



INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA
FIP Nº 97-21

Dinámica espacial y batimétrica de merluza común en relación a su ciclo de vida en la zona centro-sur

ABRIL

1 9 9 9

INFORME FINAL

PROYECTO FIP N° 97-21

**DINAMICA ESPACIAL Y BATIMETRICA
DEL STOCK DE MERLUZA COMUN
EN RELACION A SU CICLO DE VIDA
EN LA ZONA CENTRO-SUR**

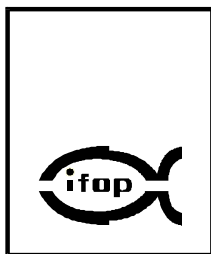
• Abril de 1999 •

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

RENZO TASCHERI O.

AUTORES

Migración nictemeral (IFOP)

**SERGIO LILLO
MANUEL ROJAS**

Análisis contenido estomacal (IFOP)

RODRIGO GAMBOA

Migración latitudinal y análisis de esfuerzo (IFOP)

**RENZO TASCHERI
PATRICIO GALVEZ
CARLOS MONTENEGRO**

Distribución espacial huevos y larvas (IFOP)

**MAURICIO BRAUN
VIVIAN VALENZUELA
HERNAN MILES**

Determinación de áreas y períodos de reclutamiento (IIP)

**MAURICIO GALVEZ
HERNAN REBOLLEDO
CHRISTIAN CUEVAS**

Índice gonádico y ventana ambiental óptima del desove (IFOP)

IGNACIO PAYA



RESUMEN EJECUTIVO

Con el objeto de describir la dinámica espacial y batimétrica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) y determinar las particulares características que presenta esta especie a través de su ciclo de vida, se realizaron diversos estudios que comprenden información del área sobre la cual opera la pesquería de este recurso.

Estos estudios abordaron aspectos tales como, la descripción de los comportamientos migratorios espaciales y batimétricos de merluza común en un contexto estacional y nictemeral, la determinación de las causas de este comportamiento, la caracterización de la dinámica espacial de operación de la flota industrial, la exploración de posibles relaciones entre esta última y los comportamientos del recurso, así como la determinación en un período anual de la intensidad, áreas y períodos del desove y reclutamiento de la merluza común.

Como parte de las investigaciones conducidas con relación a la migración nictemeral y estacional de merluza común y del estudio de la distribución batimétrica y estacional de los huevos y larvas de este recurso, se realizaron 4 cruceros estacionales a bordo del B/I “Abate Molina”, en la zona central de la V Región, específicamente en la localidad de Papudo (32°30’S), por ser ésta una de las principales áreas de desove y retención larval de merluza común. Estos cruceros fueron efectuados en 1998, entre el 3 y 7 de marzo (verano), el 25 y 28 de mayo (otoño), el 10 – 14 de agosto (invierno) y el 4 – 8 de noviembre (primavera).

Mediante los cruceros de investigación y técnicas tanto acústicas como por medio de lances de pesca, se confirmó la presencia de una migración nictemeral de la merluza común, compuesta por desplazamientos verticales y horizontales, asociados a la plataforma continental.



Sin embargo, la densidad estimada a partir de los lances de pesca diurnos, no mostró evidencias de la existencia de una migración batimétrica, sino sólo del desplazamiento de una fracción de la merluza común presente en el área de estudio, situación que alcanza su mayor nivel en primavera.

Debido a que el significado ecológico de las migraciones verticales en merluza, es interpretada como una adaptación trófica, durante la ejecución de los cuatro cruceros estacionales, se realizó un estudio del contenido estomacal de merluza común, que reveló un espectro trófico compuesto por 15 taxa. La composición de la dieta de merluza común cambió tanto a través del día, como entre estaciones del año. Durante el día, la merluza se alimentó preferentemente de presas invertebradas, mientras que por la noche, las presas vertebradas dominaron su dieta. Por otra parte, en verano y otoño, las presas vertebradas estuvieron mayormente presentes en la dieta de la merluza y en invierno y primavera, los invertebrados fue la categoría de presas más importante.

Los eufáusidos dominaron la dieta de merluza común en todas las estaciones del año, fluctuando entre el 29 % del peso corporal en otoño y alrededor del 96% en invierno y primavera.

El ciclo de alimentación para las estaciones de verano, otoño e invierno, presentó un período de alimentación diurno, mientras que en primavera el período de alimentación fue nocturno.

La ración diaria, presentó fluctuaciones importantes, variando entre 0,38 (porcentaje del peso corporal %PC) en otoño y 10,77 (%PC) en primavera.

Durante el estudio de la distribución de estados tempranos de desarrollo de merluza común, conducida durante los cruceros estacionales, no se detectó presencia de



huevos y larvas en otoño y, en invierno su presencia no fue significativa. Durante el crucero de primavera se apreció un significativo incremento de la actividad reproductiva con respecto a las condiciones observadas en otoño e invierno, identificándose 12 estaciones positivas a huevos de merluza común y 7 para las fases larvianas.

Al analizar conjuntamente la abundancia de huevos y larvas por estratos versus la temperatura en pescas diurnas y nocturnas, se observó que las mayores densidades de huevos de merluza se distribuyen preferentemente durante el día en o bajo la termoclina, la cual se ubicó a una profundidad promedio de 25 m. Durante la noche, la distribución batimétrica de esta fase de desarrollo fue similar a la del día, pero en densidades menores y localizadas bajo la termoclina entre los 50 y 100 m de profundidad.

La presencia de eufaúsidos en las estaciones de muestreo estratificado se detectó en siete de las diez estaciones prospectadas. Estos mostraron una migración vertical hacia las capas más superficiales durante las horas nocturnas, lo que estaría relacionado directamente con las necesidades alimentarias de estos organismos, concordando además con las máximas densidades de biomasa encontradas en los estratos más superficiales durante la noche.

Este proyecto incluyó además un análisis comparativo de la distribución de huevos, larvas y muestras zooplanctónicas colectadas en cruceros invernales realizados en 1993, 1995 y 1997.

El procesamiento y análisis de las 220 muestras colectadas durante estos cruceros invernales, permitió determinar la presencia de 141.132 huevos y 134.217 larvas, de los cuales 66.057 huevos (46,8%) y 27.647 larvas (20,6%) correspondieron a merluza común, señalando en general, una situación característica de una amplia y significativa actividad reproductiva a lo largo de toda la extensión latitudinal y longitudinal de la zona



de estudio, la cual es coherente con la época de desove principal, donde las mayores abundancias se presentan en el período agosto-octubre.

En términos generales los niveles de abundancia del ictioplancton son elevados, alcanzando en su conjunto a 68.697 huevos y 78.366 larvas, de éstos, el 56,7% de los huevos y el 25,8% de las larvas corresponden a merluza común.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Balbontín y Fischer (1981), Rojas y Blanco, (1981), Rojas *et. al.*, (1983) entre otros, observándose que el patrón de desove es muy similar al de otras especies de merluza en el mundo, es decir, un desove ubicado sobre la plataforma continental, semejante al exhibido por ***Merluccius capensis*** en el Atlántico sud – este, además de un desove principal que tiene lugar en los meses de invierno y primavera tal como ocurre en ***M. capensis***, ***M. merluccius*** y ***M. senegalensis***.

El estudio de índices reproductivos permitió definir que el desove principal de merluza común se produce en el período comprendido entre julio y septiembre, ya que en estos meses se registra un mayor valor en los índices gonadosomático y gonádico, luego en octubre hay una fuerte declinación en los registros, lo que corrobora que el desove se efectuó en el período señalado. Estos mismos indicadores señalaron a abril y mayo como los meses en que se presenta el desove secundario.

Por medio del cálculo de centros de gravedad geográfica de la CPUE, estimada a partir de las bitácoras de pesca que la flota industrial entrega al Servicio Nacional de Pesca y basados en los antecedentes bibliográficos disponibles, se investigó la hipótesis de que la merluza común presenta migraciones latitudinales, entendida como un desplazamiento del centro de gravedad de la población que involucre un movimiento cíclico entre áreas bien definidas y ampliamente separadas. Esta aproximación metodológica no permitió visualizar ningún patrón de desplazamiento



latitudinal como el propuesto, argumentando al respecto que la merluza común podría presentar una dinámica espacial más compleja.

Con la finalidad de establecer si la dinámica espacial de la flota se relaciona a aquella observable en la del recurso y al mismo tiempo para investigar la posibilidad de que el patrón observable de desplazamiento latitudinal del recurso esté influenciado por un patrón espacial y temporal de operación de la flota, se realizó una recopilación bibliográfica de antecedentes históricos de operación y composición de la flota industrial, además de realizar una exploración de la variación temporal de los centros de gravedad geográficos del esfuerzo pesquero. Esto último permitió establecer diferencias claras en las áreas de acción de las flotas de San Antonio y Talcahuano (siendo éstas los principales centros de desembarque). Además se observó diferencias en la cobertura espacial y temporal de los diferentes componentes de la flota separados por sus potencias de motor. Estos estudios permitieron observar una tendencia promedio de la flota a concentrar su operación en determinadas estaciones del año y en ciertas áreas las que presentan constancia a través del tiempo. Así se observó que la flota de San Antonio se concentra frente y al sur de este puerto en verano y final e inicio de primavera, mientras que la de Talcahuano presenta una tendencia promedio a concentrarse frente a Constitución y al sur de la isla Mocha.

Basándose en el análisis cartográfico del índice gonadosomático fue posible identificar cuatro zonas de desove principal, éstas se ubican entre:

- Punta Roncura y Bahía Chanco (VII Región, 35°00' y 35°50' LS)
- Punta Nugurne y Punta Tumbes (VIII Región, 36°00' y 36°40' LS)
- Punta Puancho y Punta Nihue (IX Región, 39°00' y 39°20' LS)
- Punta Colún y Bahía San Pedro (X Región, 40°10' y 40°50' LS)



En análisis temporal de la proporción de reclutas (ejemplares menores a 37 cm), y el número de reclutas/mn², permitió definir que existen dos períodos de reclutamiento bien definidos y de corta duración, y que corresponden a los meses de febrero y junio, mientras que el análisis espacial de estos indicadores parece señalar que los reclutamientos se registran en una zona batimétrica bien definida ya que durante todo el período no se registraron ejemplares reclutas (inferiores a 37 cm de LT) a profundidades superiores a 300 m.

Por medio de cartografías de estos indicadores se identificaron tres zonas de reclutamiento principal, las que se ubican entre Constitución y Punta Tumbes (35°20' y 36°40' LS); Punta Morguilla y Punta Nena (37°40' y 38°10' LS); y, Puerto Saavedra y Punta Nihue (38°50' y 39°20' LS).

Se analizó las relaciones entre las variaciones mensuales del índice gonadosomático desde 1985 hasta 1996 con los registros mensuales de temperatura superficial del mar (TSM), turbulencia (W3) e índices de surgencia (IS) para las zonas de Valparaíso y Talcahuano.

Se encontró que existe un patrón histórico caracterizado por un desove principal en agosto-septiembre y otro secundario en marzo-abril, sin embargo este patrón es variable entre años.

El desove se produce en condiciones intermedias de turbulencia y surgencia, presentándose una “Ventana Ambiental Optima” para el desove a niveles de turbulencia de 200-300 m³/s³ (5-6m/s). Existe coincidencia entre la “Ventana Ambiental Optima” para la fecha del desove y para los reclutamientos, lo que sugiere adaptaciones evolutivas de la reproducción para maximizar la sobrevivencia de los reclutamientos.



INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	xvii
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO GENERAL	3
3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
4. MATERIALES Y METODOS	5
4.1 Objetivo específico N° 1	5
4.1.1 Migración vertical y batimétrica	5
4.1.2 Análisis de contenido estomacal	8
4.1.3 Estandarización del esfuerzo	11
4.1.4 Análisis espacial del “recurso” y la flota	16
4.2 Objetivo específico N° 2	20
4.2.1 Migración latitudinal y distribución espacial de la flota industrial	20
4.3 Objetivo específico N° 3	23
4.3.1 Distribución esocial de huevos y larvas	23
4.3.2 Desove de merluza común en la zona y período de estudio	34
4.3.3 Reclutamiento de merluza común en la zona y período de estudio	38
4.3.4 Índice gonádico y ventana ambiental óptima del desove	43



5. RESULTADOS	51
5.1 Objetivo específico N° 1	51
5.1.1 Migraciones nictemerales	51
5.1.2 Migraciones batimétricas	52
5.1.3 Análisis de contenido estomacal	53
5.1.4 Investigación bibliográfica de antecedentes de distribución espacial del recurso	58
5.1.5 Estandarización del esfuerzo	74
5.1.6 Análisis especial del recurso	77
5.2 Objetivo específico N° 2	81
5.2.1 Investigación bibliográfica de antecedentes de distribución espacial de la flota	81
5.2.2 Distribución espacial de la flota	88
5.3 Objetivo específico N° 3	91
5.3.1 Distribución espacial de huevos y larvas	91
5.3.2 Distribución batimétrica de huevos y larvas de merluza común	99
5.3.3 Desove de merluza común en la zona y período de estudio	105
5.3.4 Reclutamiento de merluza común en la zona y período de estudio	110
5.3.5 Análisis histórico del índice gonádico y ventana ambiental óptima del desove	114
6. DISCUSION	119
7. CONCLUSIONES	139
8. BIBLIOGRAFIA	143

FIGURAS

TABLAS



INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Localización geográfica de los lances de pesca (círculos) y transectas acústicas (líneas).
- Figura 2. Distribución de frecuencia del LnCPUE observado en la pesquería industrial de merluza común entre los años 1982 - 1993.
- Figura 3. Posición geográfica estaciones zooplanctónicas Red WP-2. Crucero 417(4)98AM.
- Figura 4. Posición geográfica estaciones zooplanctónicas Red Bongo (a) Pescas diurnas y (b) Pescas nocturnas. Crucero 417(4)98AM.
- Figura 5. Esquema de construcción de la distribución de frecuencias de tallas de un mes determinado.
- Figura 6. Distribución de las densidades de merluza común (S_a/mn^2), estimadas durante las transectas acústicas por rango y nivel de profundidad.
- Figura 7. Densidad (S_a) de merluza común estimados durante los lances de pesca.
- Figura 8. Distribución horaria de las densidades de merluza común estimadas de los lances de pesca.
- Figura 9. Distribución de las densidades de merluza común por estación y rango de profundidad, estimadas de los lances de pesca.
- Figura 10. Estimaciones de a) Razón de densidad día/noche y b) Densidad promedio, obtenidos de los lances de pesca diurnos.
- Figura 11. Distribución de merluza común en el borde de la plataforma continental.
- Figura 12. Composición de la dieta por clase de talla del pez, para cada estación del año.
- Figura 13. Ajuste del modelo de Sainsbury (1986) al ciclo diario de alimentación de la merluza común sobre presas invertebradas, con media móvil e incluyendo estómagos vacíos.



