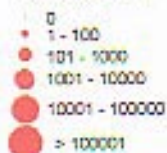


Fig. 62 Abundancia promedio y curva de tendencia de huevos y larvas de sardina con respecto a la latitud en otoño, invierno y primavera de 1997.



Huevos/10 m²



Larvas/10 m²

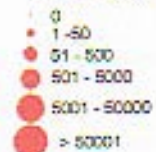


Figura 63.- Distribución y abundancia de (a) Huevos de jurel.
Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.

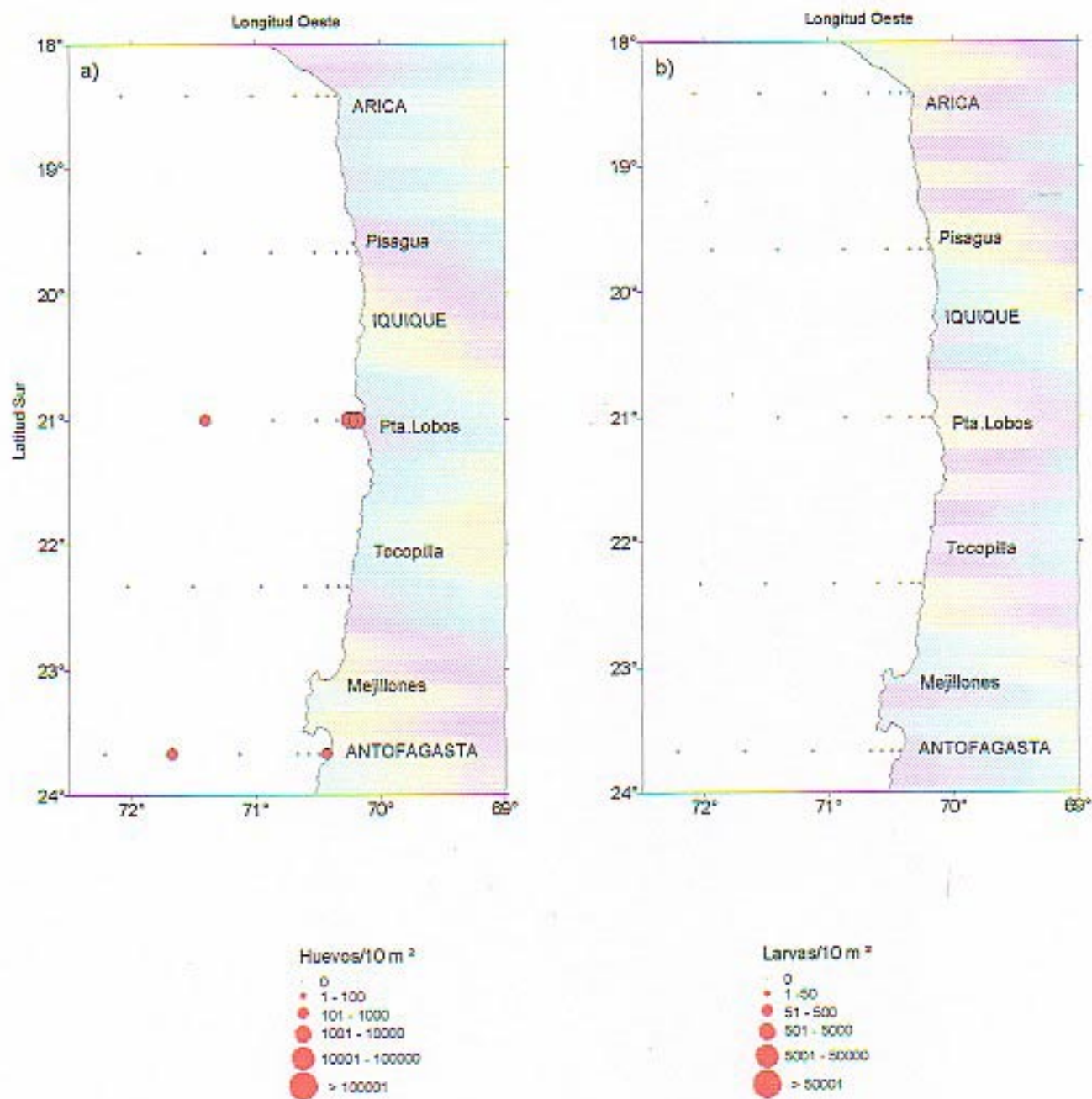


Figura 64.- Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de jurel. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.

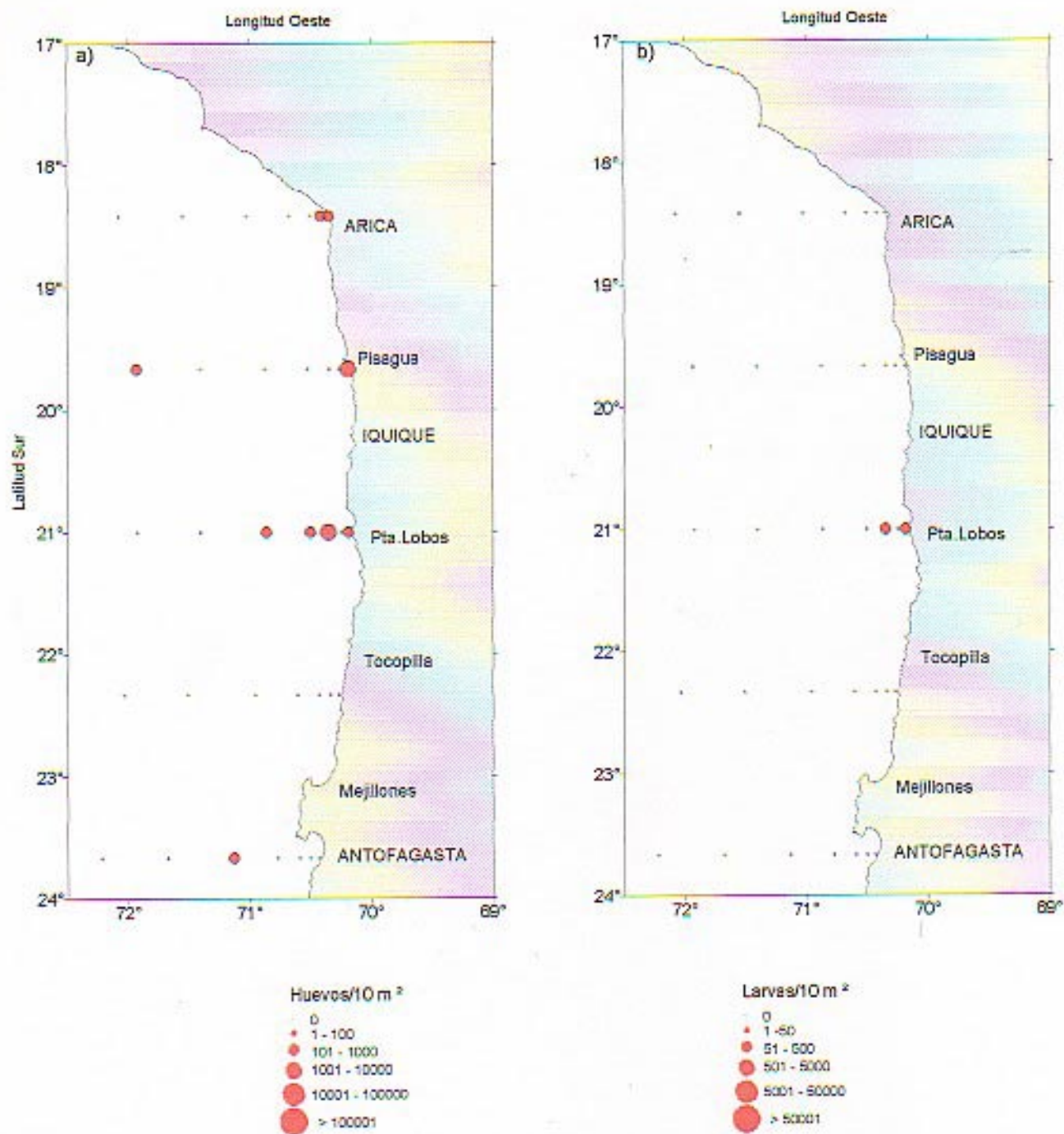


Figura 65.- Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de jurel. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.

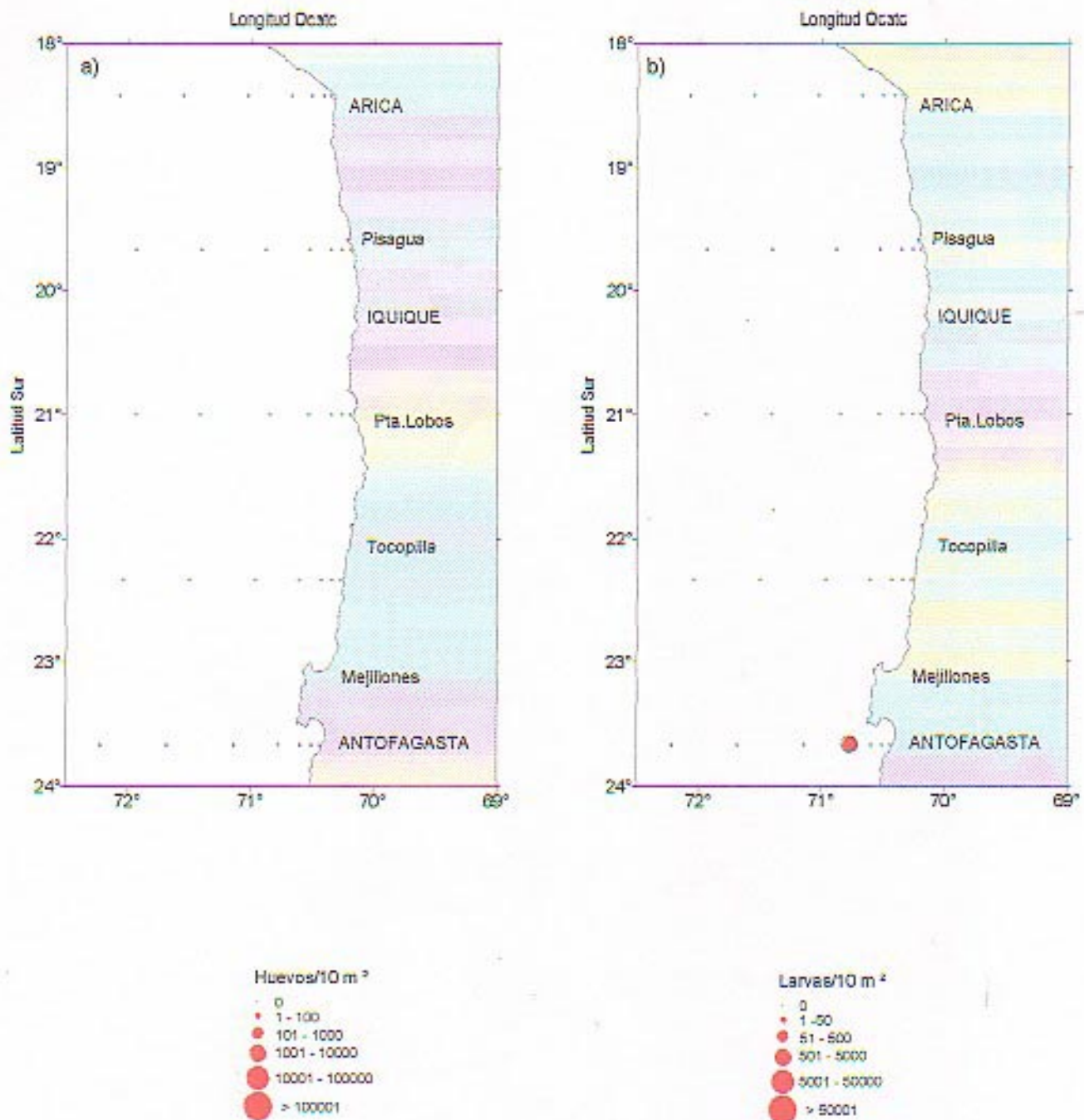


Figura 66.- Distribución y abundancia de (b) Larvas de caballa.
Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.