- Figura 14. Ajuste del modelo de Sainsbury (1986) al ciclo de alimentación sobre presas invertebradas, para cada estación del año.
- Figura 15. Patrones de distribución vertical de plancton y merluza común, a través de un ciclo diario. Papudo, 1998.
- Figura 16. Índice gonadosomático de hembras de merluza común. Cruceros estacionales 1998.
- Figura 17. Distribución interanual de la captura por unidad de esfuerzo no estandarizada, en las 4 áreas utilizadas por Payá *et al.*, (1996) para estandarizar el esfuerzo desplegado en la pesquería de merluza común en el período 1982 - 1993.
- Figura 18. Número de lances acumulados, captura acumulada y esfuerzo acumulado en cuatro áreas latitudinales definidas por Payá *et al.* (1996) para la pesquería de merluza común.
- Figura 19. Número de registros acumulados A); captura acumulada B); Esfuerzo acumulado C), de cuatro embarcaciones de la flota industrial de la pesquería de merluza común. Los números corresponden a códigos de identificación del IFOP.
- Figura 20. Poderes de pesca estimados por Payá *et al.*, (1997) para la flota industrial de merluza común. Las flechas representan los límites cuyas equivalencias en caballos de fuerza, establecen las categorías de embarcación.
- Figura 21. Frecuencia porcentual de lances por año y clase de potencia en caballos de fuerza (HP) de la flota arrastrera de merluza común para el período marzo de 1982 a diciembre de 1997. Los números sobre las barras indican el número de embarcaciones por clase de potencia.
- Figura 22. Número de registros acumulados A); captura acumulada B); Esfuerzo acumulado de cuatro categorías de potencia de motor de embarcaciones industriales que operan en la pesquería de merluza común.
- Figura 23. Distribución anual del esfuerzo nominal y esfuerzo estandarizado A) y del rendimiento y captura por unidad de esfuerzo (C.P.U.E.) de la pesquería industrial de merluza común, período 1982 - 1997.
- Figura 24. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, por zona. Período 1982 - 1997.



- Figura 25. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1982 –1985.
- Figura 26. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1986 –1989.
- Figura 27. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1990 –1993.
- Figura 28. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1994 –1997.
- Figura 29. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1982 – 1985.
- Figura 30. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1986 – 1989.
- Figura 31. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1990 – 1993.
- Figura 32. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1994 – 1997.
- Figura 33. Varianza latitudinal de la operación de la flota sobre el recurso merluza común según puerto de operación, entre 1990 y 1997.
- Figura 34. Varianza latitudinal de la operación de la flota del puerto de Talcahuano sobre el recurso merluza común, por categoría de barco, entre 1990 y 1997.
- Figura 35. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 1. 1982 – 1997.
- Figura 36. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 2. 1982 – 1997.
- Figura 37. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 3. 1982 – 1997.
- Figura 38. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 4. 1982 – 1997.



- Figura 39. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1982 – 1985.
- Figura 40. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1986 – 1989.
- Figura 41. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1990 – 1993.
- Figura 42. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1994 – 1997.
- Figura 43. Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común. Crucero 361(3)93 AM. Invierno 1993.
- Figura 44. Abundancia promedio de (a) huevos y (b) larvas de merluza común con respecto a la latitud. Invierno 1993.
- Figura 45. Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común. Crucero 381(3)95 AM. Invierno 1995.
- Figura 46. Abundancia promedio de (a) huevos y (b) larvas de merluza común con respecto a la latitud. Invierno 1995.
- Figura 47. Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común. Crucero 403(3)97 AM. Invierno 1997.
- Figura 48. Abundancia promedio de (a) huevos y (b) larvas de merluza común con respecto a la latitud. Invierno 1997.
- Figura 49. Comparación entre el índice de abundancia larval, biomasa total estimada por hidroacústica y biomasa parental cuantificada por ASP, para el stock de merluza común de la zona centro sur de Chile, 1993/97.
- Figura 50. Distribución y Abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero 403(3)97 AM. Invierno 1997.
- Figura 51. Abundancia y distribución de huevos de merluza común. Crucero 415(3)98 AM. Red BONGO- Pescas Diurnas y Nocturnas.
- Figura 52. Abundancia y distribución de (a) Huevos y (b) Larvas de merluza común. Crucero 417(4)98 AM. Red WP-2.



- Figura 53. Abundancia y distribución de (a) Huevos y (b) Larvas de merluza común. Crucero 417(4)98 AM. Red BONGO-Pescas Diurnas.
- Figura 54. Abundancia y distribución de (a) Huevos y (b) Larvas de merluza común. Crucero 417(4)98 AM. Red BONGO-Pescas Nocturnas.
- Figura 55. Distribución vertical de temperatura (Latitud 32°30'S): a) estaciones diurnas, b) estaciones nocturnas, c) diferencia entre estaciones diurnas y nocturnas, d) Perfil de temperatura de todas las estaciones. Noviembre 1998.
- Figura 56. Distribución vertical de temperatura ,huevos y larvas de merluza común. Noviembre 1998.
- Figura 57. Distribución vertical de las densidades promedio de a) huevos y b) larvas de merluza común. Crucero Primavera de 1998.
- Figura 58. Distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica. Red WP-2. Crucero Primavera 1998.
- Figura 59. Distribución vertical de la biomasa zooplanctónica (log) por estaciones diurnas (D) y nocturnas (N). Red WP-2 estratificada. Crucero Primavera 1998.
- Figura 60. Distribución de la biomasa zooplanctónica, pescas diurnas (D) y nocturnas (N). Red Bongo. Crucero Primavera 1998.
- Figura 61. Abundancia y distribución batimétrica de los eufáusidos por estación Red WP-2estratificada. Crucero Primavera 1998.
- Figura 62. Índice gonadosomático (IGS) promedio mensual y desviación estándar del IGS. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 63. Índice gonadosomático (IGS) promedio mensual en función de los estados de madurez sexual definidos en la Tabla 1. Entre paréntesis se indica el número de individuos.
- Figura 64. Índice gonádico (IG) promedio mensual en función de los estados de madurez sexual definidos en la Tabla 1. Entre paréntesis se indica el número de individuos. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 65. Índice gonádico (IG) promedio mensual y desviación estándar del IG. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.



- Figura 66. Proporción de hembras maduras (PHM, estados III, IV y IIIa) mensual y proporción sexual global (PSG, proporción de hembras) por mes. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 67. Índice gonadosomático (IGS) promedio de hembras de merluza común, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.
- Figura 68. Índice gonádico (IG) promedio de hembras de merluza común, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.
- Figura 69. Proporción de hembras maduras (PHM, estados III, IV y IIIa) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.
- Figura 70. Proporción sexual global (PSG, proporción de hembras) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.
- Figura 71. Cartografía del Índice Gonadosomático (IGS) promedio de hembras de merluza común, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998 (octubre y noviembre sin información).
- Figura 72. Cartografía del Índice Gonádico (IG) promedio de hembras de merluza común, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998 (octubre y noviembre sin información).
- Figura 73. Cartografía de la proporción de hembras maduras (PHM, estados III, IV y IIIa) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 74. Cartografía de la proporción sexual global (PSG, % de hembras) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 75. Relación talla-peso para machos de merluza común entre octubre de 1997 y septiembre de 1998.
- Figura 76. Relación talla-peso para hembras de merluza común entre octubre de 1997 y septiembre de 1998.
- Figura 77. Distribución de frecuencias de tallas (machos y hembras) en las capturas industriales de merluza común, entre octubre de 1997 y septiembre de 1998. La línea vertical indica la fracción menor de 37 cm.



- Figura 78. Proporción sexual (% de hembras) a la talla en merluza común. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 79. Porcentaje mensual de reclutas (individuos menores de 37 cm de LT), en función de la cantidad total de ejemplares del sexo, observados en las capturas industriales de merluza común. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 80. Índice de reclutamiento (miles de reclutas en las capturas/mn²), por sexo en merluza común. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 81. Porcentaje de reclutas (individuos menores de 37 cm de LT) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.
- Figura 82. Índice de reclutamiento (miles de reclutas en las capturas/mn²) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.
- Figura 83. Cartografía del porcentaje de reclutas (individuos < 37 cm LT) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 84. Cartografía del índice de reclutamiento (miles de reclutas por mn²) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.
- Figura 85. Variación mensual promedio histórico (1985-1996), expresada en unidades de desviación estandar del índice gonadosomático (IGSH), la temperatura superficial del mar (TSM), la turbulencia (W3) y el índice de surgencia (IS), para la zona de Valparaíso (A) y Talcahuano (B).
- Figura 86. Distribución histórica del índice gonadosomático (IGS) por mes, de merluza común (ejemplares hembras > 37 cm). 1985 – 1997.
- Figura 87. Variabilidad mensual del IGSH y las variables ambientales de Valparaíso. Mes 1 corresponde a enero de 1985.
- Figura 88. Variabilidad mensual del IGSH y las variables ambientales de Talcahuano. Mes 1 corresponde a enero de 1985.
- Figura 89. Transformaciones de algoritmo ACE para el índice gonadosomático y variables ambientales de Talcahuano.



- Figura 90. Ajuste del modelo lineal de las variaciones transformadas para Talcahuano.
- Figura 91. Transformaciones del algoritmo ACE para el índice gonadosomático y las variables ambientales de Valparaíso.
- Figura 92. Ajuste del modelo lineal del las variables transformadas para Valparaíso.



INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Porcentaje del desembarque representado en las bitácoras de merluza común industrial recolectadas por SERNAPESCA entre 1982 y 1997.
- Tabla 2. Cobertura espacial y despliegue de esfuerzo total por puerto base, serie 1982 a 1997.
- Tabla 3. Número de embarcaciones por año, puerto base y clase de potencia (H.P.).
- Tabla 4. Escala de madurez sexual para hembras de *Merluccius gayi gayi* (Balbontín y Fisher, 1981).
- Tabla 5. Epocas de desove principal (1) y secundario (2) para *M. gayi gayi* (adaptado de Alarcón y Arancibia, 1993).
- Tabla 6. Valores de densidades (Sa/mn^2) por rango de profundidad y crucero.
- Tabla 7. Valores de densidades (Sa/mn^2) ecointegrados durante los lances de pesca.
- Tabla 8. Estimaciones de densidad de merluza común estimadas durante los lances de pesca.
- Tabla 9. Espectro trófico de *Merluccius gayi*. Categorías modificado de Payne *et. al.* (1987).
- Tabla 10. Composición Porcentual de la dieta (en %PC). Estación de verano.
- Tabla 11. Composición Porcentual de la dieta (según frecuencia de ocurrencia). Estación verano.
- Tabla 12. Composición Porcentual de la Dieta (en %PC). Estación otoño.
- Tabla 13. Composición Porcentual de la dieta (según frecuencia de ocurrencia). Estación de otoño.
- Tabla 14. Composición Porcentual de la Dieta (en %PC). Estación de invierno.



- Tabla 15. Composición Porcentual de la dieta (según frecuencia de ocurrencia). Estación de invierno.
- Tabla 16. Composición Porcentual de la Dieta (en %PC). Estación de primavera.
- Tabla 17. Composición Porcentual de la dieta (según frecuencia de ocurrencia). Estación de primavera.
- Tabla 18. Valor promedio, intervalos de confianza (al 95%) y varianza de los parámetros del ciclo de alimentación y la ración diaria.
- Tabla 19. Años y áreas de operación del arrastrero código IFOP 625.
- Tabla 20. Poderes de pesca relativos estimados por el método de Robson (1966), por categorías de embarcación y cuatro áreas latitudinales. AREA1 < 32°49'49"; AREA2 33°00'00' - 34°00'00"; AREA3 34°10'12" - 37°00'00"; AREA4 >37°10'12".
- Tabla 21. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, crucero de invierno 1993, 1995 y 1997.
- Tabla 22. Estimaciones de la biomasa del stock desovante de merluza común afectadas por ASP e hidroacústica y el índice larval de abundancia.
- Tabla 23. Biomasa promedio y rangos de zooplancton cruceros merluza común. Invierno 1993, 1995 y 1997.
- Tabla 24. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*, pescas integradas Red WP-2 y Bongo. Primavera 1998.
- Tabla 25. Número de observaciones y distribución en profundidad de huevos y larvas de *Merluccius gagi* . Crucero Primavera 1998, pescas estratificadas diurnas y nocturnas con red WP-2.
- Tabla 26. Parámetros de la relación talla-peso de merluza común, por sexo, entre octubre de 1997 y septiembre de 1998.
- Tabla 27. Ajuste del modelo lineal de las variables transformadas para Talcahuano.
- Tabla 28. Ajuste del modelo lineal de las variables transformadas para Valparaíso.



1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de su vida, los peces enfrentan oportunidades variables de alimentación, amenaza de predación y condiciones para la reproducción y producción exitosa de nuevos individuos (Hilborn y Walters, 1992). Esto causa que la mayoría de los peces muestren algún patrón ontogenético de migración, al menos entre hábitats diferentes. Así en cualquier momento en su historia de vida, la distribución de un pez esta gobernada por la distribución de hábitats (con diferentes características, en términos de las oportunidades de sobrevivencia) y el comportamiento de los peces con relación a la elección del hábitat. (MacCall, 1984).

El conocimiento de la dinámica espacial de un stock es esencial para su administración, ya que ésta influye sobre aspectos claves de las técnicas utilizadas en su evaluación. Así por ejemplo, si un programa de monitoreo depende de datos de la actividad pesquera comercial (que es el caso de la mayoría de las pesquerías, por motivo de los costos involucrados en obtener directamente la información), y esta opera sobre una fracción de la población, en un período determinado de la historia de vida de los peces que lo componen (stock), involucrando un hábitat en particular, o si sus movimientos ontogenéticos involucran cambios en el tipo de hábitat, de modo que se deben utilizar artes de pesca diferentes, puede no haber una forma efectiva de obtener una muestra de talla global que sea representativa (Hilborn y Walters, 1992). La dinámica de movimiento de un stock, también participa (entre otros aspectos) en la determinación de la relación entre la C.P.U.E. y la abundancia (Hilborn y Walters, 1992), condicionando su uso como índice de abundancia o en la calibración de métodos indirectos. Por ejemplo si la pesca se realiza sobre áreas de concentración que no reflejan la abundancia del stock, o si la capturabilidad no es constante debido a cambios en la disponibilidad, causados por movimientos estacionales u ciclos nictemerales.



La administración de la pesquería de merluza común se basa en el establecimiento de cuotas globales anuales de captura, en el cierre de los registros artesanales e industriales, y en regulaciones a los artes de pesca y aparejos de pesca. Estas medidas permiten regular la mortalidad por pesca y el esfuerzo que son aplicados al stock. A la fecha, no se ha considerado una protección especial a los procesos reproductivos de modo de asegurar el éxito en los reclutamientos.

En este contexto, se hace necesario conocer en detalle la dinámica reproductiva del recurso en relación con áreas, períodos e intensidad del desove y de los reclutamientos, así como también el comportamiento estacional del recurso en torno a su distribución espacial, causas y cambios de disponibilidad y vulnerabilidad.



2. OBJETIVO GENERAL

Describir la dinámica espacial y batimétrica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) en el área delimitada por el límite norte de la IV región y el paralelo 41°28,6' L. S., con relación a su ciclo de vida.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- i. Determinar y describir comportamientos migratorios espaciales y batimétricos de merluza común en un contexto estacional y nictemeral, así como también las causas asociadas.
- ii. Caracterizar el comportamiento de operación de la flota industrial en función de los comportamientos migratorios del recurso, diurno, nocturno y estacional.
- iii. Determinar y caracterizar en un período anual la intensidad, áreas y períodos del desove y reclutamiento de merluza común.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Objetivo específico N°1

4.1.1 Migración vertical y batimétrica

Embarcación

La plataforma de trabajo utilizada en el crucero fue el B/I “Abate Molina”, cuyas características principales son:

Tipo	: Arrastrero con rampa
Eslora	: 43,62 m
Manga	: 8,30 m
TRG	: 426 toneladas
Potencia	: 1.400 HP
Tipo de pesca	: Arrastre de fondo y mediagua

Transectas de muestreo acústicas

Se efectuaron tres transectas localizadas en las latitudes 32°25'LS, 32°30'LS y 32°35'S, abarcando longitudinalmente desde una distancia de una milla de la costa hasta el veril de 500 metros de profundidad (Fig. 1). Ellas fueron discretizadas en el plano horizontal en unidades básicas de muestreo de 0,5 millas náuticas.

Durante la ejecución de estas transectas que fueron realizadas durante los períodos diurno y nocturno, se integraron los ecos presentes en la columna de agua mediante un sistema de eointegración marca SIMRAD modelo EK500, y dentro de cada uno



de los niveles y rangos de profundidad definidos. Los valores de integración ($Sa \cdot mn^2$) correspondientes a merluza común, fueron asignados mediante el análisis de los ecotrazos y la información proveniente de lances de pesca de identificación.

Con el objeto de estimar la distribución vertical de la merluza común, se consideró la columna de agua en dos sentidos. Uno que contempló la situación en las cercanías del fondo, se denominaron niveles que cubrieron entre 1-20; 21-40 y 41-60 metros a partir del fondo. El otro, llamado rango de profundidad, se referenció con respecto a la superficie y en éste se definieron cuatro rangos que fueron: <100, 101-200, 201-300 y 301-400.

Se estimó además, una relación de abundancia noche/día, expresada como la razón entre los Sa promedio estimados para las transectas nocturnas y diurnas, respectivamente.

Lances de pesca de arrastre

Las operaciones de pesca desarrolladas tanto de día como de noche, se realizaron con una red de arrastre de fondo merlucera con un tamaño de malla en el copo de 10 cm y un cubrecopo con tamaño de malla de 5 cm. El desarrollo vertical fue de 5 metros (medidos con sonda de red), mientras que el desarrollo horizontal (abertura de punta de alas), se estimó en 15,5 metros.

Aunque en la oferta técnica se planteó la utilización de una red de arrastre de mediagua, los bajos niveles de capturas obtenidas en los lances efectuados con este tipo de red, llevaron a descartar su uso, optándose en consecuencia por la red de arrastre de fondo.



Se realizaron 46 lances de pesca entre las profundidades de 95 a 400 (Fig. 1), realizándose al menos un lance en cada uno de los rangos de profundidad definidos. Su duración se consideró desde el momento que la red alcanza su condición de trabajo sobre el fondo, lo que fue monitoreado con una sonda de red marca Furuno modelo FNR 50.

Para cada lance de pesca, se estimó como índice de abundancia la densidad por unidad de área de merluza común expresado en $t \cdot mn^{-2}$ mediante la expresión:

$$d = \frac{C}{t * v * AP}$$

donde:

- d = densidad de merluza común ($t \cdot mn^{-2}$)
- C = captura del lance (toneladas)
- t = tiempo de arrastre (horas)
- v = velocidad de arrastre (nudos)
- AP = abertura de punta de alas (millas náutica)

Durante el desarrollo de los lances, se ecoinTEGRó también la densidad de merluza común en los siguientes niveles 1-20, 21-40 y >60 metros, referenciados con respecto al fondo.

Migraciones batimétricas

Para verificar la existencia de desplazamientos batimétricos, se utilizaron los datos de densidad obtenidos de los lances de pesca de arrastre, los que fueron agrupados de acuerdo a los siguientes rangos de profundidad del fondo: <100; 101-200; 201-



300 y 301-400 metros, estimándose en cada uno de ellos la densidad promedio por unidad de área definida en el punto anterior.

También se consideró la densidad de merluza común, estimada a partir de las transectas acústicas mediante la estimación de la densidad promedio para cada uno de los rangos batimétricos definidos.

4.1.2 Análisis de contenido estomacal

Las muestras fueron procesadas mediante la metodología estándar para análisis de contenido estomacal, expresando los resultados como porcentaje en peso del alimento respecto del peso corporal del pez (%PC) y como frecuencia de ocurrencia (F). Los resultados fueron agrupados según si se tomaron de día o de noche así como por longitud total (LT) del pez y categorizados en vertebrados e invertebrados.

El ciclo de alimentación, se analizó considerando la cantidad promedio de alimento presente en el estómago (%PC) a través del día (h), incluyendo los estómagos vacíos (%PC=0). Los valores promedios fueron suavizados mediante una media móvil de tres puntos centrada y utilizados en el ajuste del modelo de alimentación N°1, de Sainsbury (1986), quien divide el ciclo diario de alimentación en (i) período de alimentación y, (ii) período de no-alimentación o de “evacuación”. Estos períodos se describen como:

*Período de alimentación :

$$(1) \quad \frac{ds}{dt} = a - cS$$

cuya solución es:

$$(1.1) \quad S_T = \frac{a}{c} + \frac{(cS_r - a)e^{-ct}}{c} \quad 0 < t < T_m$$



Período de no-alimentación:

$$(2) \quad \frac{dS}{dt} = -cS$$

cuya solución es:

$$(2.1) \quad S_t = \left[\frac{a}{b} + (cS_r - a^{-cT_m}) \right] e^{-c(t-T_m)} \quad T_m < t < T_{Lim}$$

siendo S_r :

$$(3) \quad S_r = \frac{a \left(e^{-e(T_{Lim} - T_m)} - e^{-cT_{Lim}} \right)}{c \left(1 - e^{-cT_{Lim}} \right)}$$

donde:

- S : cantidad de alimento presente en el estómago (%PC),
- T : tiempo,
- A : tasa de ingreso de alimento al estómago por unidad de tiempo (h^{-1}),
- C : tasa de evacuación gástrica (h^{-1})
- T : tiempo fisiológico, con $t=0$ al comienzo del período de alimentación,
- T_m : tiempo al término del período de alimentación,
- T_{Lim} : tiempo al término del ciclo de alimentación (o el final del período de no-alimentación).
- S_r : alimentación residual del período de alimentación anterior

El cálculo de la ración diaria (RD) se realizó mediante la relación (Sainsbury 1986):

$$(4) \quad RD = \int_{t=0}^{t=T_m} a dt = aT_m$$



Este modelo opera bajo los supuestos siguientes:

- El pez debe seguir un patrón regular de período de alimentación, seguido de un período de no-alimentación (T_m y T_{Lim} son constantes).
- Las tasas de ingestión (a) y de evacuación gástrica (c) son constantes.
- La evacuación gástrica sigue un modelo exponencial.
- El modelo de llenado del estomago es asintótico, sin considerar la saciedad del pez.
- Se considera que el tiempo de un ciclo de alimentación, T_{Lim} puede ser determinado a partir de las observaciones de campo.
- Los parámetros a, c, T_m y el tiempo real de inicio del ciclo de alimentación se deben calcular mediante el ajuste de las citadas ecuación 1.1 y 2.1 a los datos muestreados de la trayectoria del nivel de llenado de los estómagos.
- El cálculo de la ración diaria es aditivo, es decir, se puede aplicar a categorías de presas individuales y luego sumar las fracciones, obteniendo el total consumido.

La incertidumbre del modelo fue determinada mediante un procedimiento de remuestreo para obtener las varianzas e intervalos de confianza al 95%. Se muestreó los residuales al azar y se sumaron a los valores estimados, obteniendo de este modo un nuevo set de datos.

Este procedimiento se repitió 1000 veces, obteniendo 1000 estimados de los parámetros, estimando la varianza según la siguiente expresión:

$$V(\hat{\theta}) = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} (\hat{\theta}_i - \bar{\theta})^2$$



El intervalo de confianza se obtuvo calculando el percentil de la distribución empírica de parámetros

La ración diaria se analizó por combinación de los 1000 estimados de a y T_m , obtenidos, cuidando de mantener los pares de datos del bootstrapping.

Basándose en un submuestreo de los trazos hidroacústicos (en aquellos que presentaron los diferentes estratos en forma nítida) se describió el ciclo de migración nictemeral de la merluza y de sus potenciales presas. Se midió la profundidad del fondo, y las profundidades máxima y mínima del estrato de merluza (TS= -28 a -32) y del estrato formado por eufáusidos y pequeños peces (TS = -40 a -60), agrupados colectivamente con el nombre de plancton (Arata, 1998). Posteriormente, los valores de profundidad fueron relativizados a la profundidad del fondo y expresados como porcentaje del mismo. Esto último se hizo debido a las desiguales profundidades en las que se realizó el muestreo hidroacústico, logrando así hacerlas comparables.

4.1.3 Estandarización del esfuerzo

Con el objeto de conocer las variaciones del índice de abundancia del recurso, se realizó una estandarización del esfuerzo de pesca según se detalla a continuación.

En el análisis de pesquerías, normalmente se asume que la captura por unidad de esfuerzo es proporcional a la abundancia del stock. Dicho en otras palabras, que la mortalidad por pesca es proporcional al esfuerzo pesquero, lo que involucra básicamente el suponer que las estadísticas disponibles de esfuerzo nominal, son medidas válidas y confiables del esfuerzo pesquero real (Gulland, 1963).

Las operaciones de pesca involucran una colección de operaciones discretas de unidades de pesca (embarcaciones), que no son cuantitativamente equivalentes. Esto,



debido a que la composición de la flota varía, a que hay una tendencia de las embarcaciones pequeñas a pescar en áreas diferentes a las de embarcaciones grandes y a que la composición de especies y tallas de las capturas difiere entre embarcaciones pequeñas y grandes. Consecuentemente, se deben realizar ajustes a las unidades de esfuerzo antes de ser combinadas (Bagge, 1963; Parrish y Keir, 1959).

De acuerdo a lo anterior, un índice de biomasa se obtiene utilizando el “esfuerzo efectivo”, el que se define como el producto entre el poder de pesca de la embarcación y una medida apropiada del tiempo de pesca (Beverton y Holt, 1957), es decir, corrigiendo para cambios en el tiempo, del poder de pesca de la flota, ya sea por cambios en su composición o en el poder de pesca de las embarcaciones individuales. En la práctica, el poder de pesca absoluto de una unidad de pesca no es usualmente determinado, debido a que la abundancia absoluta de los peces en la localidad es desconocida. Para el propósito de estandarizar estadísticas de tiempo de pesca, es suficiente que éstas sean ajustadas al poder de pesca relativo de la embarcación en cuestión, definido como la razón del desempeño (cpue) de la embarcación con respecto de otra tomada como estándar.

Para las embarcaciones arrastreras, hay claramente una medida adecuada de tiempo de pesca, el tiempo durante el cual el arte de pesca está en el fondo pescando (Gulland, 1963), es decir el tiempo transcurrido entre la hora de fin del calado e inicio del virado del arte.

El poder de pesca de la embarcación, se estima usando ecuaciones predictivas que lo relacionan a las características de las embarcaciones (Gulland, 1956; Beverton y Holt, 1957). Tales modelos se fundan en el tratamiento dado por Gulland (1956) para los efectos de evaluar, como clasificaciones de un análisis de varianza, el que Robson (1966), desarrolló en forma equivalente como un modelo lineal multiplicativo logarítmico.



$$\ln(\text{CPUE}_{jk}) = \ln C + \ln(\text{PP}_j) + \ln(\text{Q}_k) + e_{jk} \quad (1)$$

donde:

- CPUE_{jk} = captura por unidad de esfuerzo promedio anual de las embarcaciones de la categoría j, en el estrato espacial k.
- C = constante de regresión
- PP_j = poder de pesca relativo de las embarcaciones de la categoría j.
- Q_k = actor que caracteriza la abundancia y la capturabilidad del stock en el estrato espacial k.
- e_{jk} = residuo inexplicado.

Es decir, un modelo multiplicativo para una clasificación de dos vías sin interacción, entre las embarcaciones (o categorías de embarcaciones) y estratos espaciales.

La estratificación espacial es uno de los factores más importantes a ser considerados al estandarizar el esfuerzo de pesca, ya que el principal requerimiento de los índices de abundancia basados en datos de captura por unidad de esfuerzo es que éstos reflejen correctamente los cambios en la abundancia media y esto requiere, entre otros factores, que la población sea muestreada en forma aleatoria (Pope and Parrish, 1963). Sin embargo, el esfuerzo pesquero mostrará comúnmente concentración espacial, y estas áreas son presumiblemente donde los peces son más abundantes (Hilborn y Walters, 1992; Bagge, 1963; Pope and Parrish, 1963).

Estandarizaciones previas realizadas para el stock de merluza común por Payá *et al.* (1996a; 1997b, 1998) consideraron un modelo lineal multiplicativo logarítmico, aplicado a las embarcaciones individuales y corrigiendo el esfuerzo nominal al nivel



de resolución del lance de pesca (el tiempo de una operación de pesca de una embarcación individual).

La unidad de esfuerzo regularmente empleada en los monitoreos rutinarios de esta pesquería Payá *et al.* (1996b,1997b) y utilizada en las estandarizaciones anteriores, es la hora de arrastre (h.a.), en la que se expresa la duración de los lances de pesca, es decir el tiempo transcurrido entre el término de calado y el inicio del virado de la red.

El área total de distribución del stock ha sido subdividida en estratos arbitrarios de diferente tamaño, en programas de monitoreo rutinario de merluza común (Mora *et al.*, 1996, Payá *et al.*, 1996b,1997 y Lillo *et al.*, 1994, 1998), al igual que en las evaluaciones directas de la abundancia realizadas en 1980,1993 y 1998 (Lillo *et al.*, 1998) y en análisis históricos de fluctuaciones de la abundancia (Aguayo. y Young, 1982).

Una aproximación más objetiva y que se consideró en este análisis, fue realizada por Payá *et al.* (1996a) quien definió 12 caladeros, basándose en un análisis espacio-temporal histórico (1983-1993) de los centros de gravedad geográficos de las principales áreas de pesca de merluza común. Payá *et al.* (1996a) analizó la distribución del esfuerzo en estos caladeros, concluyendo que en términos generales la flota operaba preferentemente desde los 33° a los 37°S, con desplazamientos ocasionales al norte y sur de estos límites. Sobre esta base, definió 4 áreas, las que fueron consideradas en esta corrección del esfuerzo y que están definidas por los siguientes límites latitudinales:

AREA 1: <32° 49' 48" S

AREA 2: 33°00' 00" – 34°00'00" S

AREA 3: 34°10'12" – 37°00'00" S

AREA 4: >37°10'12"



Se evaluó tanto la posibilidad de estimar poderes de pesca para las embarcaciones individuales, como para una agrupación de las unidades de pesca en categorías. Es útil notar, que no es tan necesario saber el poder de pesca de las embarcaciones individuales, como el encontrar un factor determinado por las especificaciones de la embarcación, que en promedio sea proporcional al poder de pesca (Beverton y Holt, 1957).

Los estándares fueron seleccionados basándose en los criterios señalados por Westerheim y Foucher, (1985), es decir, número de años representados, número de registros acumulados, peso acumulado de la captura, variaciones en los rendimientos y esfuerzo acumulado y en los criterios adicionales utilizados por Böhm *et al.* (1996) como representatividad y distribución espacial.