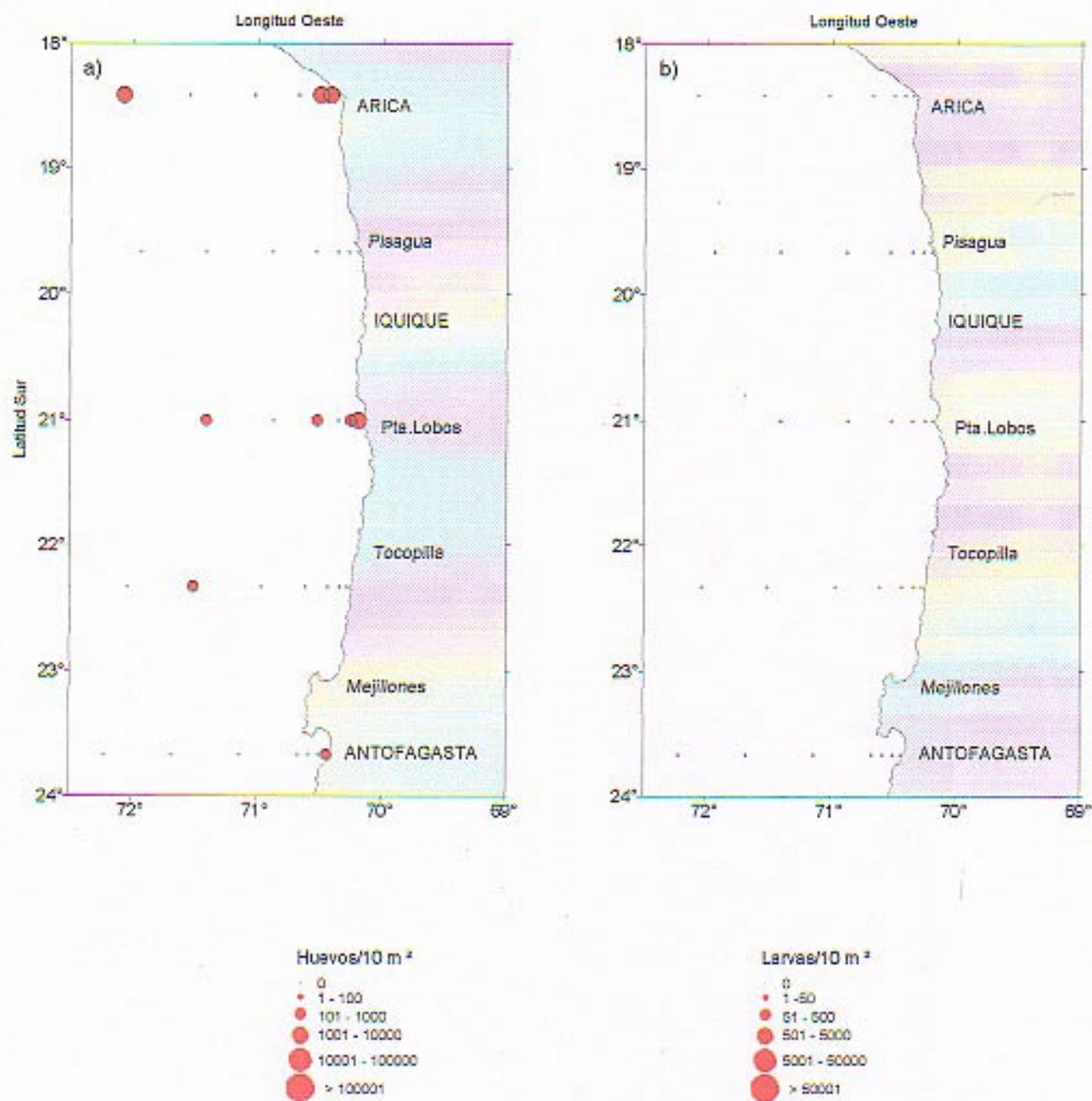


Figura 67.- Distribución y abundancia de (a) Huevos de caballa.
Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.

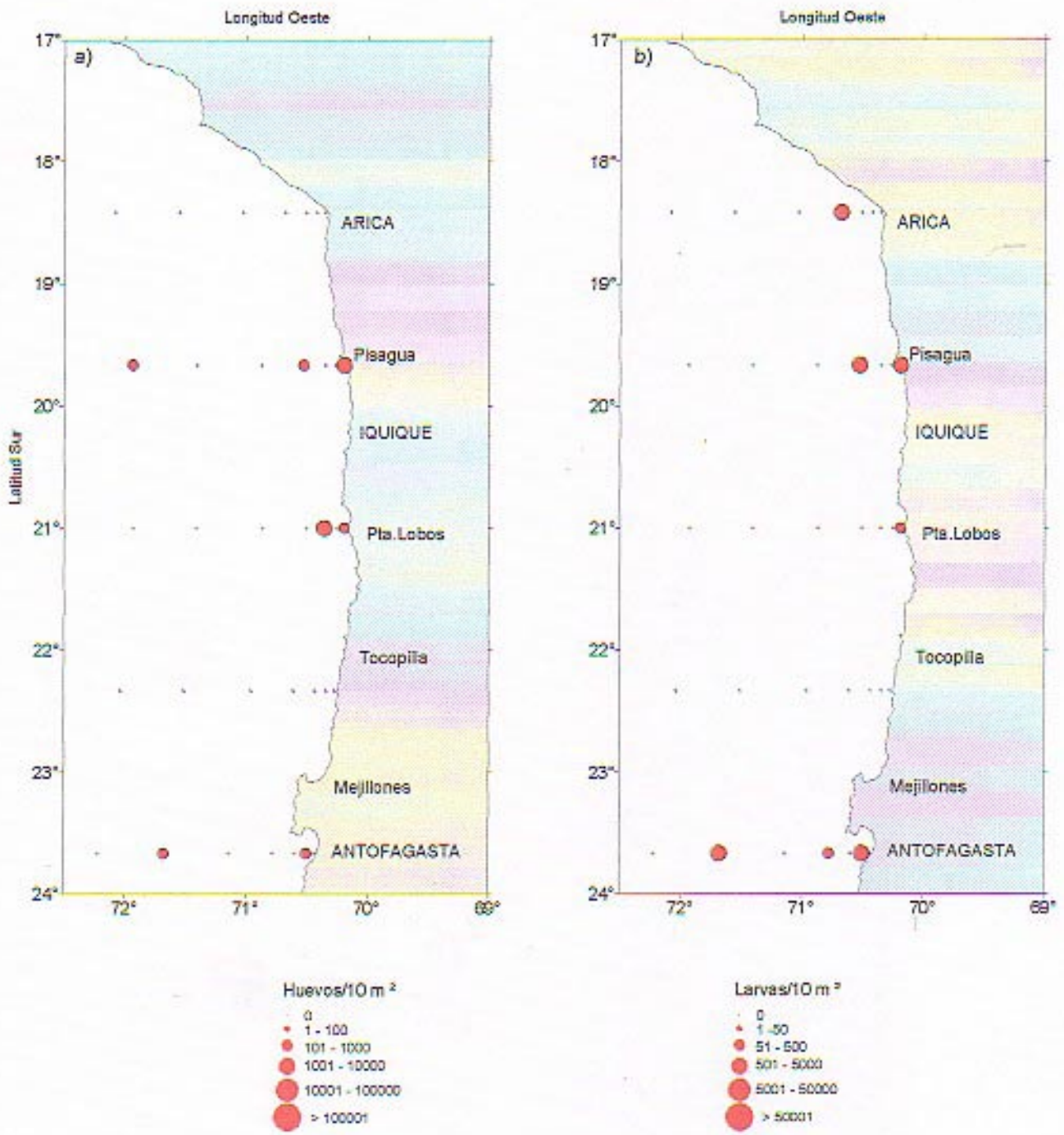


Figura 68.- Distribución y abundancia de (a) Huevos y (b) Larvas de caballa. Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.

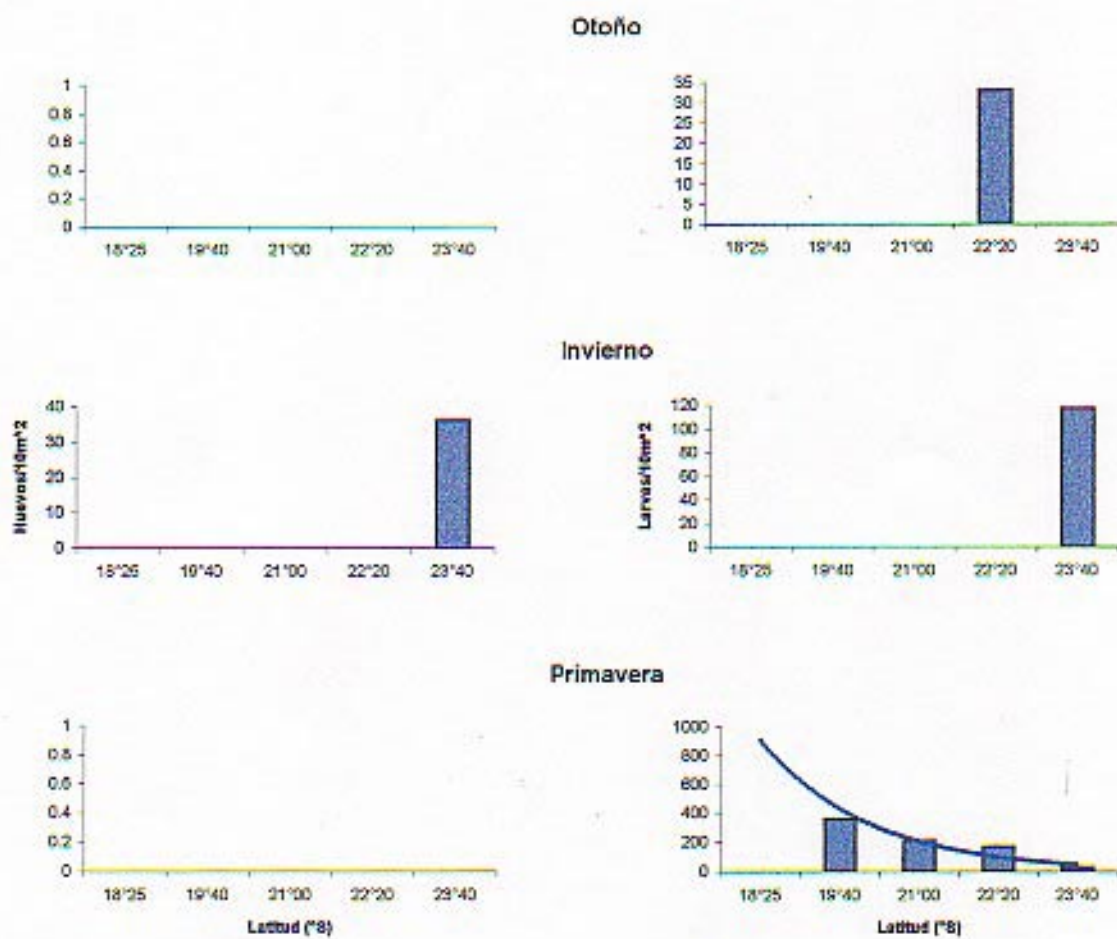


Fig. 69 Abundancia promedio de huevos y larvas de caballa con respecto a la latitud en otoño, invierno y primavera de 1997.

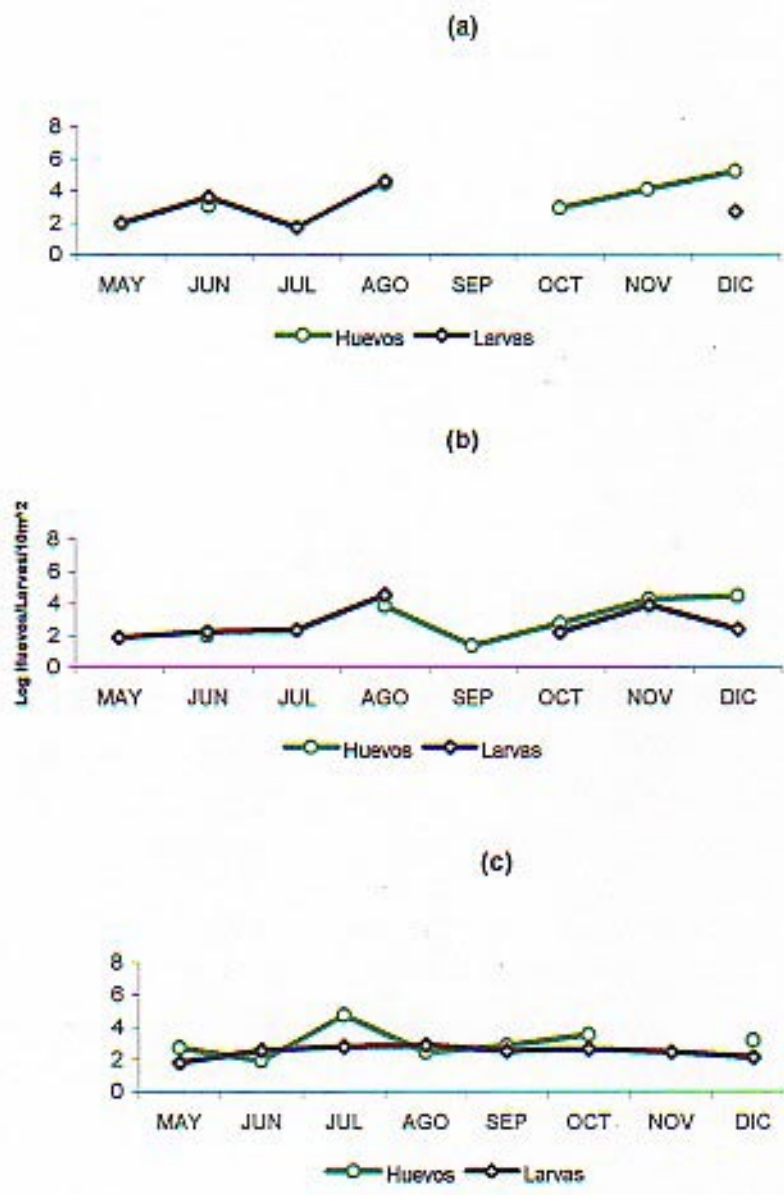


Fig. 70 Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de anchoveta en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.