Las estadísticas de captura y esfuerzo de la pesquería industrial de merluza común utilizadas, corresponden a las que rutinariamente recolecta el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) a bordo de las embarcaciones en que se realizan muestreos biológicos y a aquellas entregadas por las empresas pesqueras al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). Las bitácoras recopiladas de este modo, no corresponden al total de la flota y por tanto constituyen una muestra del total de la captura y del esfuerzo realizado por esta (**Tabla 1**).

Estas bitácoras registran para cada lance de pesca la siguiente información:

- Código de barco
- Número de viaje
- Código de puerto
- Fecha de zarpe
- Hora zarpe
- Fecha recalada
- Hora recalada



- Número de lance
- Subzona o cuadrícula
- Profundidad mínima
- Profundidad máxima
- Hora de calado
- Duración del lance
- Captura

La máxima resolución espacial corresponde a cuadrículas de 10 millas náuticas cuadradas (m.n.²) (subzona), debido a que la base de datos histórica asignaba la posición del lance a la cuadrícula correspondiente.

Se utilizó la metodología desarrollada por Robson (1966) y la ecuación (1) fue ajustada mediante el programa publicado por Sims(1985).

4.1.4 Análisis espacial del “recurso” y la flota

Los datos usados para explorar el patrón de movimiento espacial de la merluza común incluyeron la captura, esfuerzo pesquero (horas arrastre) y área de operación (subzona, con una resolución máxima de 10 millas m.n.²) registradas en las bitácoras de la pesquería comercial de arrastre anteriormente descritas y para el período comprendido entre 1982 y 1997.

Mediante estos datos se confeccionaron mapas mensuales del esfuerzo pesquero y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) los que fueron utilizados para seguir la dinámica espacial de las concentraciones explotadas de merluza.

Para visualizar mejor los patrones de movimiento de la merluza común, se calcularon latitudinalmente y longitudinalmente los promedios ponderados (centros



de gravedad geográficos) del esfuerzo pesquero y la CPUE de acuerdo al procedimiento descrito por Rothschild y Yong (1970) y utilizado por Podestá (1980) en la descripción de la migración de la merluza argentina.

Consecuentemente, el centro de gravedad geográfico ponderado se estimó a partir de la siguiente expresión:

$$\bar{L}_{ijk} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{ijk}} L_{ijkl} C_{ijkl}}{\sum_{i=1}^{n_{ijk}} C_{ijkl}}$$

donde *i* indexa al puerto, *j* al año, *k* al mes, *l* a la cuadrícula. Por su parte, *L* corresponde a la posición latitudinal en unidades decimales y *C* a la captura en toneladas o bien al esfuerzo pesquero según sea el caso.

Con el fin de seleccionar aquellas cuadrículas en que realmente se concentra la operación de la flota, se consideraron sólo aquellas cuadrículas cuyo esfuerzo acumulado en toda la serie histórica, fuera superior a 18 h.a. Este valor corresponde al 15% por sobre el valor acumulado promedio de toda la serie.

En forma similar y con la finalidad de excluir las cuadrículas (subzonas) de baja densidad, se consideró sólo aquellas cuadrículas con una CPUE mayor a 1 t/h.a valor que equivale al valor transformado del valor medio de la distribución del LnCPUE para todo el período (Fig. 2). Además, se incluyeron sólo aquellas áreas cuadrículas en que se registraron más de 330 lances en todo el período, lo que equivale al 5% del valor de la cuadrícula con mayor número de lances. Esto último con la finalidad de reducir la variabilidad en los valores de la CPUE debido a bajos niveles de muestreo.



Se analizaron diversos niveles de agregación de los centros geográficos, tanto para el esfuerzo como la CPUE, los que consideraron mes, flota y categoría de embarcación por flota (las mismas consideradas en la estandarización). Estos últimos con la intención de eliminar el efecto de posibles diferencias en los patrones de operación espacial impuestas por las características físicas de las embarcaciones, tales como autonomía, capacidad de bodega etc.

En los análisis que agregan la información por flota, sólo se consideraron los datos de aquellas operaciones de pesca realizadas por embarcaciones con puerto base en San Antonio o Talcahuano. Esto basado en que las flotas de estos puertos han visitado el mayor número de cuadrículas, siendo superior la cobertura de Talcahuano ([Tabla 2](#)).

Para algunas exploraciones los promedios ponderados de la CPUE y el esfuerzo mensuales, fueron calculados, sobre la base de estratos espaciales que dividen la plataforma y que correspondieron a las áreas definidas por Payá *et al.* (1996) (en tal caso la expresión anterior consideraría un subíndice adicional que indexa el área). Esto permite la posibilidad de más de un centro geográfico de CPUE mensual, el que puede entonces reflejar diferencias operacionales en la flota pesquera como consecuencia de centros separados de abundancia.

Con el objeto de conocer el grado de dispersión de los centros de gravedad de la actividad de la flota, se estimó la varianza latitudinal por puerto de operación, año y mes a través del estimador:

$$v(\bar{L}_{ijk}) = \sum_{i=1}^{n_{ijk}} L_{ijkl}^2 \frac{C_{ijkl}}{\sum_{i=1}^{n_{ijk}} C_{ijkl}} - \bar{L}_{ijk}$$



donde i indexa al puerto, j al año, k al mes, l a la cuadrícula. Por su parte, L corresponde a la posición latitudinal en unidades decimales, C a la captura en toneladas y \bar{L}_{ijk} al centro de gravedad geográfico ponderado.

Además se calcula la varianza latitudinal por categoría de embarcación para el puerto de Talcahuano, el cual presenta una mayor heterogeneidad en las características geométricas de sus embarcaciones (Tabla 3). La extensión del estimador propuesto para otros niveles de agregación de la información, es sencilla, cambiando los subíndices al interior de las sumatorias.

Considerando que (i) la información de la actividad de la flota se encuentra georeferenciada por cuadrículas de 10 mn^2 (ii) el perfil de nuestras costas en el área de estudio aumenta en longitud conforme se avanza en latitud y (iii) el alto grado de concentración del recurso en un rango de profundidades conocidas; permiten desechar el análisis de la varianza longitudinal de la operación de la flota, haciendo énfasis en la varibilidad latitudinal de la flota y el recurso.

Se debe señalar que se exploró la utilización de otros estimadores de dispersión espacial, como el Índice de Green (IG) y el Índice de agregación (IC). Sin embargo, se optó por presentar la varianza latitudinal, dado que los otros estimadores presentaban supuestos de distribución espacial de las unidades muestrales no concordantes con el diseño de colección de lances no aleatorios.

Estos resultados se presentan a partir de 1990 hasta la fecha, debido a que a partir de esta fecha se presentan niveles de desembarque en torno a las 50 mil toneladas.



4.2 Objetivo específico N° 2

4.2.1 Migración latitudinal y distribución espacial de la flota industrial

- **Investigación bibliográfica**

Las referencias bibliográficas que revelan mejor las características de distribución espacial y temporal de un recurso son indudablemente aquellas que presentan una información más directa de éstas, tales como estudios de marcaje, cruceros de exploración del recurso y cruceros de evaluación directa de su abundancia y distribución.

Para merluza común existe un solo estudio de marcaje, de carácter preliminar (Villegas y Saetersdal, 1968), mientras que, si bien la información de cruceros es más extensa, ésta presenta ciertas complicaciones en su utilización.

Muchos informes de cruceros realizados durante los años 60 no se encuentran disponibles, sin embargo se tiene referencia de algunos de ellos a través de recopilaciones posteriores (Trujillo, 1972) que indudablemente, son la mejor información a la que se puede acceder de las características de distribución de la merluza durante estos años. Es importante considerar que estas referencias corresponden a un período de fuertes fluctuaciones en los desembarques (Pavez, 1977; Payá *et al.*, 1997) y que el origen de estas fluctuaciones (cambios en la disponibilidad del recurso, ajustes en la composición o estrategia de la flota), pueden determinar en mayor o menor grado ajustes en el patrón de comportamiento del recurso. La revisión de esta información requiere también tener presente que fueron realizados utilizando artes de pesca con selectividad, equipos de detección y diseños de muestreo diferentes y los resultados fueron presentados y discutidos en referencia a distintos criterios de división espacial. De este grupo de publicaciones se consideró cuatro de los cruceros “**merluza**” efectuados



entre 1968 y 1970 (cuyo objetivo fue aclarar aspectos de la biología de la merluza común, como sus desplazamientos estacionales, períodos de concentración, épocas de reproducción y distribución relativa por clase de talla), la descripción y recopilación realizada por Trujillo (1972) acerca de la distribución y abundancia de recursos demersales capturados durante pescas exploratorias realizadas a lo largo de la costa chilena entre 1964 y 1969 y la evaluación de los principales recursos demersales entre Papudo y Chiloé (Aguayo *et al.*, 1981a). Los cruceros de evaluación directa de merluza común posteriores a 1980 (Lillo *et al.*, 1994, 1997; Payá *et al.*, 1996) son de menor utilidad en esta materia, ya que a diferencia de los anteriores, sólo sirven para establecer características de distribución del recurso al final del invierno.

Otras publicaciones relevantes, pero con información menos directa, acerca de la distribución de merluza común fueron consideradas. Algunos de ellas directa o indirectamente enuncian hipótesis de distribución basadas, entre otros antecedentes, en los trabajos ya citados. Otros en cambio, citan estas hipótesis como posible explicación de algún patrón observado (Pavez, 1977; Avilés *et al.*, 1979; Aguayo *et al.*, 1981b; Aguayo y Young, 1982).

Información también relevante que fue considerada, se encuentra en el informe de cuantificación del reclutamiento de merluza común en la zona centro – sur (Payá *et al.*, 1995) que presenta datos acerca de la distribución de pre - reclutas. Análisis exploratorios de la estructura latitudinal de la población de merluza común en la zona centro - sur de Chile son reportados en Payá *et al.*, (1997). Información complementaria acerca de diferencias latitudinales en el ciclo reproductivo se encuentra en Balbontín y Fisher (1981). Finalmente información relevante acerca de la constancia en la estacionalidad del ciclo reproductivo y áreas de concentración estacional del recurso puede encontrarse en los informes de monitoreo de la pesquería del recurso (Diagnósticos de las principales pesquerías nacionales



CORFO-IFOP, Pesquería Demersal Centro – Sur y Proyecto Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, Seguimiento Demersal Centro – Sur).

Considerando que los resultados más completos, en cuanto a información del patrón estacional de distribución de la merluza común, son el trabajo de marcaje de Villegas y Saetersdal (1968) y la evaluación de los principales recursos demersales entre Papudo y Chiloé (Guzmán *et al.*, 1981). Se utilizaron estos informes para construir una visión preliminar, la que fue complementada con observaciones incluidas en los demás trabajos, que al ser recurrentes, fueron consideradas como características del comportamiento del recurso.

En general, se pretendió realizar una separación de aquellas características que pueden ser consideradas como “hechos”, de aquellas inferidas por los autores a partir de los resultados respectivos, consideradas inconsistentes ya sea por la carencia de evidencia concluyente en los resultados presentados o por ser observaciones puntuales y no observadas en otros trabajos en condiciones similares.

De las observaciones efectuadas por Guzmán *et al.*, (1981), a partir de los resultados de la evaluación por medio de área barrida y técnicas hidroacústicas, se consideraron más consistentes aquellas apoyadas por la aplicación de ambos métodos y secundariamente, (si la observación es completamente relevante), aquellas apoyadas por técnicas hidroacústicas en caso de existir discrepancias.

- **Análisis cuantitativos**

Se documentó los cambios históricos de la flota industrial de merluza común, mediante una recopilación de antecedentes operacionales y pesqueros que abarcan un período extendido entre 1960 y 1997.



La metodología de los análisis cuantitativos se señaló en la sección anterior, debido al grado de relación entre las variables a analizar y a la necesidad de abordar el análisis mediante una metodología conjunta que permita comparaciones entre los patrones espaciales observables de la flota y aquellos de la abundancia del recurso.

4.3 Objetivo específico N°3

4.3.1 Distribución espacial de huevos y larvas

- **Zona y período de estudio**

El muestreo destinado a evaluar la dinámica espacial y batimétrica del stock de merluza común se realizó durante los meses de marzo, agosto y noviembre de 1998 a bordo del B/I “Abate Molina”. Los cruceros se realizaron en la zona central de la V Región, específicamente en la localidad de Papudo (32°30’S), por ser ésta una de las principales áreas de desove y retención larval de merluza común.

Rojas y Blanco (1981), postulan que los huevos y larvas de merluza común, se distribuyen preferentemente en o bajo la termoclina, concluyendo que del análisis de 417 pescas planctónicas entre 50 m y la superficie sólo se encontró un 10% de registros positivos para huevos y 5% para larvas, mientras que en pescas efectuadas entre 200 m y la superficie, estos porcentajes aumentaron a 54% y 49%, respectivamente.

Para aceptar o rechazar lo propuesto por estos autores, en cada crucero estacional se realizó un total de 10 estaciones zooplanctónicas distribuidas en 5 pescas diurnas y 5 nocturnas, mediante arrastres oblicuos con redes Bongo y pescas verticales estratificadas con redes WP-2 (Fig. 3).



Cabe señalar que durante el crucero de primavera de 1998, se efectuaron 12 estaciones planctónicas adicionales mediante arrastres verticales a máxima profundidad con red WP-2 (Fig. 4).

De acuerdo a lo reportado por Rojas *et. al.*, (1981) y Aguayo (1995), la merluza desova en toda el área de distribución de la especie, desde la costa hasta una distancia máxima de 90 mn, disminuyendo hacia el sur; existiendo dos zonas importantes de desove, la principal ubicada entre los 32°15'S y los 34°45'S y una secundaria entre los 35°15'S y los 37°15'S.

Para determinar comparativamente lo reportado por estos autores, con respecto a la abundancia y distribución espacial de huevos y larvas de merluza común y determinar si sus principales áreas de desove permanecen en el tiempo o experimentan cambios, se procedió a procesar 220 muestras zooplanctónicas, colectadas durante los cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común realizados en invierno de los años 1993, 1995 y 1997. Estos cruceros involucraron la misma área geográfica, desde la IV a X Región, abarcando la zona comprendida entre Bahía Choros (29°10'S) y las cercanías del río Maullín (41°28'S).

- **Muestreo**

Para determinar la abundancia y distribución de huevos y larvas de merluza común, se utilizaron las muestras zooplanctónicas colectadas durante el invierno de los años 1993, 1995 y 1997, cuya metodología, tipo de pesca y diseño de muestreo son similares.

El muestreo cuantitativo del zooplancton orientado a determinar la abundancia de huevos y larvas de merluza común se realizó a través de arrastres oblicuos mediante la



utilización de una red Bongo de 65 cm de diámetro de boca, complementada con medidores de flujo marca TSK previamente calibrados y redes de 300 μm .

El límite máximo de profundidad promedio por crucero fue de 97, 127 y 150 m para los inviernos de 1993, 1995 y 1997.

Para el muestreo orientado a determinar la distribución batimétrica de huevos y larvas de merluza común, se utilizaron dos tipos de redes: una red Bongo con pescas oblicuas, y la segunda correspondió a una red WP-2 estratificada con sistema de cierre para pescas verticales. Ambas redes fueron complementadas en sus respectivas bocas, con medidores de flujo TSK previamente calibrados, lo que permitió determinar el volumen de agua filtrado por las redes en cada uno de sus lances.