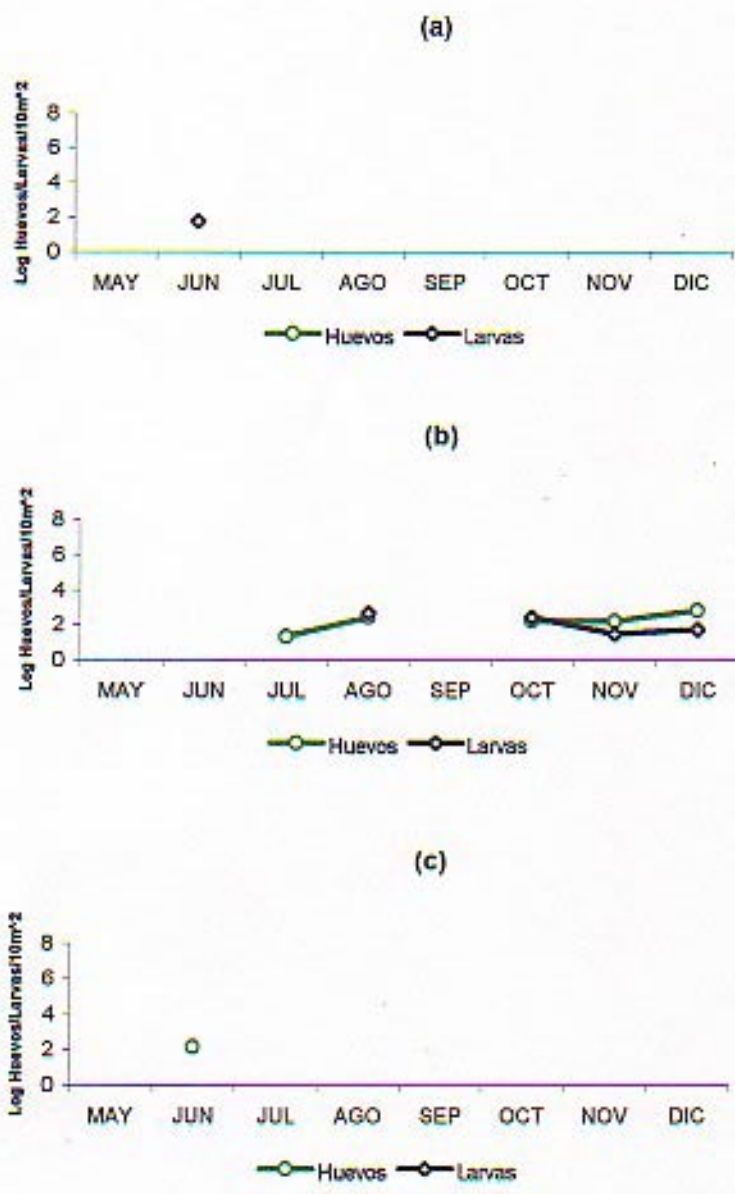


Fig. 71. Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de sardina en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.

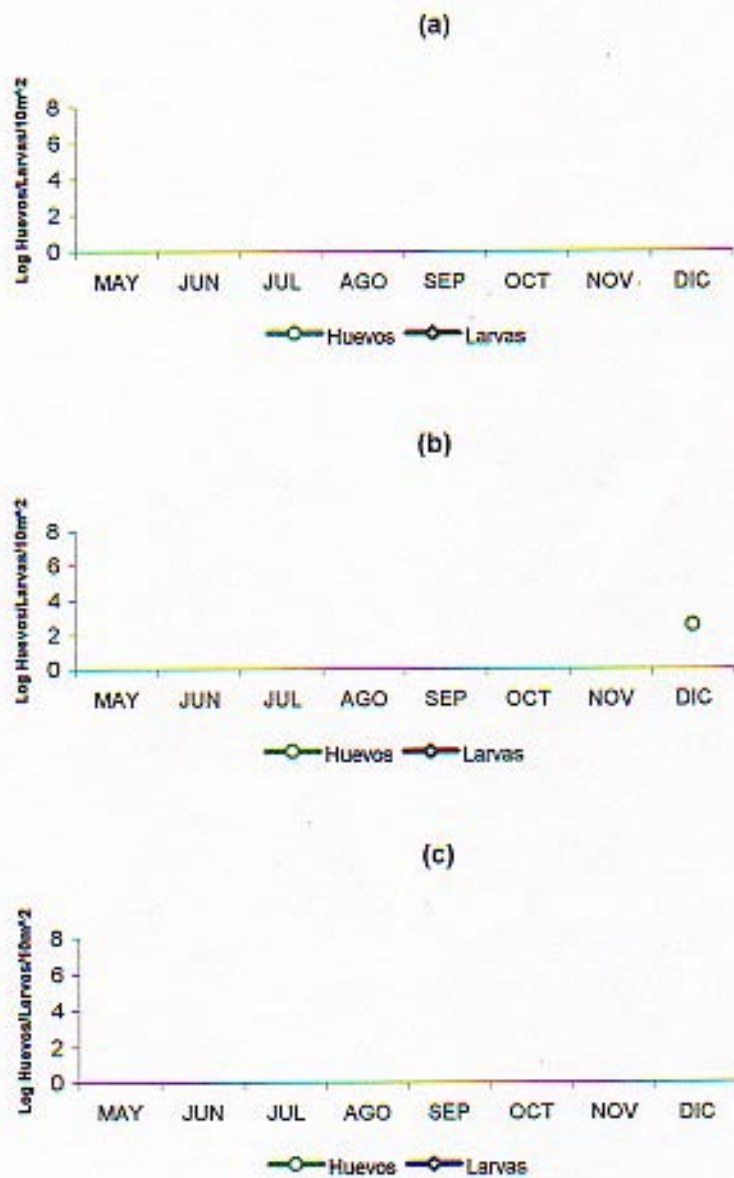


Fig. 72 Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de jurel en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.

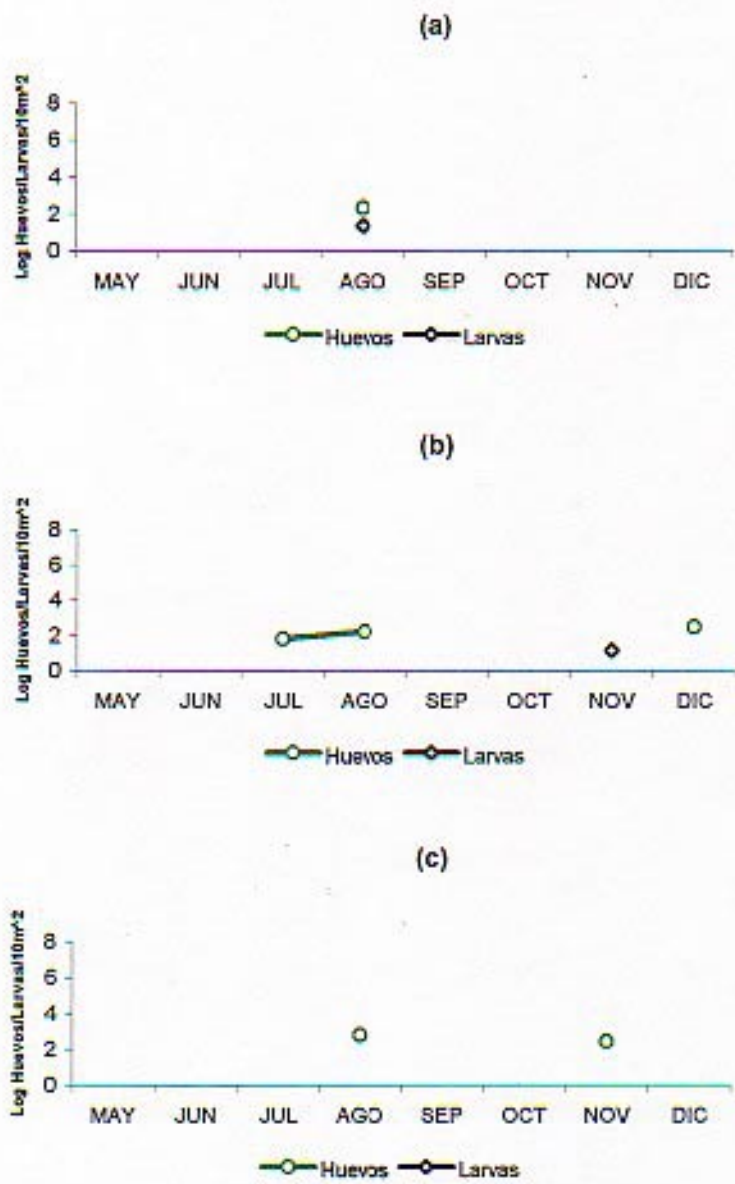
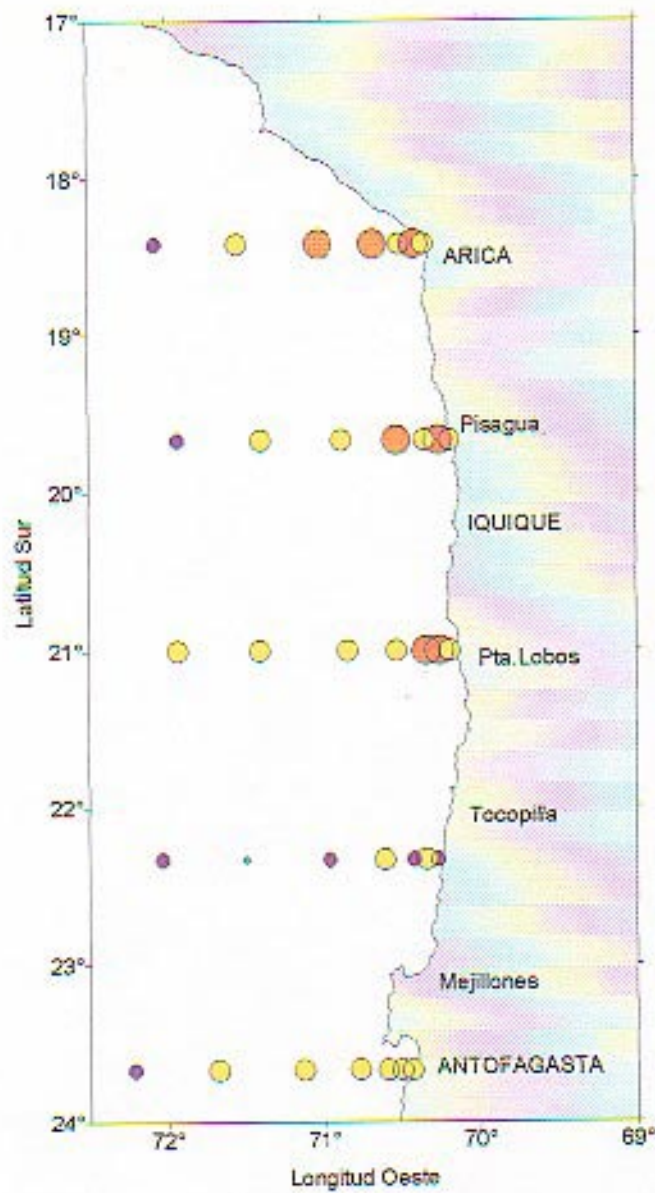


Fig. 73 Distribución y abundancia temporal de huevos y larvas de caballa en estaciones fijas de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Mayo a diciembre 1997.



Categorías de densidad

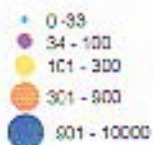


Figura 74.- Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero MONOR 9705 Otoño 1997. 401(2)97CP.