Las pescas oblicuas con red Bongo, se realizaron desde profundidades máximas de 300 metros hasta la superficie y fue calada a una velocidad de 0,6 m/seg e izada a 0,4 m/seg, con un período de estabilización de 45 seg a máxima profundidad.

Durante los lances planctónicos oblicuos, la velocidad del buque se reguló de modo de mantener el ángulo del cable en $45^\circ \pm 5^\circ$ con respecto a la vertical, lo que se controló a través de las lecturas del inclinómetro, registrándose éstos cada 10 m de cable izado.

La red WP-2 estratificada con sistema de cierre, es una red cilindro cónica con una abertura de boca de 57 cm de diámetro y está provista de una malla de 300 μm . Esta red fue utilizada en pescas verticales a diferentes profundidades con la finalidad de poder determinar en forma más o menos exacta, el o los niveles de profundidad en los cuales se encontraron e identificaron las primeras fases de desarrollo de merluza común. Este muestreo contempló los siguientes estratos: 400 - 300 m, 300 - 200 m, 200 - 150 m, 150 - 100 m, 100 - 50 m y 50 - 0 m.



Las muestras colectadas tanto con redes Bongo como WP-2 estratificada, se fijaron inmediatamente después de extraídas de los copos colectores en una solución de formalina al 5% neutralizada con disodio tetraborato, para evitar de esta manera un posible deterioro de los ejemplares capturados.

Durante la ejecución de cada lance de pesca se registraron en planillas especialmente diseñadas los siguientes datos básicos: número de estación, fecha, hora, posición, tipo de pesca, tipo de red, lectura del flujómetro, duración del lance (tiempo de arriado y virado), cantidad de cable arriado, lectura del clinómetro, además de un completo registro de las condiciones ambientales y meteorológicas de cada estación (temperatura del aire, intensidad del viento, altura de olas, estado del mar, cielo, etc.).

- **Procesamiento de las muestras y análisis de la información**

El procesamiento de las muestras contempló cuatro etapas:

- a. Extracción en cada una de las muestras de la totalidad de estadios tempranos de peces,
- b. Identificación taxonómica de huevos y larvas de merluza común,
- c. Cuantificación de huevos y larvas de la especie objetivo, y
- d. Cuantificación y agrupación del resto del meroplancton, bajo la denominación de “otras especies”.

En el procesamiento de las muestras consideradas sus cuatro etapas, se emplearon microscopios estereoscópicos marca Nikon y Zeiss con aumento de 8 a 40 veces, examinando la totalidad de la muestra.



La determinación taxonómica de la especie objetivo de este estudio, se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores utilizando de preferencia las de: Bigelow y Schroeder, (1953); Fischer, (1958); Greenwodd *et al.*, (1966); Sauskan y Serebriakov,(1968); Moser y Ahlstrom, (1970); Boltovskoy, (1981); Fahay, (1983); Pequeño, (1984), Zama y Cárdenas, (1984), Matarese *et al.*, (1989), Neira (1994) y Pool *et al.*, (1996).

Con el propósito de hacer comparable el número de huevos y larvas obtenido en los diferentes lances de pesca y tipos de redes, se estandarizó toda la colección a una base común en términos de número de huevos y larvas presentes en una unidad de área estándar de 10 m².

A. Para pescas oblicuas con redes Bongo

La estimación del número de huevos y larvas bajo una unidad de área de mar (en este caso 10m²) se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$C = 10 * \frac{d}{w} * c \quad (1)$$

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 obtuvo de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = W \cos(\tan^{-1} \bar{T})$$



donde:

- W = cantidad de cable arriado (metros)
T = tangente promedio del ángulo (θ) del cable, registrado a intervalos de 10 metros durante la fase de izado de la red:

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tan \theta$$

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

$$w = Q * t \quad (3)$$

donde:

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

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

$$Q = V * A \quad (4)$$

donde:

- V = velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg.
A = área de la boca de la red (m²).



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

$$V = a * N + b \quad (5)$$

donde:

- N = número de revoluciones por segundo.
- a y b = constantes

B. Para pescas verticales estratificadas con red WP-2

La estimación del número de huevos y larvas bajo una unidad de área de mar (en este caso 10m²) se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$C = 10 * \frac{d}{w} * c \quad (1)$$

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 obtuvo de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = L_o * \cos \theta \quad (2)$$



donde:

L_0 = cantidad de cable arriado (m).

$\cos \theta$ = coseno del ángulo registrado antes del virado de la red.

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

$$w = Q * t \quad (3)$$

donde:

Q = volumen de agua filtrado por unidad de tiempo (m³ /seg).

t = tiempo empleado en el arrastre (seg).

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

$$Q = V * A \quad (4)$$

donde:

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

A = área de la boca de la red (m²).

La velocidad se obtuvo al igual que para las pescas oblicuas a partir de un ajuste de la curva de calibración del medidor de flujo.

Basado en los valores cuantitativos de los análisis y con la finalidad de disponer de antecedentes comparativos entre las fases de desarrollo de la merluza común, se determinaron algunos parámetros tales como el poblacional, densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas y los comunitarios, constancia y dominancia numérica.



La constancia, usada como índice de la intensidad del desove, se calculó estableciendo la relación porcentual existente entre el número de muestras en que se encontró huevos o larvas de la especie y el total de muestras colectadas.

La dominancia numérica, expresión de la extensión del desove, se determinó de la relación porcentual entre el número de ejemplares (huevos o larvas) de la especie, respecto al total de los especímenes recolectados.

Para la confección de mapas de distribución y abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas de merluza común se utilizó la escala geométrica de Frontier (1966) modificada por Rojas y Blanco (1981), y el software SURFER 6.0.

Para la estimación de la densidad media del total de estaciones se utilizó un estimador de la forma:

$$\hat{D} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

donde:

- \hat{D} = densidad promedio de todas las estaciones
- d = densidad por estación
- n = número de estaciones totales

Para estimar la varianza de este estimador se utilizó la expresión:

$$\hat{V}(\hat{D}) = \frac{1-f}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \hat{D})^2}{n-1}$$



donde:

$$\hat{V} = \text{varianza del estimador}$$
$$f = \text{fracción de muestreo}$$

Del mismo modo, para estimar la densidad media de las estaciones positivas, es decir, donde se encuentran individuos de la misma especie, se empleó un estimador similar al anterior:

$$\hat{D}_{pos} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{pos}} d_{i\ pos}}{n_{pos}}$$

donde:

$$\hat{D}_{pos} = \text{densidad promedio de las estaciones positivas}$$
$$n_{pos} = \text{número de estaciones positivas}$$
$$d_{i\ pos} = \text{densidad de las estaciones positivas}$$

De igual modo para estimar la varianza del estimador de la densidad media de las estaciones positivas se utilizó la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\hat{D}_{pos}) = \frac{1-f}{n_{pos}} \frac{\sum_{i=1}^{n_{pos}} (d_{i\ pos} - \hat{D}_{pos})^2}{n_{pos} - 1}$$

- **Biomasa zooplanctónica**

Con posterioridad a la extracción de los estadios tempranos de peces y con la finalidad de evitar posibles daños a los huevos y larvas que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación se procedió a determinar el volumen de zooplancton como una medida estimativa de la biomasa zooplanctónica por el método de



desplazamiento de volúmenes húmedos descrito por Yashnov (1959) modificado por Robertson (1970). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas determinaciones. Se excluyeron de la medición solamente los organismos cuyo volumen individual excedía los 5 ml.

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 en 1.000 m³
- X = ml de zooplancton
- W = volumen de agua filtrada por la red (m³)

- **Análisis de la abundancia y distribución batimétrica de los eufáusidos:**

El análisis de los eufáusidos se realizó con aquellas muestras obtenidas a través de la red WP-2 estratificada, de tal manera de obtener una mejor visibilidad de su abundancia y distribución vertical a distintas profundidades.

Para el análisis cuantitativo de los eufáusidos, éstos fueron contabilizados en forma total en cada una de las muestras, empleándose para ello un microscópio estereoscópico marca Nikon, con aumento de 8 a 40 veces.

La densidad de los eufáusidos cuantitativamente se estandarizó a una unidad volumétrica común y se expresó en número de eufáusidos presentes en 1.000 m³ de agua de mar.



La presencia de éstos y su abundancia en cada una de las estaciones de muestreo, fue interpretada gráficamente en los distintos niveles de profundidad en que se encontraron.

4.3.2 Desove de merluza común en la zona y período de estudio

Para abarcar el tema del desove en merluza común se consideraron cinco indicadores, los cuales fueron determinados a partir de los registros colectados a través de muestreos biológicos que se realizaron a bordo de las embarcaciones pesqueras industriales, entre octubre de 1997 y septiembre de 1998. Los indicadores con los cuales se caracterizó el desove correspondieron a:

- Índice gonadosomático (IGS)
- Índice gonádico (IG)
- Proporción de hembras maduras (PHM)
- Proporción sexual global (PSG)

Los tres primeros índices dan cuenta directamente del desove de merluza común, en tanto que el último indicador proporciona una idea en forma indirecta acerca del desove. La PSG debiera ser un indicador, más bien, del período y/o zona donde se produce la fecundación. Adicionalmente, se consideró la variable estado de madurez (EM) para los cálculos del IGS e IG.

Los indicadores del desove fueron calculados según las siguientes formulaciones:

$$IGS = \frac{PG}{PT - PG} * 100 \qquad IG = 10000 * \frac{PG}{LT^3}$$



$$PSG = \frac{\sum_{l \min}^{l \max} NH_l}{\sum_{l \min}^{l \max} (NH_l + NM_l)}$$
$$PHM = \frac{\sum_{EM=IIIa}^{EM=III} NH_{EM}}{\sum_{EM=I}^{EM=V} NH_{EM}}$$

donde PG: peso de la gónada (gr), PT: peso total del pez (gr), LT: longitud total (cm), NHI: número de hembras en la talla I, NMI: número de machos en la talla I, NHEM: número de hembras en estado de madurez EM. La determinación de los estados de madurez se realizó considerando la escala presentada en la [Tabla 4](#).

- **Antecedentes del desove**

Con relación al proceso reproductivo de la merluza, existen discrepancias en los estudios realizados y en especial a lo que se refiere a la época de desove (Delfín, 1903; Poulsen, 1952; Sánchez, 1959 y Miranda, 1966) y además en la existencia de un desove parcial (Fischer y Balbontín, 1970). ([Tabla 5](#))

Balbontín y Fischer (1981) indican que uno de los aspectos más importantes en el ciclo ovárico de merluza común, corresponde a la presencia de un desove parcial o fraccionado, es decir, el total de los oocitos que produce cada hembra, son expulsados por grupos o modas sucesivas durante una temporada de desove. Este tipo de desove parcial se detectó al determinarse la presencia de un reducido número de oocitos maduros en proceso de reabsorción incipiente, en medio de los oocitos maduros. Estos oocitos corresponden a un desove reciente efectuado en la misma temporada de puesta y que quedaron retenidos en el interior del ovario. Otra forma en que se evidenció un desove parcial, correspondió a la presencia en el ovario de modas sucesivas de tamaños de oocitos en vitelogénesis en un amplio rango de diámetro (Hickling y Rutenberg, 1936).



Con relación a la época de postura, Balbontín *Op. cit.*, realizó muestreos en Coquimbo, San Antonio y San Vicente, encontrando que la merluza poseía un amplio período de postura, pero con una época de desove más o menos delimitada. Concluyó que en Coquimbo la época principal de postura comprende desde julio a noviembre, incluyendo al 91% de las hembras desovantes. En San Antonio y San Vicente la época principal de desove abarca desde agosto hasta noviembre, incluyendo al 75% y 72% del total de hembras desovantes, respectivamente. En San Vicente, este autor encontró que la época principal de postura, está menos definida que en los otros dos puertos considerados.

Alarcón y Arancibia (1993) encuentran que el desove principal de las hembras de merluza común de Chile central ocurre entre agosto y noviembre, coincidiendo con lo encontrado por De Buen (1958) y Balbontín y Fischer (1981) y parcialmente con otros autores. Detectan además, un desove secundario, el cual ocurriría entre diciembre y febrero del año siguiente; aunque indican que es posible encontrar hembras maduras durante todo el otoño y el invierno.

Otro aspecto interesante de destacar del trabajo de Alarcón y Arancibia (1993), se relaciona con el número de desovantes que se produce en las hembras de merluza común, durante el principal período reproductivo, indicando que la merluza desova cada dos semanas, en promedio, con 16 tandas de desove durante este principal período reproductivo.

- **Determinar y caracterizar intensidad del desove**

Como se mencionó anteriormente, para determinar y caracterizar la intensidad del desove se utilizaron los indicadores o índices IGS, IG, EM, PSG y PHM.



A partir de la información georreferenciada de la porción de la flota que fue muestreada, se confeccionaron cuadrículas en una carta náutica de 10 x 10 millas náuticas. Para cada una de estas cuadrículas, y en forma mensual, se determinó el IGS promedio, IG promedio, PSG promedio y PHM promedio.

Como se había mencionado en la Oferta Técnica del Proyecto, se intentaría probar en qué zonas y en qué meses se produce la mayor intensidad del desove, analizando la existencia de diferencias estadísticamente significativas en los estimados promedios de cada una de estos indicadores. Para realizar lo anterior se planteó la confección de dósimas de hipótesis, no obstante, ésto no pudo ser llevado a cabo debido a la escasa cantidad de datos en algunas cuadrículas, por lo tanto este análisis se realizó en forma gráfica y solamente para las variables agrupadas en forma mensual.

- **Determinar y caracterizar áreas de desove**

Para determinar las áreas de desove se georreferenciaron cada uno de los lances de pesca muestreados y a cada uno de estos lances se les asoció los respectivos índices (IGS, IG, PSG y PHM). Una vez hecha esta labor, se calculó el área de distribución de los desovantes mediante sumar el área que representa cada una de las cuadrículas. Previo a esta sumatoria el área proyectada de cada cuadrícula fue corregida por deformación latitudinal y por inclinación de fondo marino, para obtener la verdadera área de distribución de los reclutas.

Dado que la merluza común es un desovante parcial, en la mayoría de las cuadrículas fue posible registrar individuos desovantes y por lo tanto el área de desove fue función de la cantidad de cuadrículas con información. Para evitar ésto, se calculó el área de desove como la proporción del área de las cuadrículas con IGS superior a 5 sobre el área de todas las cuadrículas que presentaron valores de IGS.



- **Determinar y caracterizar períodos de desove**

Se analizaron desde la perspectiva temporal (mes) los indicadores mencionados anteriormente. El análisis consideró todos los indicadores calculados por lance. Cada uno de estos índices se agrupó en un promedio, y se analizó su evolución mensual, a la vez que se consideró en el análisis la variable profundidad realizando las estimaciones por estrato de profundidad, cada 50 metros.

La diferencia estadística de los promedios calculados en los diferentes meses se realizó a través del método gráfico de "cajones con bigote", para las variables IGS e IG. El punto medio del cajón representa el valor promedio de la variable, el límite superior e inferior del cajón representa el valor que se obtiene de la adición y sustracción de una desviación estándar, respectivamente y el límite superior e inferior del bigote representa el valor que se obtiene de la adición y sustracción de $1,96 * \text{desviación estándar}$, respectivamente.

4.3.3 Reclutamiento de merluza común en la zona y período de estudio

Se consideraron reclutas aquellos individuos menores a 37 cm de longitud total (Payá *et al.*, 1995). Esto esta basado en los experimentos de selectividad realizados por Pavez (1981) en redes de arrastre con tamaño de malla de 10 cm en el copo. Este autor encontró una talla de primera captura de 36,6 cm para machos y 37,5 cm para hembras. En este mismo contexto, cabe destacar que se entenderá por reclutamiento la entrada de nuevos individuos a la pesquería. Otros tipos de reclutamientos quedan fuera del análisis de este proyecto.



- **Determinar y caracterizar intensidad del reclutamiento**

La intensidad del reclutamiento fue calculada a través de los indicadores que se obtuvieron del muestreo de las capturas de la flota arrastrera industrial. Para determinar la intensidad del reclutamiento se definieron dos índices; el primero fue el utilizado por Payá *et al.* (1995) e indica la proporción de reclutas (PR), en número, en las capturas (individuos menores de 37 cm de longitud total); el segundo representa la cantidad de reclutas (NRD), en miles de individuos, por área barrida (en millas náuticas cuadradas).

Para lograr determinar el área barrida por la red se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Area barrida} = DR * AB_{pta\ alas}$$

donde DR es la distancia rastreada por la red y $AB_{pta\ alas}$ es la abertura entre las puntas de ala de la red. La distancia rastreada fue calculada, a partir de la posición de inicio y término de cada lance. Cuando existió alguna duda en relación al valor calculado, se optó por calcular la distancia rastreada utilizando la velocidad de arrastre y el tiempo de arrastre involucrado. Como lo indican Sparre y Venema (1995), la distancia rastreada fue calculada por:

$$DR = \sqrt{(Lat.Fin. - Lat.Ini)^2 + (Lon.Fin. - Lon.Ini)^2} \quad ; \quad DR = Vel. * Tpo.A$$

donde Lat. Fin., Lat. Ini., Lon. Fin. y Lon. Ini. corresponde a la posición de inicio y término del lance en minutos de latitud y longitud, respectivamente; Vel. corresponde a la velocidad de arrastre durante el lance (medida desde la corredera, en nudos) y Tpo.A corresponde al tiempo efectivo de arrastre (en horas), el cual se contó desde el momento en que se atrinca el winche (durante el calado) hasta el momento en que se



da comienzo al izado de la red (durante el virado). La distancia calculada mediante las posiciones fue corregida por deformación latitudinal, mediante el coseno de la latitud media.

La ABpta alas fue obtenida a partir de los resultados que el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región encontró en el ámbito del proyecto FIP 96-33: “Biomasa estacional de merluza común por área barrida por la flota industrial pesquera en la zona centro-sur”. Estos resultados se encuentran disponibles en el informe generado por Gálvez *et al.* (1998). En el proyecto mencionado, el parámetro ABpta alas fue generado con datos de la maniobra de pesca recolectados en terreno y a través de la metodología de Koyama (1974).

A partir de la información georreferenciada de la porción de la flota que fue muestreada, se confeccionaron cuadrículas en una carta náutica de 10 x 10 millas náuticas. Para cada una de estas cuadrículas, y en forma mensual, se de determinaron los dos indicadores mencionados anteriormente (PR y NRA).

Como se indicó anteriormente, para el caso del desove, acá tampoco fue posible la realización de las dósimas de hipótesis, debido a la exigua cantidad de registros que contenían algunas cuadrículas.

- **Determinar y caracterizar las áreas de reclutamiento**

Para determinar y caracterizar las áreas de reclutamiento se utilizaron los mismos indicadores mencionados anteriormente, es decir PR: proporción de reclutas en las capturas y NRA: número de reclutas por área rastreada.

Al analizar, mediante geoestadística, la proporción de reclutas (< 37 cm) en las capturas industriales y artesanales entre septiembre de 1994 y agosto de 1995, Payá



et al. (1995) identificaron cuatro macro áreas de concentración: Valparaíso (33,2*S); San Antonio (33,5*S); Constitución-Talcahuano (35,3-36,5*S) y Lebu-norte de la Isla Mocha (37,5-38,2*S). Tomando en consideración estos antecedentes, como hipótesis de trabajo, se determinarán y caracterizarán las áreas de reclutamiento en la zona de estudio, la cual en última instancia estará supeditada al área de operación de la flota comercial industrial.

Para determinar las áreas de reclutamiento se georreferenciaron cada uno de los lances de pesca muestreados y a cada uno de estos lances se les asoció los respectivos índices promedio (PR y NRA). Una vez hecha esta labor, se calculó el área de distribución de los reclutas mediante la sumatoria del área de las cuadrículas que contenían índices superiores a cero. Previo a esta sumatoria cada una de las áreas fue corregida por deformación latitudinal y por inclinación del fondo marino.

Se consideró como áreas de reclutamiento a aquellas cuadrículas cuya proporción de reclutas superó el valor promedio de 16%. Por lo tanto, se calculó el área de reclutamiento como la proporción del área de las cuadrículas con PR superior a 16% sobre el área de todas las cuadrículas que presentan alguna proporción de reclutas.

- **Determinar y caracterizar períodos de reclutamiento**

Para determinar y caracterizar los períodos de reclutamiento se utilizarán los mismos indicadores mencionados anteriormente, es decir *PR*: proporción de reclutas en las capturas y *NRA*: número de reclutas por área rastreada.

Al analizar la proporción de reclutas (< 37 cm) en las capturas industriales y artesanales entre septiembre de 1994 y agosto de 1995, Payá *et al.* (1995) identificaron que las mayores proporciones se presentan entre septiembre y noviembre (0,1-0,2) y luego en abril (0,1-0,4), por lo tanto, postulan la existencia de



dos períodos de reclutamiento principales, el primero en primavera y el segundo en otoño, los cuales se corresponden con el desove principal y con el secundario, respectivamente. Tomando en consideración estos antecedentes, como hipótesis de trabajo, se determinaron y caracterizaron los períodos de reclutamiento en la zona de estudio. No obstante, fue necesario tener presente que debido a que la fuente de información es la flota pesquera industrial, existieron periodos en que la información fue escasa (particularmente septiembre), debido a que la flota cesa sus actividades sobre la merluza común por agotamiento de la primera parte de la cuota global anual de captura. Una situación similar ocurrió en diciembre.

Para configurar la distribución de frecuencias de talla, por sexo, de la captura de cada lance y a la vez determinar el número de individuos en la captura de cada lance, se siguió el siguiente procedimiento:

La distribución de frecuencias de talla mensuales de cada foco (DFT_f) y separadas por sexo, se obtuvo a partir de los datos de distribución de tallas de la muestra (DFT_m) de cada lance, la captura de cada lance, la proporción sexual (en peso) en cada lance y los datos de la relación talla-peso. Primeramente, se procedió a identificar los lances de cada mes, luego, las distribuciones de frecuencias de tallas de la muestra tomada en cada uno de estos lances (DFT_m) se convirtieron a una distribución de frecuencias de pesos (DFP_m) mediante multiplicar cada frecuencia por el correspondiente peso individual obtenido de la relación talla-peso del respectivo mes. Posteriormente, la DFP_m fue llevada a términos porcentuales y amplificada por la captura total del lance y por la proporción sexual en peso, para obtener la distribución de frecuencias de pesos de la captura (DFP_c). Finalmente, la DFP_c fue convertida a distribución de frecuencias de tallas de la captura (DFT_c), mediante dividir cada frecuencia por el respectivo peso promedio a esa talla, luego la DFT_c de cada lance fue sumada para obtener la distribución de frecuencias de tallas del mes (Fig. 5).



Por simplificación, no se consideró el error asociado a aquellas funciones donde fue posible determinarlo (relación longitud-peso), por lo que no se estimó el error o alguna medida de variabilidad en los estimados finales de la distribución de frecuencias de talla por mes y sexo.

Para determinar la relación talla-peso, por sexo y mes, los registros colectados fueron ajustados a una relación potencial del tipo $Peso\ Total\ [g] = a * Longitud\ total\ [cm]^b$. Para estos efectos se utilizó el programa computacional *Jandel Scientific*.

Finalmente, es necesario destacar que la diferencia estadística entre los valores calculados de *PR* y *NRA* en los diferentes meses no pudo ser analizada mediante el método gráfico de cajones con bigote, como en el análisis de *IGS* e *IG*, debido a que los valores de *PR* y *NRA* no corresponden a un promedio sino a un valor total.

4.3.4 Índice gonádico y ventana ambiental óptima del desove

Payá *et al.* (1997) del análisis histórico (1968-1995) de los reclutamientos y las variables ambientales encontraron que existe una “Ventana Ambiental Óptima” (Cury y Roy 1989) asociada a la turbulencia registrada en el mes de septiembre en la VIII región. En Chile centro-sur, la turbulencia se relaciona directamente con la surgencia (ambiente tipo Ekman, según ” (Cury y Roy 1989), el aumento de las surgencias produce un crecimiento de la productividad que favorece la sobrevivencia de larvas, pero cuando la velocidad del viento supera los 6-6,5 m/s, se genera una mezcla turbulenta que afecta negativamente la probabilidad de encuentro de alimento de las larvas, por lo que su sobrevivencia se ve afectada negativamente. Por lo tanto, los reclutamientos a los tres años de edad son favorecidos por niveles de turbulencia intermedios registrados en la época de desove.



De ser cierta esta hipótesis se esperaría que las fechas del desove principal y del secundario se relacionen con el nivel de turbulencia o de surgencia. Alternativamente, es probable que exista una relación entre la temperatura superficial del mar y la maduración de las gónadas. Por lo tanto, las variables ambientales que se analizaron correspondieron a: la temperatura superficial del mar (TSM) y los índices de turbulencia (W3) y de surgencia (IS) para la V y VIII región. Estas variables fueron analizadas mensualmente desde 1985 y 1996. Los valores mensuales de estas variables fueron obtenidos en el proyecto FIP 96-28 "Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente".

- **Información reproductiva**

Corresponde a los muestreos biológicos que rutinariamente realiza el Instituto de Fomento Pesquero. Se utilizó la información de la base de datos desde 1985 hasta 1996. La variable para analizar el ciclo de maduración y los desoves fue el índice gonadosomático:

$$\text{IGS} = \text{PESO GONADA/PESO EVICERADO}$$

- **Fuente de información ambiental**

En la V Región, las fuentes de datos a analizar provienen de dos instituciones. Las temperaturas superficiales del mar (TSM) fueron registradas en el Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso localizado en Montemar. Para el cálculo de los promedios mensuales, se dispuso de 3 observaciones diarias para el período 1968-1996. La dirección y velocidad del viento fueron registrados en el faro de Punta Angeles perteneciente al Servicio Meteorológico de la Armada de Chile. De estas variables se determinaron los índices de surgencia (IS) y de turbulencia (W3), índices que fueron calculados por [Rosales y Balbontín](#) (manuscrito). La extensión de estas series corresponden al período 1985-1996.



En la VIII Región, las fuentes de datos fueron obtenidas a partir de dos estaciones. Primeramente, se dispuso de series históricas de temperatura superficial del mar (TSM) provenientes de la estación del Instituto Hidrográfico de la Armada localizada en Punta Tumbes, Talcahuano. Los promedios mensuales de ambas series fueron obtenidos a partir de 3 registros diarios disponibles para el período 1985-1996. En el caso de la dirección y velocidad del viento, estas mediciones correspondieron a las determinadas horariamente en la estación meteorológica del Aeropuerto de Carriel Sur, Talcahuano, dependiente de la Dirección de Aeronáutica de Chile. Esta serie fue obtenida para el período 1971-1996.

- **Estimadores de los índices derivados del viento**

El índice de surgencia será calculado a partir de la componente paralela a la costa del stress del viento de acuerdo a la metodología de [Bakun](#) (1973, 1975). Esta metodología está basada en la teoría de Ekman, bajo la suposición de movimiento en estado estable, viento uniforme, un océano infinitamente homogéneo, cuyo transporte de masa por unidad de superficie está dirigido en 90° a la izquierda, en el hemisferio sur, de la dirección en la cual está fluyendo el viento y es relacionado a la magnitud del stress del viento de la siguiente forma:

$$M_x = \frac{\tau_y \rho}{f} k$$

donde M_x es el transporte de masa (Transporte de Ekman) resultante a partir del stress del viento, τ_y y f es el parámetro de Coriolis ($8,5 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ a los 36°). La teoría de Ekman permite por tanto una descripción válida del flujo perpendicular a la costa durante la fase temprana de la surgencia así como durante la fase de estado estable posterior ([Smith](#), 1981).



La aproximación asumida para generar un índice de surgencia consiste en estimar el stress medio diario del viento y a partir de éste calcular el transporte de Ekman, para finalmente determinar la componente del transporte de Ekman perpendicular a la costa.

El campo superficial del stress del viento fue calculado de acuerdo a la expresión:

$$\tau_y = \rho_a C_d V|V|$$

donde, ρ_a es la densidad del aire ($0,00125 \text{ g cm}^{-3}$), C_d corresponde al coeficiente empírico de dragado ($0,0013$), y V es el vector de viento estimado cercano a la superficie del mar.

El transporte costa afuera resultante en la capa superficial es finalmente expresado por unidad de volumen, dividiendo la expresión del transporte por la densidad media del agua de mar. La componente calculada del transporte de Ekman dirigido hacia afuera de la costa es utilizado como un índice de surgencia y es considerado como un estimador de la tasa de afloramiento superficial de las capas de agua más profundas producto de la deriva costa afuera por efecto del stress del viento. Los resultados se expresan en metros cúbicos por segundo por 1000 m de línea de costa. Mayores detalles de las expresiones de cálculo se pueden encontrar en [Arcos \(1987\)](#) y [Arcos y Navarro \(1986\)](#).

De este modo el índice de surgencia (IS) se determinó de acuerdo a la expresión:

$$IS = \frac{\rho_a C_d u_y^2}{f} \times \frac{1000}{\rho_w} ; [m^2 \text{ s}^{-1} 10^{-3} \text{ m}^{-1}]$$



donde:

ρ_a	=	densidad media del aire
ρ_w	=	densidad media del agua de mar
C_d	=	coeficiente de arrastre
u_y	=	$ V \cos(\alpha \cdot \pi / 180)$, componente norte-sur del viento
$ V $	=	magnitud del viento ($m \ s^{-1}$)
α	=	dirección del viento (grados)
f	=	$2\Omega \text{sen}(\theta)$, parámetro de coriolis
Ω	=	velocidad angular de rotación de la tierra
θ	=	latitud de la estación meteorológica

El índice de turbulencia (IT o W^3), que da cuenta de la mezcla turbulenta producto de la acción forzante del viento en la capa superior de la columna de agua es proporcional al cubo de la magnitud de la velocidad del viento ($[m^3 \ s^{-3}]$; Elsberry y Garwood 1978 *fide* Mendo *et al.* 1987).

- **Relación no-lineales entre el índice gonadosomático y las variables ambientales**

Muchos modelos basados en variables ambientales han sido ineficientes en la predicción o se ven afectados tras la incorporación de nuevos datos (Walters y Collie, 1988). Por otra parte, la relación entre las variables puede ser no-lineal y el uso de regresiones lineales (o transformaciones *a priori*) podría resultar en un enmascaramiento de posibles conexiones no-lineales.