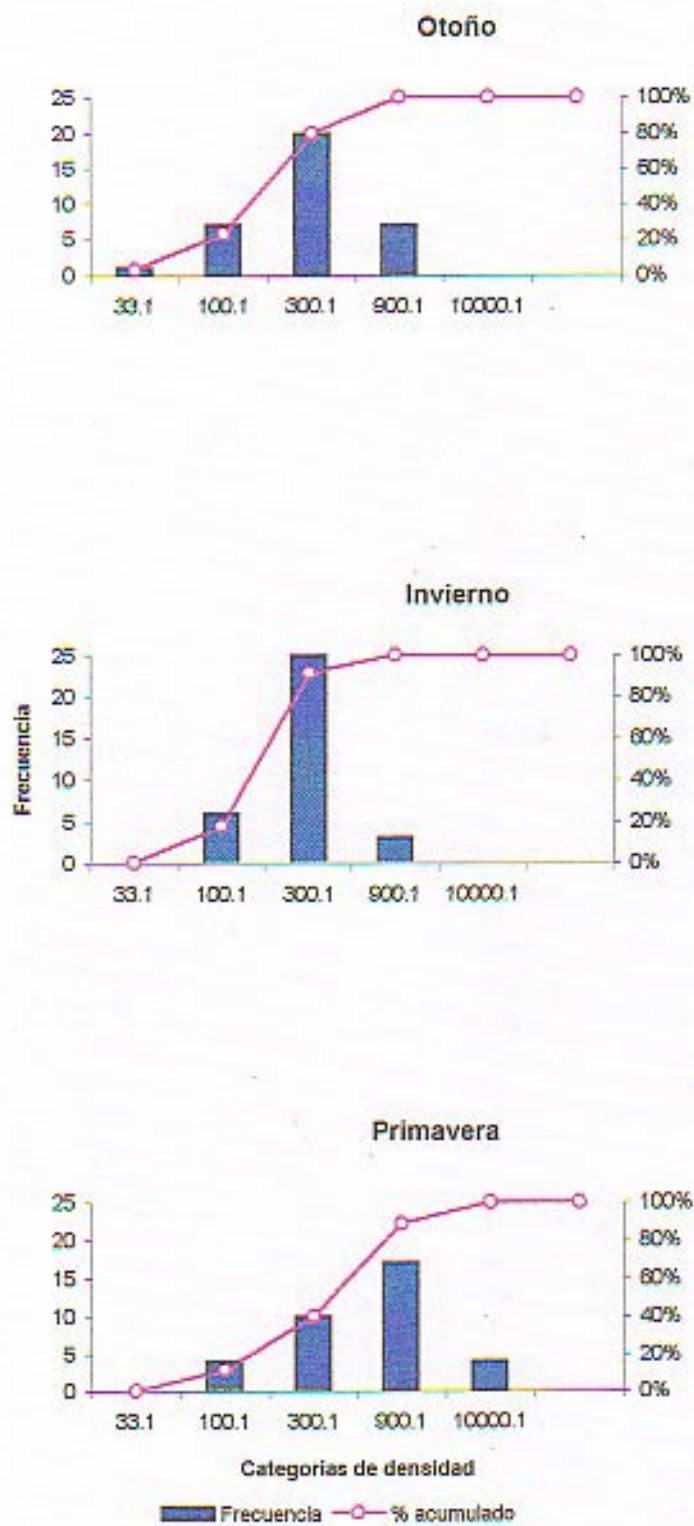
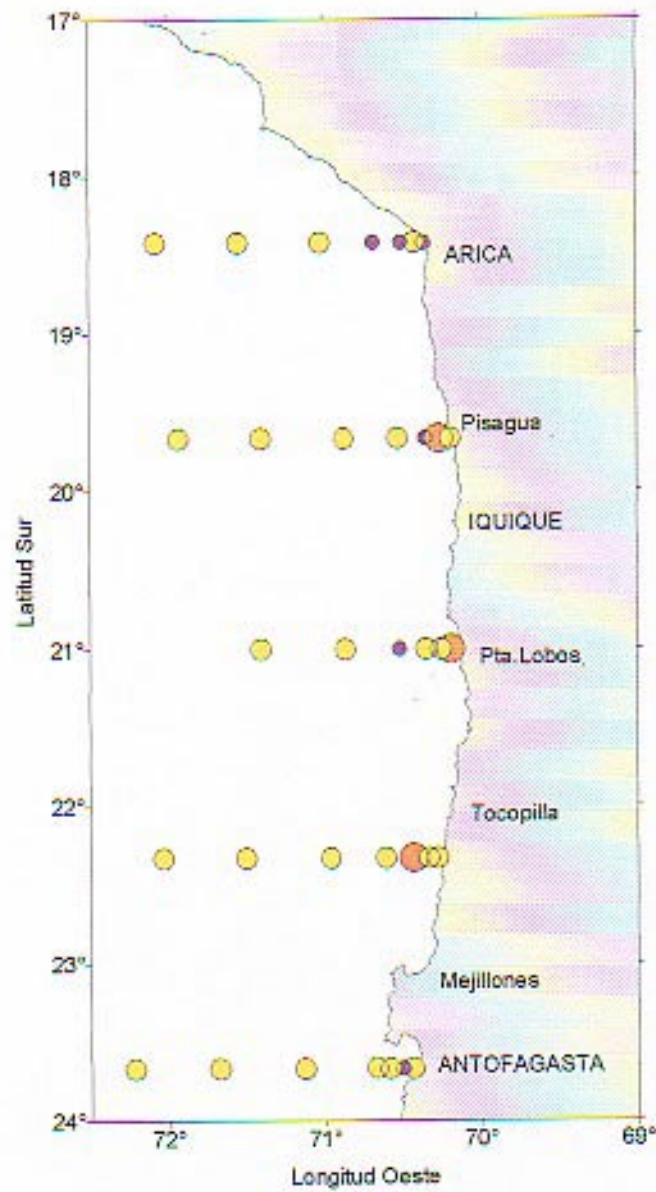


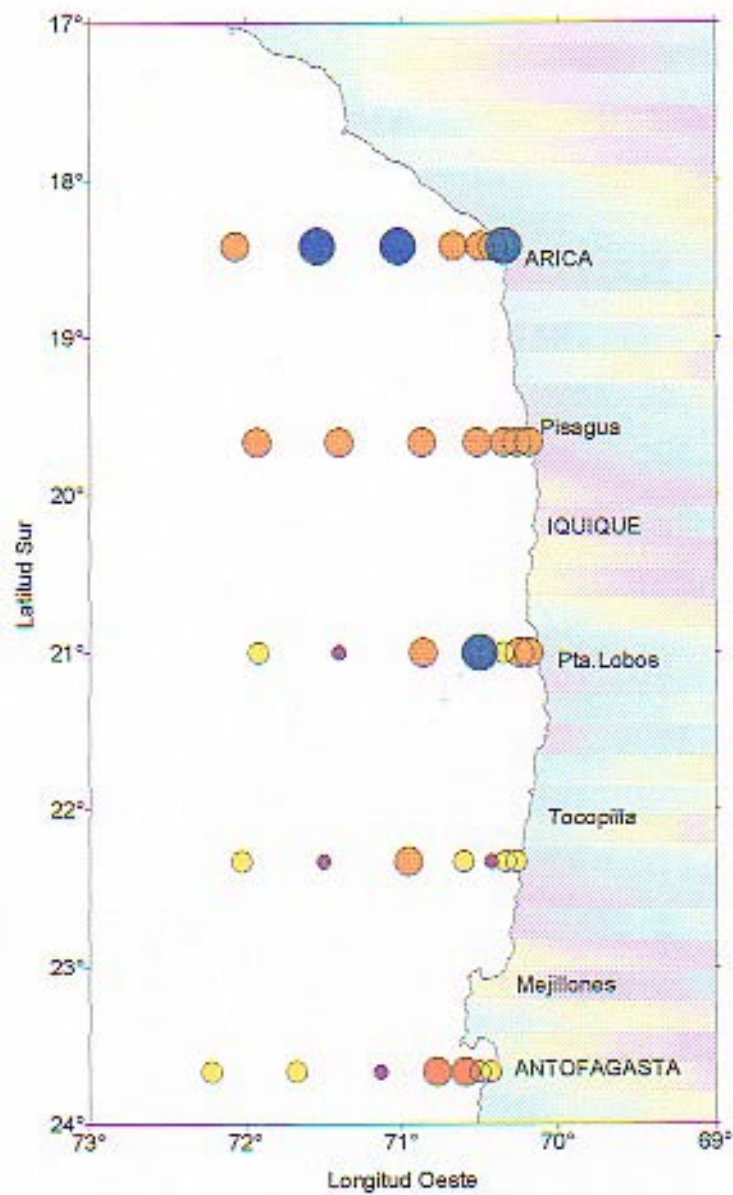
Fig. 75 Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica en otoño, invierno y primavera de 1997.



Categorías de densidad

- 0 - 33
- 34 - 100
- 101 - 300
- 301 - 500
- 501 - 10000

Figura 76.- Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero MONOR 9708 Invierno 1997. 404(3)97CP.



Categorías de densidad

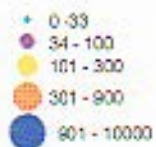


Figura 77.- Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica.
Crucero MONOR 9712 Primavera 1997. 408(4)97CP.

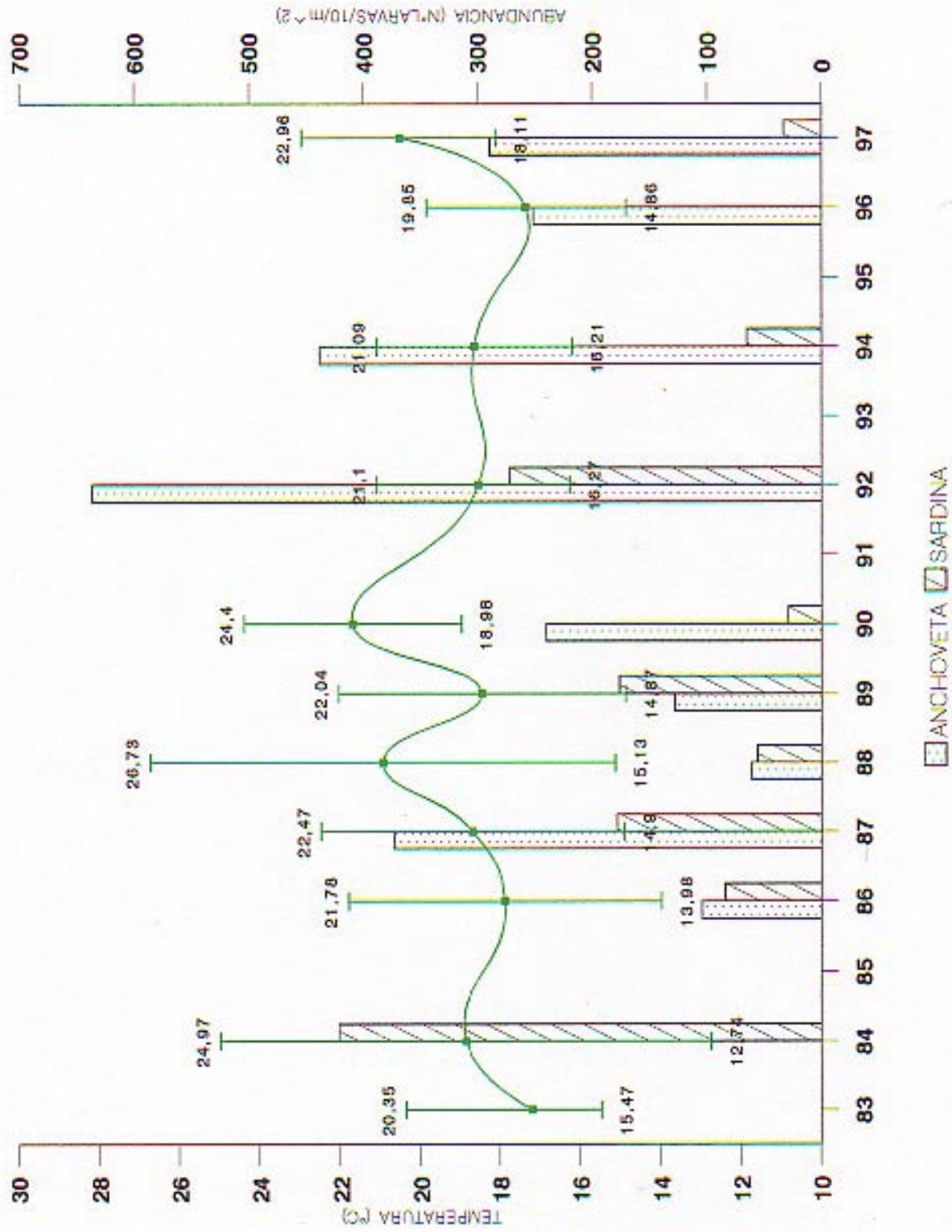


Fig. 78 Relación entre la temperatura superficial y la densidad promedio de larvas de anchoveta y sardina para la zona Antofagasta - Arica en otoño de los años 1983/1997.

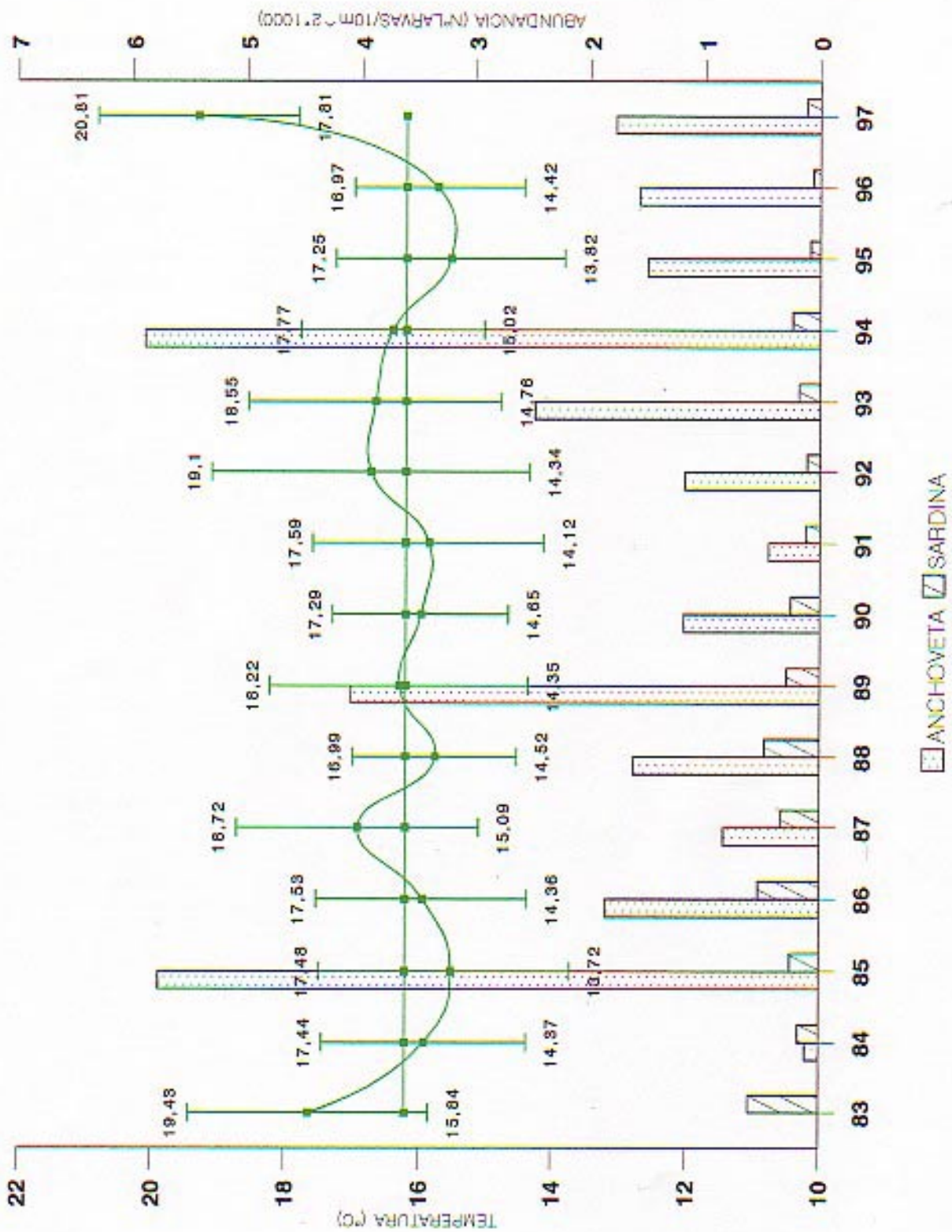


Fig. 79 Relación entre la temperatura superficial y la densidad promedio de larvas de anchoveta y sardina para la zona Antofagasta - Arica en invierno de los años 1983/1997.

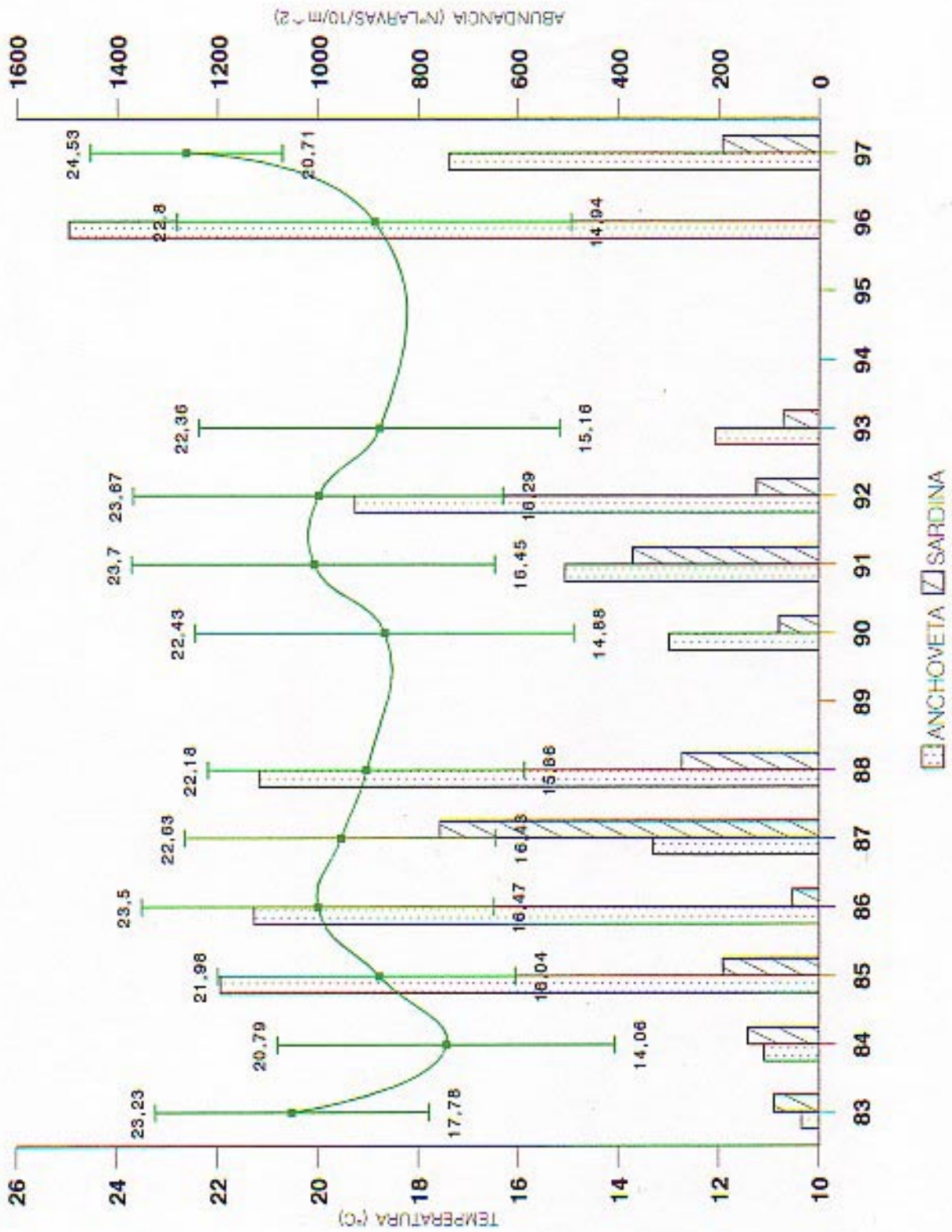


Fig. 80 Relación entre la temperatura superficial y la densidad promedio de larvas de anchoveta y sardina para la zona Antofagasta - Arica en primavera de los años 1983/1997.

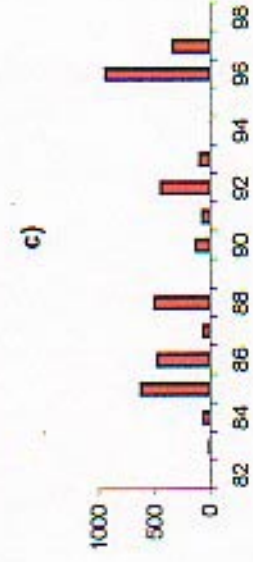
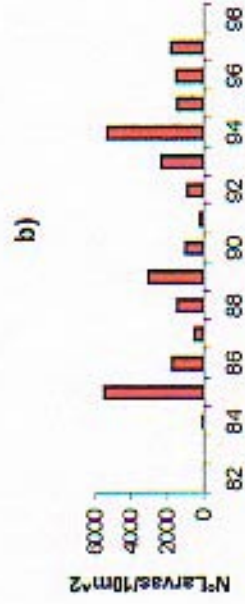
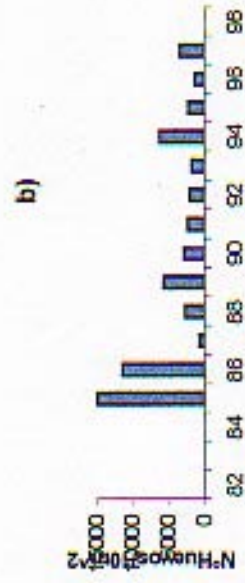
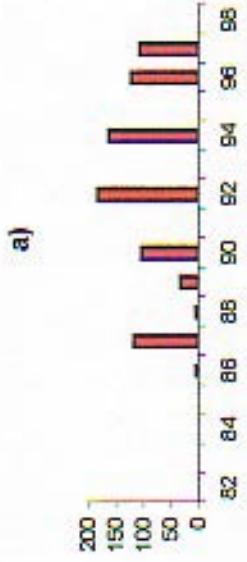


Fig. 81 Abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en a) Otoño, b) Invierno y c) Primavera de los años 1982/97.

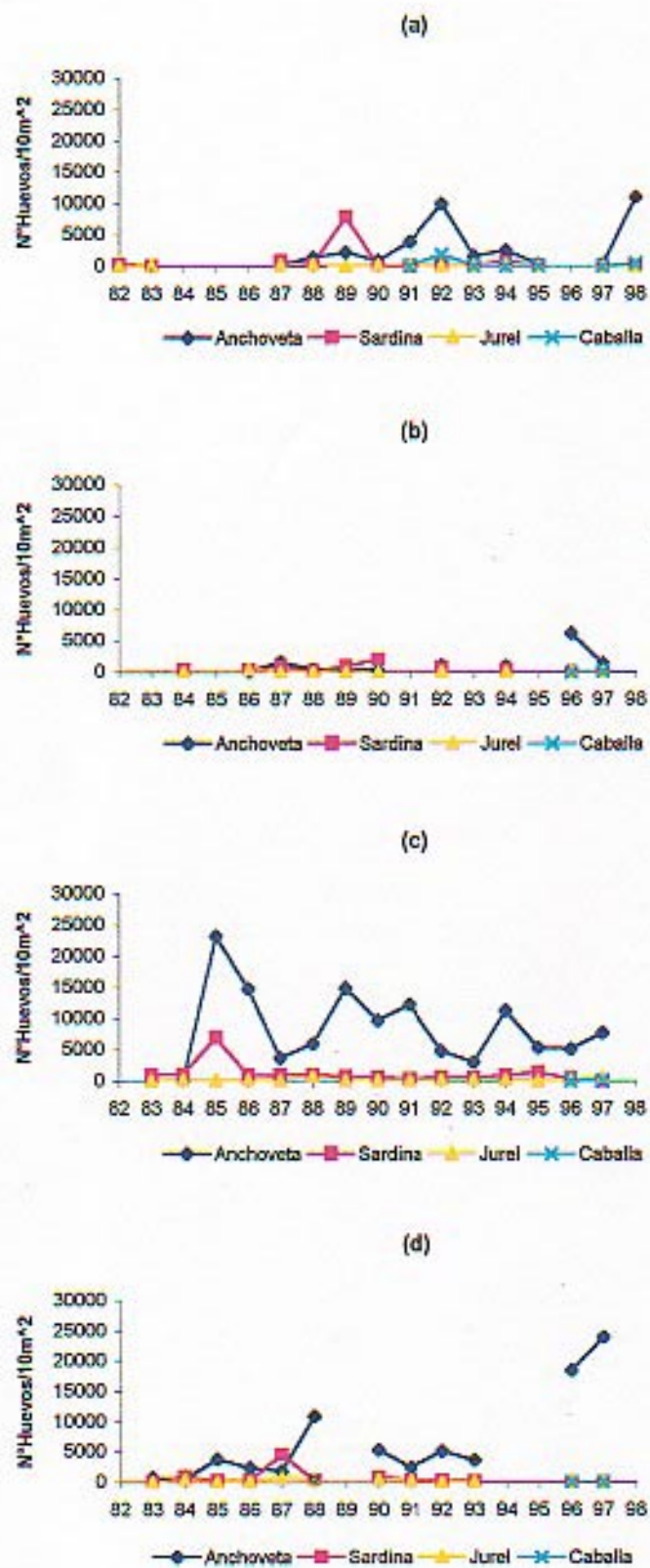


Fig. 82 Densidad promedio por estaciones positivas de huevos de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en (a) verano, (b) otoño, (c) invierno y (d) primavera de los años 1982/97.