De acuerdo a lo expuesto, la no-linearidad de los efectos positivos o negativos de las diversas variables ambientales, se analizará a través de la técnica estadística desarrollada por [Breiman y Friedman \(1985\)](#), la cual estima transformaciones óptimas para regresiones múltiples, en forma empírica.

Usualmente, los modelos de regresión múltiple tienen una variable respuesta aleatoria Y y p variables predictoras aleatorias X_1, X_2, \dots, X_p . Un conjunto de n realizaciones independientes de estas variables aleatorias es observado, denotados por $(y_1, x_{11}, \dots, x_{1p}), \dots, (y_n, x_{n1}, \dots, x_{np})$ y es deseable estimar la esperanza condicional $E(Y/X_1, X_2, \dots, X_p)$. El modelo de regresión lineal asume que la esperanza condicional es lineal, *i.e.*,

$$E(Y_{/X_1, X_2, \dots, X_p}) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p$$

y dada una muestra, los estimados de b (b_0, b_1, \dots, b_p) son normalmente encontrados por mínimos cuadrados. Una generalización natural es considerar modelos aditivos no-lineales ([Hastie y Tibshirani, 1990](#)) de la forma

$$E(Y_{/X_1, X_2, \dots, X_p}) = \sum_{j=1}^p T_j(X_j)$$

donde las funciones no-lineales T_j deben ser estimadas. El algoritmo de Breiman y Friedman (1985) estima los T_j como un "promedio" de alguna parte de los datos rodeando un punto, a través de un "ploteo" suavizado. Así, la variable respuesta Y y las variables predictoras X_1, X_2, \dots, X_p son reemplazadas por funciones $T_1(Y)$ y $T_2(X_1), \dots, T_{p+1}(X_p)$ y el algoritmo estima estas funciones minimizando,

$$e^2 = \frac{E[(T_1(Y) - \sum_{j=1}^p T_{j+1}(X_j))^2]}{Var(T_1(Y))}$$



Un algoritmo iterativo (ACE: Alternating Conditional Expectation) permite el cálculo de esas funciones no-lineales T_j , no perteneciendo a una familia parametrizada en particular. Así, la técnica se puede decir corresponde a regresiones no-paramétricas que estiman transformaciones tanto para la variable dependiente como para las independientes. El algoritmo converge a una solución óptima y no produce una ecuación dada, sino más bien una transformación suavizada y empírica de los datos-puntos de cada variable. Aplicaciones de la técnica estadística se puede encontrar en [Mendelsohn y Mendo \(1987\)](#), [Cury y Roy \(1989\)](#), [Roy *et al.*, \(1992\)](#).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo específico N°1

5.1.1 Migraciones nictemerales

Los resultados obtenidos a partir de la información acústica (Tabla 6), muestran en las transectas nocturnas valores de densidad de merluza común superiores en 1,39 (invierno) y 1,85 veces (primavera) a los valores estimados durante el día.

Una situación similar aunque con un mayor rango se observa en los resultados provenientes de la integración acústica obtenida en los lances de pesca, donde la relación noche/día general fluctúa entre 1,23 en otoño a 2,41 en verano (Tabla 7).

Sin embargo, al observar las densidades de merluza común por rango y nivel de profundidad teniendo este último como referencia el fondo, presentan un amplio rango de valores (Tabla 6 y 7; Fig. 6 y 7), esbozándose una tendencia al aumento de las densidades durante el período nocturno hacia los niveles más alejados del fondo.

Otro elemento que confirma el desplazamiento vertical de la merluza común, lo constituyen la distribución horaria de los índices de densidad estimados a partir de los lances de pesca de arrastre y la condición diurna-nocturna del lance de pesca (Fig. 8 y 9). En ella se aprecia claramente que los valores obtenidos durante el período nocturno son claramente inferiores ($<10 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$) en relación con los valores diurnos que alcanzan valores máximos que fluctúan entre 32 y $84 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$. Lo anterior, se traduce que los valores diurnos superan a los nocturnos en una relación que fluctúa entre 3,2 veces en otoño y 10,6 veces en primavera (Fig. 10)



Las menores capturas de merluza común durante las horas de oscuridad, se deberían a cambios en la vulnerabilidad del recurso frente al arte de pesca, producto de un cambio en su distribución vertical en los metros más cercanos al fondo.

5.1.2 Migraciones batimétricas

En la [tabla 8](#) y figuras [9](#) y [10](#), se presentan los índices de abundancia o densidad (t/mn^{-2}) estimados a partir de los lances de pesca diurnos para cada crucero y rangos de profundidad definidos.

Los valores obtenidos, señalan que la densidad promedio por crucero de merluza común presentó una tendencia creciente, alcanzando valores expresados en t^*mn^{-2} de 15,1 en otoño, 18,9 en invierno, 23,6 en primavera, para disminuir a 20,0 en verano.

Las estimaciones de densidad por rango de profundidad ([Fig. 9](#)), muestran un aumento en los valores de densidad hacia los rangos más profundos (201-300 y 301-400 m) a medida que avanza el año, alcanzando el mayor valor en primavera con 51,1 t^*mn^{-2} entre los 301 y 400 metros de profundidad, frente a valores de 20,2 y 20,1 t^*mn^{-2} observados en los cruceros de otoño y verano.

Sin embargo, este aumento no aparece tan marcado en los otros rangos batimétricos pues en el caso de los lances realizados entre 201 y 300 metros de profundidad, los valores estimados fluctuaron entre 19,7 en primavera y 36,2 t^*mn^{-2} en verano, mientras que en otoño e invierno fueron de 23,4 y 26,0 t^*mn^{-2} .

Al estimar las densidades mediante métodos acústicos, en los distintos rangos de profundidad y en los períodos diurno/nocturno (especialmente hacia los estratos más profundos) se aprecia un desplazamiento horizontal del recurso, lo que genera la presencia de merluza en el borde superior del talud continental y se prolonga a mediagua sin sobrepasar la longitud correspondiente al veril de los 500 metros de



profundidad (Fig. 11). Sin embargo este movimiento horizontal durante las horas de oscuridad, no se interpretó como un desplazamiento batimétrico, pues el recurso si bien se desplaza horizontalmente, tiende a mantener un mismo nivel de profundidad.

5.1.3 Análisis de contenido estomacal

Durante la ejecución de los cuatro cruceros estacionales realizados en el año 1998, se muestrearon un total de 4.429 especímenes, de los cuales el 24,8 % presentaba contenido estomacal, 63,9 % presentó su estómago vacío y 11,3 % lo tuvo evertido.

El espectro trófico que presentó la especie estuvo compuesto por 15 taxa (Tabla 9).

- **Composición de la Dieta**

Verano

Los ítemes más importantes, considerando el total de las muestras con contenido, tanto en peso (expresado como porcentaje del peso corporal; %PC), como en frecuencia de ocurrencia (F), son: eufáusidos (46,23% y 61,11%, respectivamente), anchovetas (13,22% y 4,79%), mictófidios (6,17% y 4,60%), agujilla (2,33% y 0,38%) y sardina común (1,81% y 0,57%). Destaca la alta proporción de peces no determinados (28,9% y 25,67%), los cuales debido al avanzado estado de digestión, no fue posible identificar (Tabla 10 y 11).

Cambios importantes en la composición de la dieta, se producen entre el día y la noche. Durante el día, la proporción entre las categorías invertebrados y vertebrados se mantienen aproximadamente iguales (~ 50 %). Sin embargo, durante la noche, los vertebrados elevan su aporte en la dieta al 69% (en peso), producto tanto de una disminución del ítem eufáusidos y desaparición de los demás invertebrados, como un incremento del ítem peces no determinados (Tablas 10 y 11).



Otoño

Los ítemes presa más importantes (en peso como frecuencia de ocurrencia) para esta estación son: eufáusidos (28,63% y 58,61%), anchoveta (13,21% y 2,71), mictófidos 10,91% y 5,04%), agujilla (8,49% y 1,94%) y calamar (2,05% y 1,94%) (Tablas 12 y 13).

Se observaron cambios entre el día y la noche para las categorías vertebrados-invertebrados. En ambos períodos los vertebrados dominaron la dieta (en términos de peso), no así en frecuencia de ocurrencia. En esta última, los invertebrados dominaron la dieta durante el día, mientras que durante la noche, lo hicieron los vertebrados. Al igual que en la estación de verano, se aprecia una disminución del ítem eufáusidos y un incremento del ítem peces no determinados (Tablas 12 y 13).

Invierno

El ítem más importante para esta estación fue eufáusidos, tanto en peso como en frecuencia de ocurrencia (95,57% y 86,67%). Le siguieron anchovetas (1,06% y 1,54%) y peces no determinados (1,19% y 1,03%) (Tablas 14 y 15).

Cambios en la composición de la dieta entre el día y la noche fueron muy leves, con un ligero incremento de la categoría vertebrados, dado por la aparición de grandes presas peces durante la noche (Tablas 14 y 15).

Primavera

Al igual que en la estación anterior, el ítem eufáusidos dominó la dieta, seguido por merluzas y peces no determinados (Tablas 16 y 17).



No se aprecian diferencias significativas entre el día y la noche para las categorías vertebrados e invertebrados.

- ***Composición de la dieta por longitud del pez***

Verano

El análisis de la dieta por longitud del pez, para las categorías dietarias vertebrados e invertebrados (en peso), nos indica una tendencia creciente de la porción vertebrados con el incremento de la talla del pez, pasando a dominar la dieta (> 50%) en merluzas mayores a 39 cm (longitud total) (Fig. 12a).

Otoño

En esta estación, la categoría vertebrados dominó la dieta (> 50%) en todas las clases de talla de merluza (Fig. 12b).

Invierno

Como ya se señaló para la presente estación, la categoría invertebrados, dominó la dieta, en todas las clases de talla del depredador. Sólo, en merluzas de talla mayor a 45 cm (LT), los vertebrados mostraron un incremento de importancia (40%) (Fig. 12c).

Primavera

Para esta estación, se observa una situación similar a la de invierno; una dominancia de la categoría invertebrados. Sólo en merluzas mayores a 45 cm (LT), la categoría vertebrados sobrepasó el 50% de la dieta (Fig. 12d).



- **Ciclo de alimentación**

Durante el ajuste del modelo de Sainsbury (1986) al ciclo de alimentación de la merluza, sobre presas invertebradas para la estación de verano, los altos valores residuales, no permitieron realizar el procedimiento de remuestreo para obtener los valores promedio, límites de confianza y varianzas de los parámetros del ciclo de alimentación ni de ración diaria. Sin embargo, los datos muestran una tendencia consistente en un inicio del período de alimentación a las 8 horas extendiéndose hasta cerca de las 21 horas, seguido por un período de no alimentación hasta las 8 horas del día siguiente. Para las siguientes estaciones (otoño, invierno, primavera), si se pudo realizar el procedimiento de remuestreo, obteniéndose los valores promedio, límites de confianza y varianzas de los parámetros del ciclo de alimentación y la ración diaria, los cuales se detallan en la [Tabla 18](#).

Se graficó el ciclo de alimentación, con los valores promedio de los parámetros del ciclo para cada estación ([Fig. 13](#)). En el caso de la estación de verano, si bien no se pudo ajustar el modelo por medio del procedimiento de remuestreo, igualmente se ajustó un ciclo solamente con los valores de entrada, ya que dicho resultado, se asemeja a lo visto en las demás estaciones.

Un análisis comparativo de las curvas del ciclo de alimentación entre estaciones ([Fig. 14](#)), muestra que en las estaciones de verano, otoño e invierno, el período de alimentación es diurno, mientras que en primavera, dicho período es nocturno. Por otra parte, el área bajo la curva durante el período de alimentación, (que representa la ración diaria), es mínimo en otoño (0,387), se incrementa en invierno (2,884), alcanza un máximo en primavera (10,775) y decae luego en verano (2,799) ([Tabla 18](#)).



- **Migración vertical**

De la lectura de ecotrazos tomados para cada estación del año, se confeccionó un ciclo de migración nictemeral tanto de la merluza, como de sus presas potenciales (Fig. 15).

Para las estaciones de verano, otoño e invierno, se apreció que durante las horas de luz, tanto la capa de plancton como la merluza se encuentran muy cerca del fondo. A partir del crepúsculo, el estrato de plancton y la merluza, se levantan del fondo y permanecen en la columna de agua por la noche. Finalmente, durante el amanecer, la merluza retorna al fondo y la capa de plancton comienza también a aproximarse al fondo. De estos resultados se puede afirmar que la merluza aprovecha la distribución más profunda y densa del plancton para alimentarse.

Diferente de esto, es lo que se observa en la estación de primavera, donde la capa de plancton no se profundiza en horas de luz, sino que permanece a media agua durante todo el día. Por lo tanto, el plancton no estaría disponible para forraje de la merluza, la que en horas de luz se encuentra en el lecho marino. La inaccesibilidad diurna al alimento, motivaría a la merluza a ascender temprano en la tarde (14:00 h) para alimentarse, situación que se extendería hasta las primeras horas del día (01:00 h), la merluza una vez saciada, retornaría al fondo. Este retorno de merluzas por saciedad, estaría evidenciado por el incremento de merluzas con alimento en sus estómagos a partir de esta hora.

El comportamiento diferente en primavera podría estar asociado a una mayor actividad reproductiva en estos meses, evidenciado en la distribución del IGS estacional (Fig 16) y en la alta proporción de huevos y larvas encontrados en primavera (Ver Objetivo N°3) .



5.1.4 Investigación bibliográfica de antecedentes de distribución espacial del recurso

- **Características generales de distribución de la merluza común**

El Instituto de Fomento Pesquero realizó en 1980 dos cruceros de evaluación de la biomasa presente entre Papudo ($32^{\circ}30'$) y Chiloé ($42^{\circ} 00'$). El área de estudio se dividió en tres zonas: A ($32^{\circ}30' - 35^{\circ}30' S$), B ($35^{\circ}31' - 38^{\circ}30' S$) y C ($38^{\circ}31' - 42^{\circ}00' S$) y batimétricamente, se evaluó la biomasa de los estratos 0-100, 101-200, 201-300, 301-400 metros de profundidad.

El primer crucero se realizó entre junio y agosto de 1980 (invierno) y el segundo entre octubre y noviembre del mismo año (primavera), efectuándose las evaluaciones tanto por el método de área barrida (Aguayo *et al.*, 1981a) como por técnicas hidroacústicas (Guzmán *et al.*, 1981).

Durante el crucero efectuado en invierno (junio - agosto), se determinó que la mayor concentración de merluza se encontraba en la zona B correspondiendo a un 51% de la biomasa total estimada, con una distribución relativamente equivalente del restante 49% entre las Zonas A y C. En el crucero realizado en primavera (octubre - noviembre), se produjeron cambios en la distribución de la biomasa, concentrándose en la zona C un 56% de la biomasa total, mientras que en las zonas A y B se distribuyó el 17% y 27% de la biomasa total, respectivamente. En primavera se apreció una disminución de un 42% en la biomasa total de merluza con respecto al invierno, la que a juicio de los autores tiene mayor importancia si se considera el corto tiempo transcurrido entre ambas prospecciones. Esta diferencia fue atribuida al comportamiento del recurso, dado el grado de precisión, la amplia cobertura del muestreo acústico y la aplicación del mismo esquema de registro y estratificación del área de estudio en los dos cruceros.



En estas evaluaciones una fracción importante del recurso no fue prospectada, debido a que se encontraba situado sobre el talud continental, donde no era posible eointegrarlo por las malas condiciones de detección que imperaban en dicha área. Esta situación es bastante más marcada en primavera (octubre – noviembre), donde el recurso se encontraba más desplazado hacia el talud.