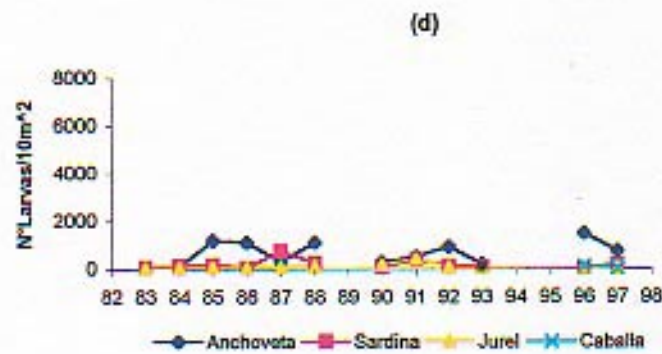
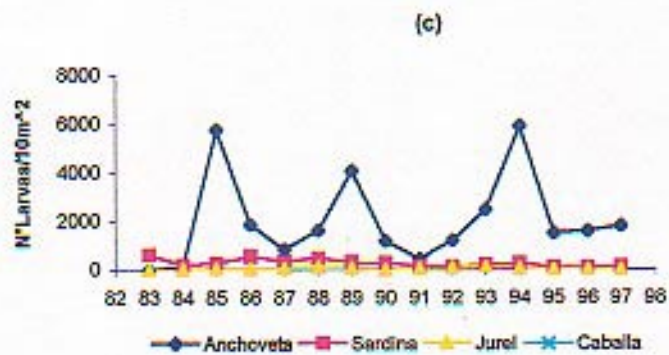
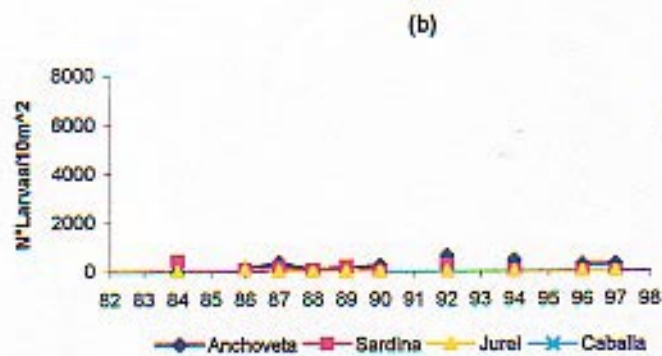
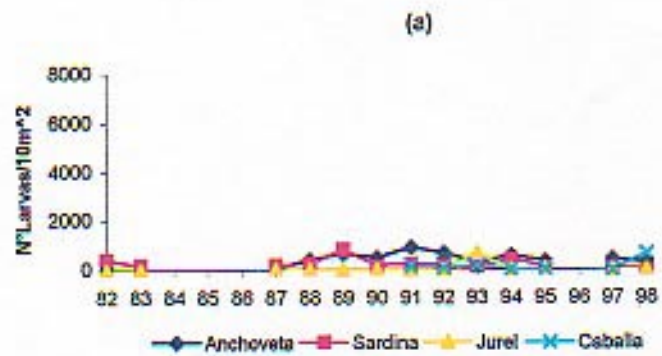


Fig. 83 Densidad promedio por estaciones positivas de larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Antofagasta - Arica en (a) verano, (b) otoño, (c) invierno y (d) primavera de los años 1982/97.

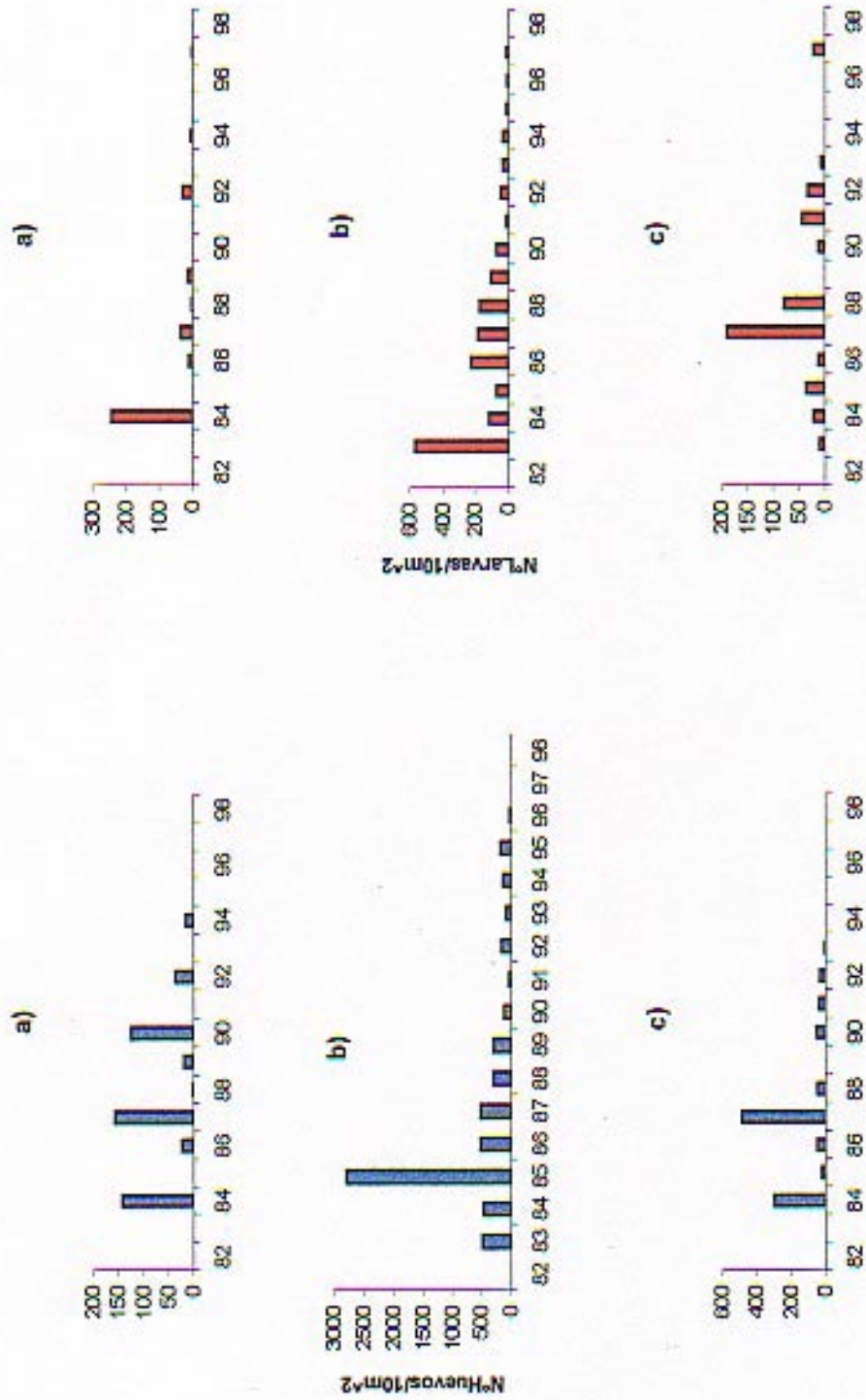


Fig. 84 Abundancia promedio de huevos y larvas de sardina para la zona Arica - Antofagasta en a) Otoño, b) Invierno y c) Primavera de los años 1982/97.

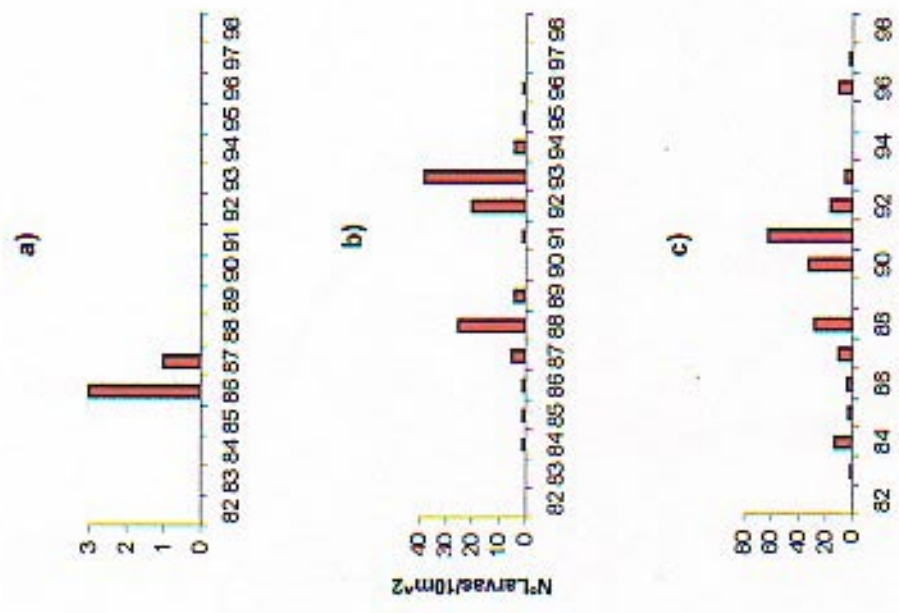
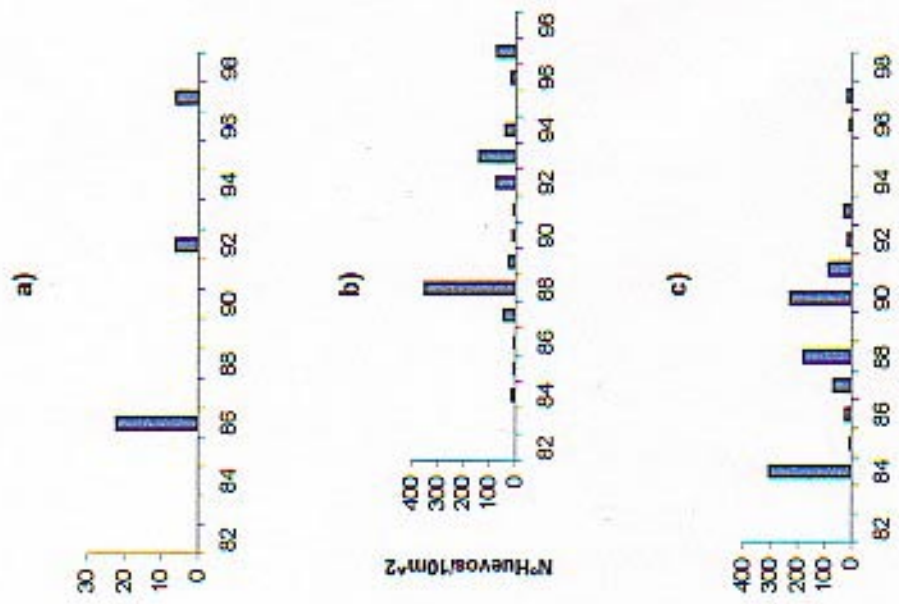


Fig. 85 Abundancia promedio de huevos y larvas de jurel para la zona Arica - Antofagasta en a) Otoño, b) Invierno y c) Primavera de los años 1982/97.

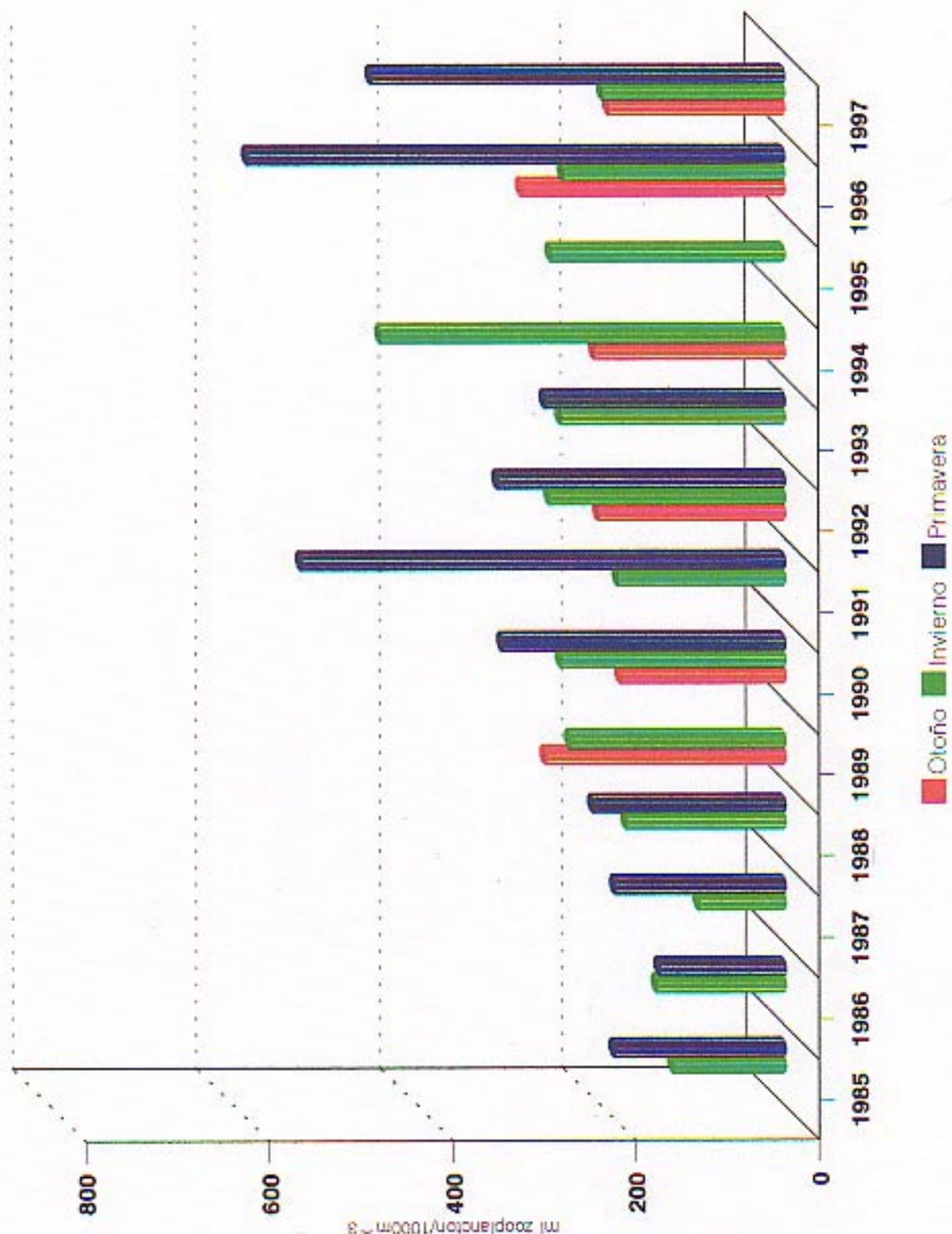


Fig. 86 Biomasa promedio de zooplancton para la zona Antofagasta - Arica en otoño, Invierno y primavera de los años 1985/1997.

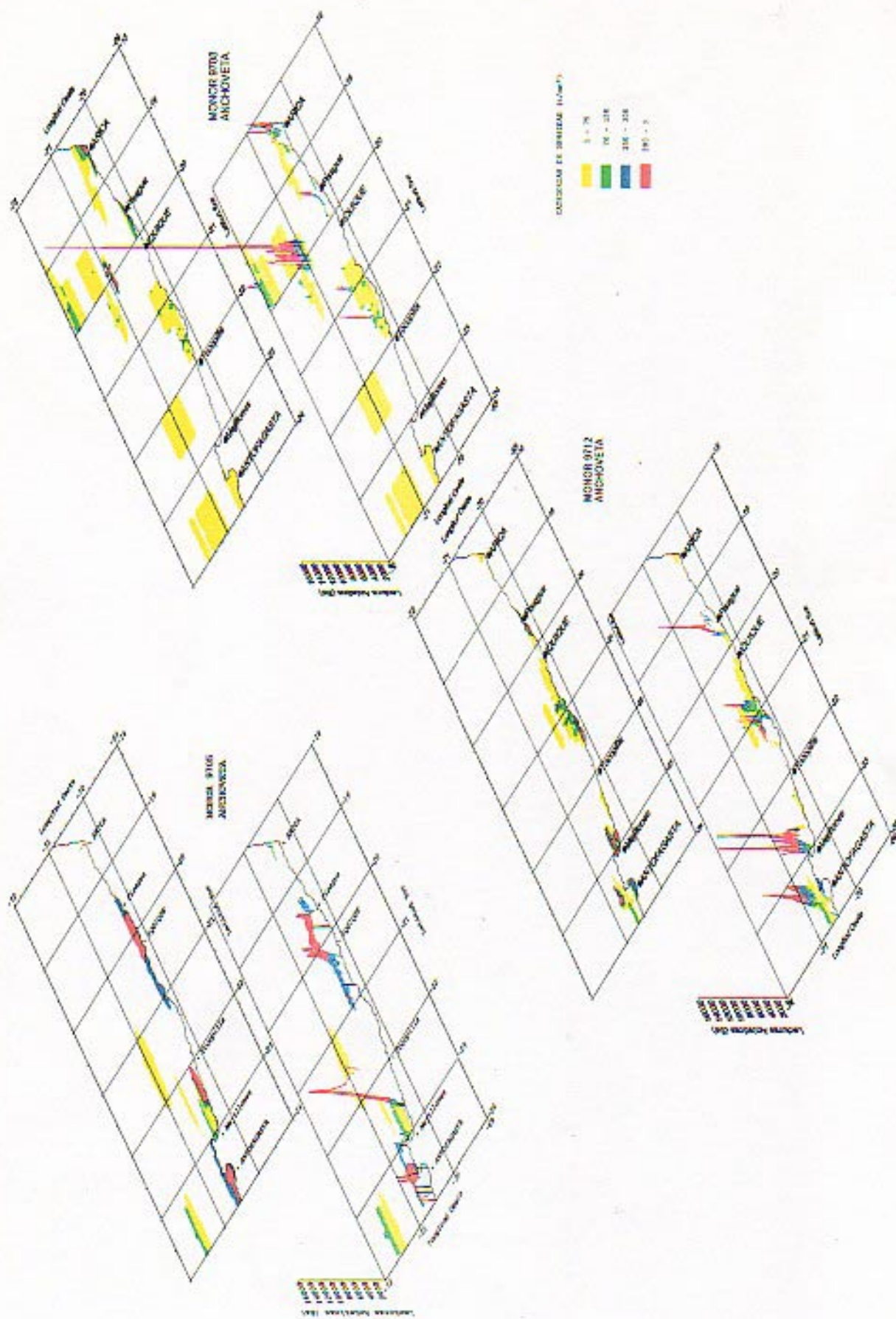
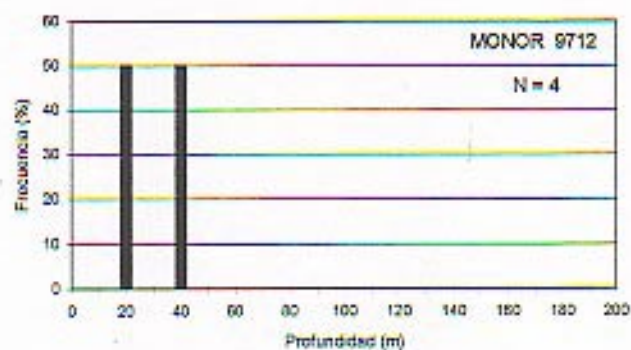
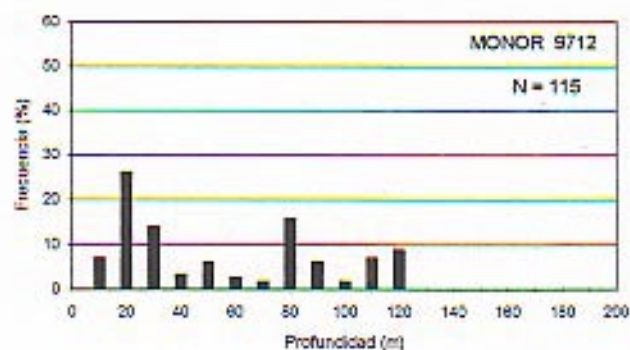
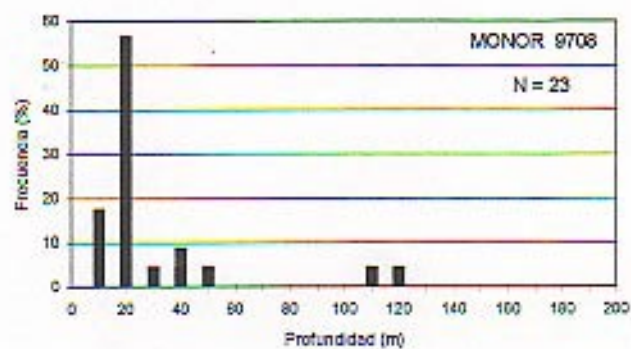
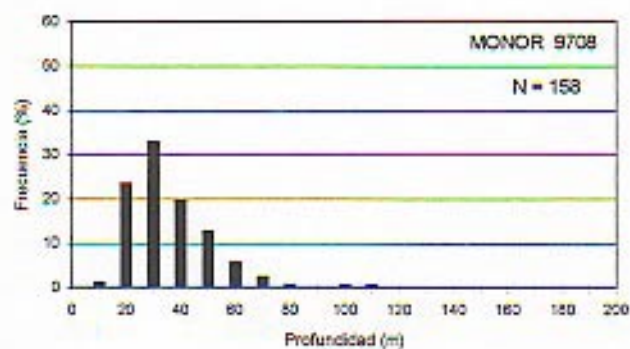
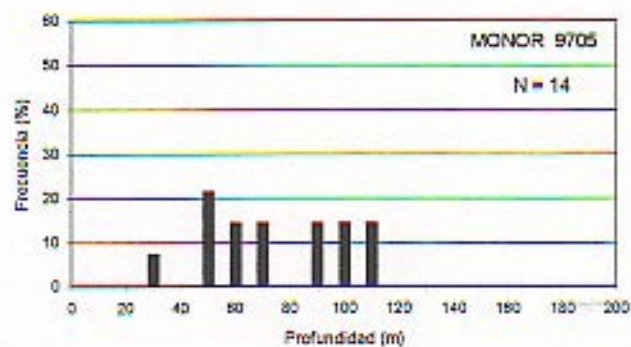
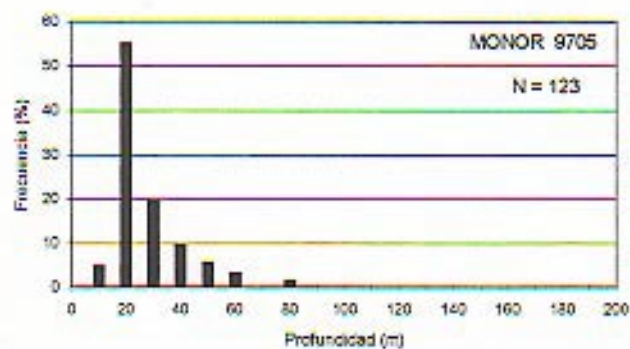


Figura 87. Distribución geográfica de anchoveta en los crucesos de otoño, invierno y primavera de 1997 (MONOR 9705, 9706 y 9712).



Anchoveta

Caballa

Figura 88. Distribución batimétrica de anchoveta y caballa, como histogramas de frecuencias para los cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

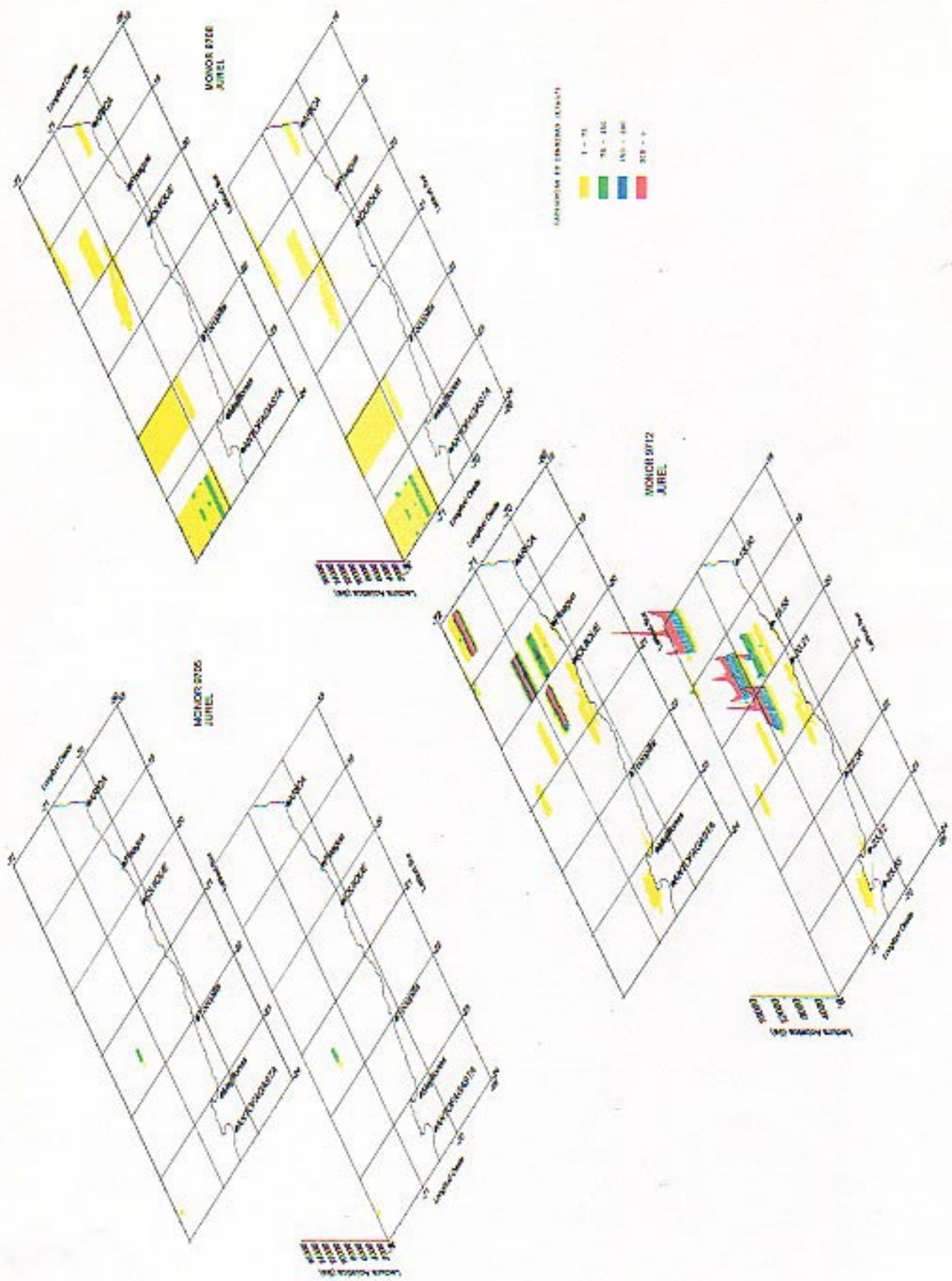
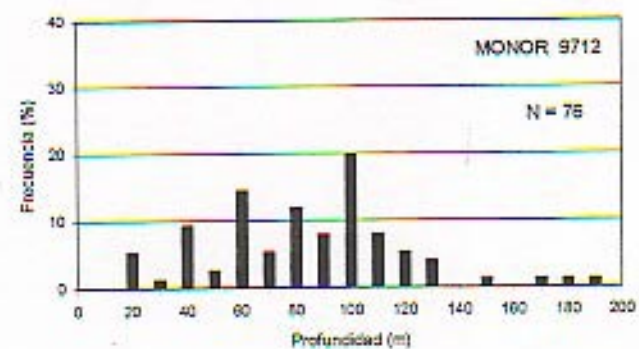
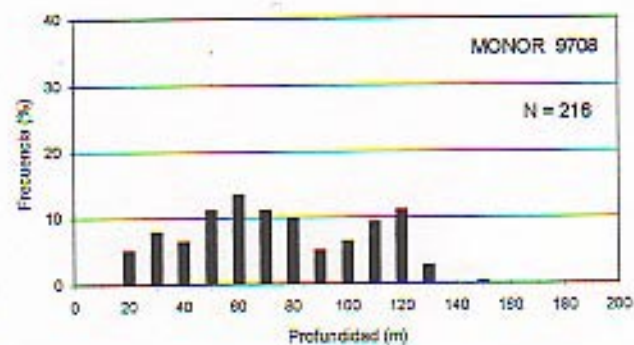
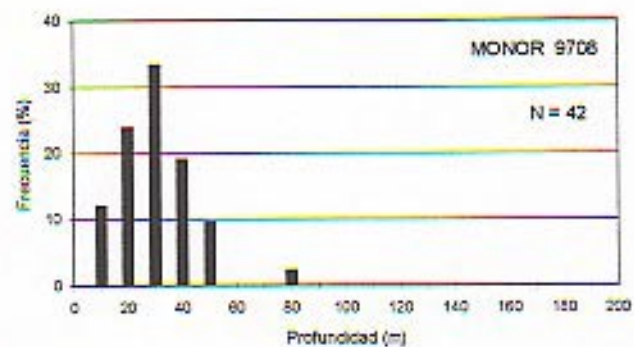
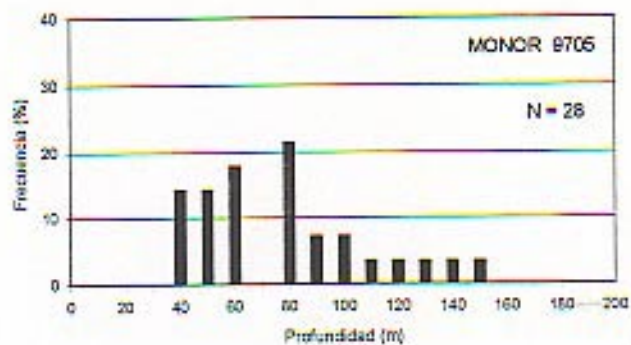
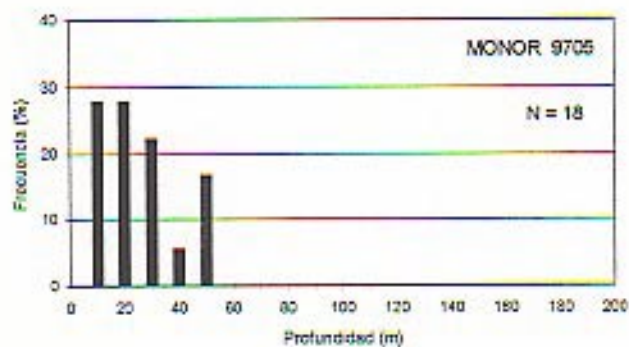


Figura 89. Distribución geográfica de jurel en los cruces de olaflo, invierno y primavera de 1967 (MONOR 9705, 9706 y 9712).



Sardina

Jurel

Figura 90. Distribución batimétrica de sardina y jurel, como histogramas de frecuencias, para los cruceros MONOR 9705, 9708 y 9712.

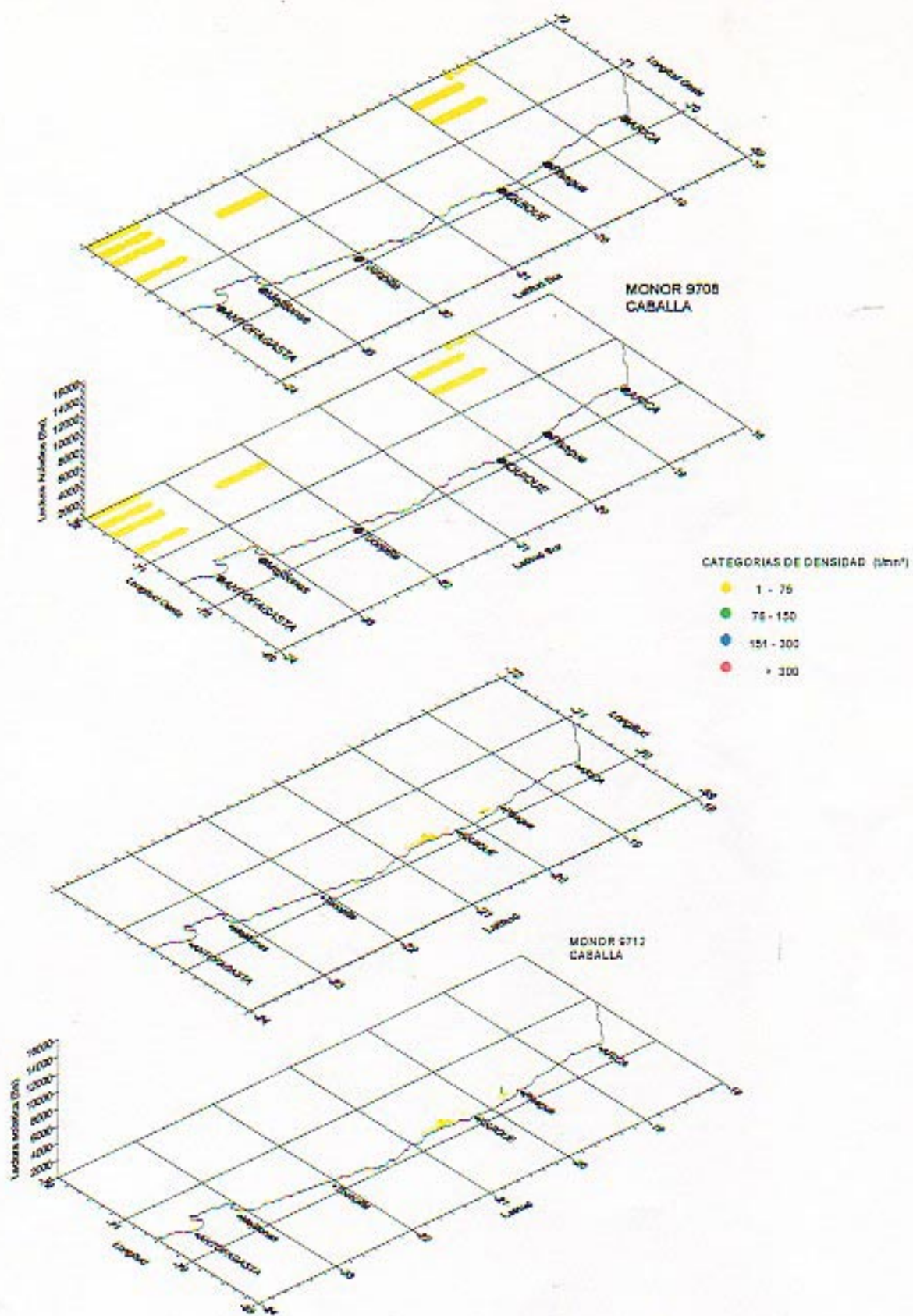


Fig. 91 . Distribución geográfica de caballa en los cruceros de invierno y primavera de 1997 (MONOR 9708 y 9712).

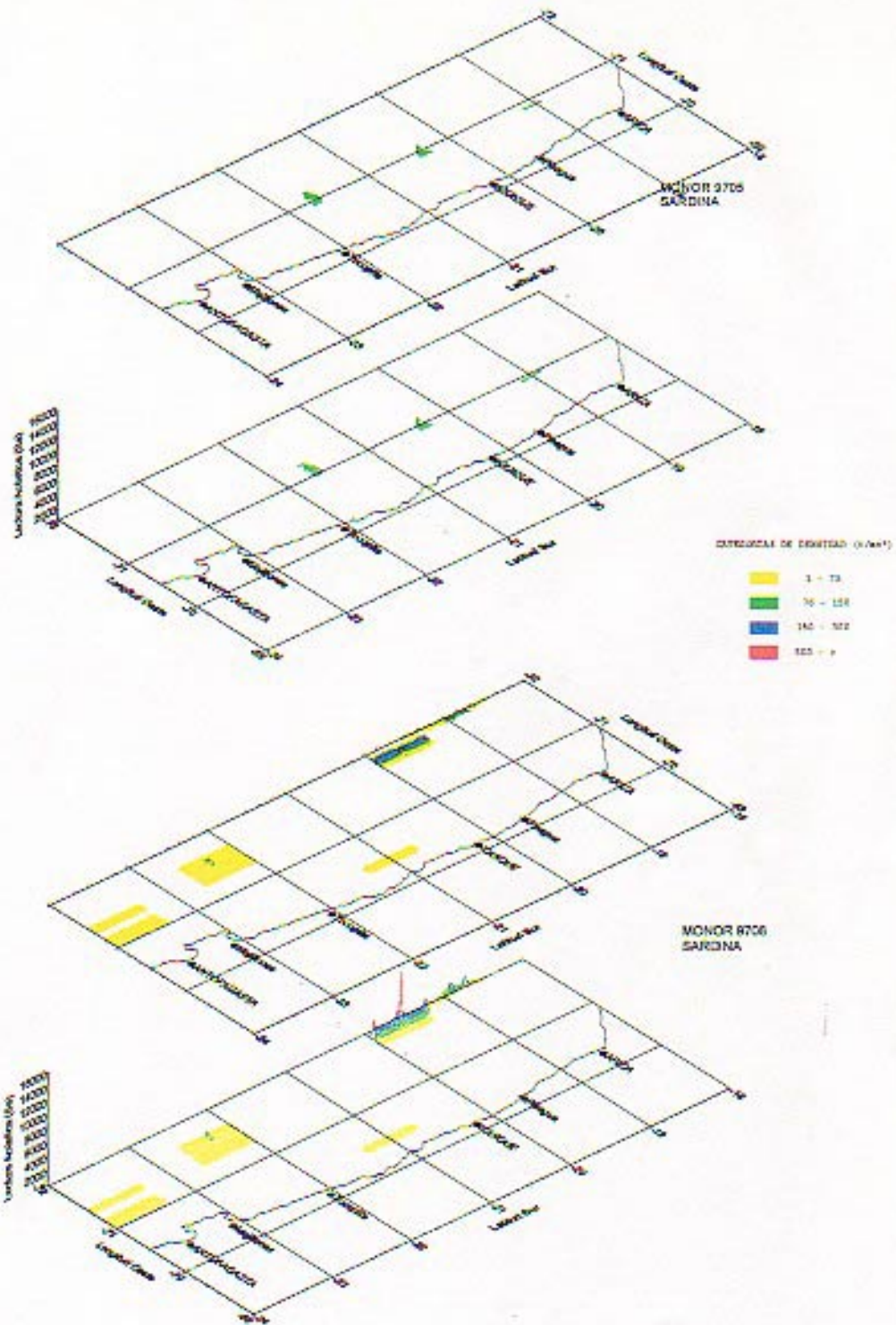


Figura 92. Distribución geográfica de sardina en los cruceros de otoño e invierno de 1997 (MONOR 9705 y 9706).