La merluza común presentó en ambos cruceros un tipo de migración nictemeral, levantándose del fondo al anochecer y dispersándose en la columna de agua, con una tendencia a formar estratos a media agua distribuidos preferentemente entre 50 y 150 metros de profundidad, para iniciar el descenso al amanecer y concentrarse sobre el fondo durante el día.

En invierno, durante la noche y en la zona del talud, se observó que parte de las concentraciones de merluza se distribuían siguiendo su caída, persistiendo sin embargo el estrato a media agua sin sobrepasar el veril de los 500 metros. Sin embargo, en primavera no se observó la tendencia a formar estratos, la merluza mostró una mayor dispersión sobre la plataforma para formar grandes concentraciones siguiendo el perfil del fondo, sobrepasando la profundidad máxima de prospección. Este comportamiento fue responsable de la diferencia en biomasa detectada con respecto al invierno.

En invierno durante el día la merluza formó también estratos densos de altura variable sobre el fondo en las zonas A y B. En la zona C sólo se detectó merluza a partir de los 40° de latitud sur, donde se mantuvo dispersa sobre el fondo, sin mostrar una tendencia a concentrarse en un nivel determinado.

Durante primavera, el comportamiento diurno de la merluza no mostró diferencias significativas en las tres zonas estudiadas, distribuyéndose individualmente o formando estratos dispersos sobre el fondo, pero sin llegar a constituir las concentraciones densas observadas durante invierno.



- **Observaciones relacionadas al patrón general descrito**

Trujillo (1972) describe para el área Coquimbo – San Antonio una mayor disponibilidad de merluza común durante el invierno que durante el otoño en las mismas estaciones de prospección. En primavera en la zona de Talcahuano – Valdivia la contribución en peso de merluza común tanto a la clase Teleostomi como a toda la comunidad de peces fue excepcionalmente baja.

Trujillo (1972) señala que hay indicios de que la disponibilidad de merluza entre las diferentes regiones disminuyó durante el otoño en la región de Coquimbo/San Antonio, mientras que la densidad de la población de dicha especie aumentó en las regiones de San Antonio/Talcahuano y Talcahuano/Valdivia. Las variaciones estacionales en la disponibilidad de merluza indican que su densidad en San Antonio/Talcahuano empieza a aumentar en verano, alcanza un máximo en otoño e invierno y disminuye durante la primavera. Por el contrario, la densidad de la población en Talcahuano/Valdivia parece mantenerse regularmente estable durante las estaciones.

- **Areas de desove**

Avilés *et al.* (1979) tomando como base el crucero de prospección realizado por el B/C “Carlos Darwin” durante agosto, septiembre y octubre de 1970, indica que es posible encontrar hembras en estado de desove parcial, en toda el área considerada (29°08' S. a 37°42'S.), lo cual indica que la merluza desova en toda su distribución. Sin embargo, el grueso de la población desovante se concentra en áreas bien definidas, constituyendo focos de desove.

Las áreas con mayor concentración de merluza descritas por Avilés *et al.* (1979) y detectadas tanto por medios hidroacústicos como a través de las capturas fueron:



área norte de Valparaíso (33°S.), hasta aproximadamente Punta Ligua - Papudo (32°24' - 32°30') y entre Bahía Carnero y Punta Morguilla (37°21' – 37° 44'). En la zona intermedia se observó un pequeño foco en Punta Sirena (34°32'). En todas estas áreas de mayor concentración se observó hembras en desove.

Avilés *et al* (1979) señala también un posible foco de desove entre el sur del Golfo de Arauco e Isla Mocha, detectado durante los cruceros del B/F “Akebono Maru 72”, y en que también se pudo constatar signos de desove de la merluza en septiembre-octubre, en el área entre los 40° y 41° y específicamente frente a Bahía San Pedro (40°50'S).

A fines de la década de los sesenta se realizaron los cruceros estacionales denominados “merluza”, los cuales cubrieron las siguientes áreas y períodos:

- Merluza I: abril a junio de 1968 (otoño). Entre los 27°S. y 40°S. (Circular N°22).
- Merluza II: julio y agosto de 1968 (invierno). Entre los 30°S. y 36°30'S. (Circular N°29.).
- Merluza IV: marzo de 1969 (verano). Entre los 31°25'S. y 39°47' (Circular N°50).
- Merluza V: enero a febrero de 1970 (verano). Entre los 29°40'S. y 40°S. (Circular N°60.).

En estos cruceros se registró entre otros aspectos de la biología de la merluza común, zonas y períodos de concentración, además de sus épocas de reproducción.

En invierno de 1968 (Circular N°29), se localizó una zona de concentración entre 32°15'S y 32°45'S alcanzando una elevada concentración frente a Papudo (32°31'S.) y obteniendo la mejor captura de la zona frente a Zapallar (32°33'). El estado de madurez de las merluzas capturadas indicó proximidad al desove. Frente a Laguna Verde (33°S.) también se capturaron merluzas en estado de evacuación o próximos al



desove. Los ejemplares maduros siempre correspondieron a tallas grandes, sobre 37 cm, alrededor de la cual alcanzarían la madurez sexual y reclutarían a la pesquería (Payá *et al.*, 1995).

Los lances cercanos a Talcahuano se compusieron de merluzas con modas de longitud superiores a los 45 cm para ambos sexos, presentando signos de plena reproducción o muy próximos a ella. No se cubrió en este crucero el Golfo de Arauco pero el muestreo industrial rutinario reportó un panorama similar dentro del Golfo (frente a la desembocadura del Bío-Bío), al observado en las cercanías de Talcahuano.

Durante el verano de 1970 (Circular N°60), en el área Valparaíso – Talcahuano, la merluza se encontró formando densas concentraciones cerca de la costa y dentro de la isóbata de los 100 m. En la rada de Pelluhue, entre Punta Arenas (35°09') y Constitución (35°20') y frente a Duao (34°53') - Iloca (34°57'). Y en esta misma estación del año, entre Valparaíso (33°02') y Punta Barranco (34°04') se encontraron tres focos de concentración muy densa. Uno frente a Matanza (33°58'), con un segundo foco frente a bahía Santo Domingo (33°38') y otro foco frente a Algarrobo (33°21').

En el presente informe también se determinan áreas de desove a partir de muestreos de la flota industrial. Los resultados preliminares muestran dos zonas de desove, una zona principal al Sur de Isla Mocha entre los 38°40' y 39°20'S. y una zona secundaria entre Punta Nugurne (36°00') y Talcahuano (36°40'S.).

- **Comportamiento reproductivo**

La tendencia a formar estratos densos tanto de noche como de día, observada en invierno por Guzmán *et al.*, (1981) puede constituir un comportamiento de tipo



reproductivo. Durante el invierno de 1968 (Circular N°29) no se describe en detalle tal disposición espacial y sólo se hace referencia a “grandes concentraciones”, con predominancia de ejemplares en estado de madurez avanzada. Sin embargo las observaciones realizadas durante el verano (estación del año con alta actividad reproductiva, frecuentemente descrita como período de desove secundario) de 1970 (Circular N°60) se hicieron referencias a disposiciones espaciales que claramente corresponden a “estratos”. Así, entre Corral (39°52’) y Punta Morguilla (37°44’) la merluza se encontró formando un foco de un ancho de 20 millas, siguiendo la isóbata de 150 m. En bahía Carnero la merluza se halló concentrada en torno a la isóbata de 100 m.

Otra observación más detallada hecha en invierno de 1980, es que la merluza forma un estrato siguiendo horizontalmente la distribución que tiene sobre la plataforma continental cerca del borde del talud (Guzmán *et al.*, 1981). Los cruceros de evaluación acústica, se realizan actualmente durante los meses de mayor actividad reproductiva, comprendiendo generalmente a agosto, mes que frecuentemente se describe como un mes de máximo índice gonadosomático (Paya *et al.*, 1997). En estas evaluaciones y para los sectores de mayor densidad, se describen y analizan mediante correlogramas, agregaciones orientadas en sentido paralelo a la costa, de alta densidad y en rangos batimétricos estrechos (Payá *et al.*, 1995; Lillo *et al.*, 1998). Esto, unido a la localización de la áreas de distribución de las mayores concentraciones de Imerluza común, se atribuye frecuentemente a un comportamiento de carácter reproductivo, que también trae como consecuencia una mayor vulnerabilidad a los artes de pesca, permitiendo obtener altos niveles de rendimiento (Lillo *et al.*, 1998).

La literatura describe también, aparentes discontinuidades espaciales en la distribución de merluza durante la estación reproductiva, que concuerdan con la idea de concentraciones en áreas bien definidas. En invierno Guzmán *et al.*, (1981)



señalan que estratos densos de altura variable sobre el fondo fueron detectados en las zonas A y B, en la zona C sólo se detectó merluza a partir de los 40° de latitud sur.

En invierno de 1968 (Circular N°29), entre Laguna Verde y Talcahuano no se registraron señales ni pescas importantes. Las realizadas presentaron tallas tanto para machos como para hembras inferiores a 37 cm, sin evidencias de madurez sexual. Durante el verano de 1969 (Circular N°50), se capturó merluza en Valparaíso, Punta Toro, Punta Duao (34°53'), Punta Iloca (34°57'), al sur de Lebu (37°37') y en Punta Ronca (39°23'). En el resto estuvo ausente o dispersa. En el verano de 1970 (Circular N°60), en el área Carranza (35°36') – Talcahuano (36°41'), la merluza se encontró dispersa o totalmente ausente hasta Nugurne (35°59'), a excepción de una pequeña concentración frente a Punta los Maquis (36°05').

Trujillo (1972) describe que durante el invierno la captura por unidad de esfuerzo aumentaba en Coquimbo - San Antonio, decrece en San Antonio - Talcahuano y vuelve a aumentar en Talcahuano - Valdivia.

Lillo *et al.*, (1998), indican que las concentraciones de merluza común estuvieron conformadas, en los sectores de mayor densidad, por agregaciones del tipo estratos y que hacia los sectores fuera de estas áreas de concentración, la presencia de merluza estuvo compuesta por ejemplares dispersos, o pequeños cardúmenes de baja densidad.

Payá *et al.*, (1995), señalan que durante el crucero de evaluación hidroacústico de 1995 (época reproductiva), un 40% de las muestras, correspondió a ceros, vale decir intervalos básicos de muestreo donde no se detectó la presencia de merluza común. Finalmente Aguayo *et al.*, (1981c) atribuyen la aparente disminución del stock en las zonas A y B en primavera, a un movimiento de los individuos que ya han desovado



hacia el talud continental (400-500 metros), hecho corroborado por los registros acústicos que se realizaron en estas áreas. La merluza fue observada en los ecotrazos, distribuida en el fondo siguiendo el perfil del talud, a diferencia del comportamiento descrito para el invierno. Este comportamiento fue interpretado como de carácter trófico, debido a que la merluza provenía de un período de desove y a observaciones que indican que la repleción gástrica provocada por las gónadas maduras (que ocupan en este período gran parte de la cavidad visceral), no permitiría la alimentación normal durante este período, lo que obligaría al pez a recurrir a sus reservas energéticas. En el talud la merluza común se alimentaría principalmente de macrúridos donde son abundantes (Aguayo *et al.*, 1981c).

En el análisis espacial de ejemplares de merluza común en estado avanzado de madurez reproductiva, realizado en este informe (ver secciones siguientes), se señala que las hembras en su proceso de maduración gonádica se desplazan a profundidades más someras (100 – 150 m). Avilés *et al.*, (1979) observó que por causa del desove, los individuos adultos deberían distribuirse en menores profundidades sobre la plataforma. Esta situación fue descrita por Aguayo *et al.*, (1981c), quienes observaron durante la época reproductiva, una tendencia de las tallas promedio a disminuir con la profundidad.

- **Areas de concentración de pre-reclutas**

Payá *et al.*, (1995), utilizando información recopilada entre septiembre de 1994 y agosto de 1995, confeccionaron cartas de concentración de reclutas por medio de la representación de las líneas de contorno de igual proporción normalizada de juveniles, que señalaron la presencia de al menos 3 macro áreas de concentración de pre – reclutas (inferiores a 37 cm de longitud), todas ellas registran una cierta concentración durante todo el año. La primera ubicada entre Valparaíso y San Antonio (33° - 35,5°) que presenta un máximo (de cobertura espacial y presencia de juveniles) en



noviembre y junio y un mínimo en marzo. La segunda ubicada entre Pta. Lobos y Talcahuano ($34^{\circ},5 - 36,6^{\circ}$) con un máximo en marzo, mayo y junio y un mínimo en noviembre y julio. La tercera se encuentra entre el norte de Lebu y el sur de la Isla Mocha ($37,2^{\circ} - 39^{\circ}$) con un máximo en noviembre y mayo y un mínimo en agosto.

Una cuarta zona, no descrita como tal por Payá *et al.*, (1995), pero que se aprecia en las cartas proporcionadas de julio y agosto, se ubica al sur de Corral entre los $40,5^{\circ} - 41,5^{\circ}$. Esta zona mostró concentraciones importantes en julio y agosto pero su variabilidad temporal es desconocida ya que los meses en que se detectó correspondieron a los únicos meses (año 1995), en que la flota trabajó en estas latitudes durante el citado estudio.

Es posible inferir un desplazamiento entre las zonas descritas basados en los meses de máxima concentración. Así se describió un mínimo de concentración en la zona Valparaíso – San Antonio en marzo mientras que en La zona Pta. Lobos – Talcahuano este mes presenta un máximo de concentración de reclutas (una situación similar entre estas dos áreas se presenta en octubre). Del modo inverso esta última zona presenta un mínimo en noviembre mientras que la zona anterior presenta un máximo de concentración este mes lo que podría sugerir un movimiento latitudinal (Sin embargo, el movimiento latitudinal a través de distancias considerables (más de 30 mn) sólo ha sido descrito para ejemplares de talla superiores a 40 cm (Saetersdal y Villegas, 1968). Noviembre también presenta una alta concentración de reclutas en la zona Norte de Lebu – Sur de Isla Mocha lo que podría sugerir que desde la zona intermedia de Pta. de Lobos – Talcahuano los juveniles se desplazan durante este mes tanto hacia al norte como al sur. Sin embargo ésto no es tan claro ya que en meses como febrero, abril, junio y julio, se presentan concentraciones similares en las tres zonas (ya sean altas o bajas) (En enero, febrero y agosto, meses comúnmente citados como de desove, las citadas distribuciones parecen estar menos dispersas). Durante 1995 el Proyecto “Seguimiento Pesquerías Demersales Centro-Sur”,



encargado por la Subsecretaría de Pesca, reportó el desove secundario en marzo y el principal entre julio y octubre con un máximo en septiembre.

En el presente informe se reportan resultados acerca de la distribución espacial de prereclutas (<37 cm). En estos se identifican dos zonas de alta densidad de reclutas (ind/mn²) y dos zonas de mayor proporción de reclutas. (ver objetivo N°3 de esta sección). Estas se encuentran prácticamente en la zona de concentración de reclutas ubicada entre el norte de Lebu y el sur de la Isla Mocha (37,2 ° - 39°) y descrita por Payá *et al.* (1995).

- **Unidades de stock en merluza común**

Payá *et al.*, (1997) evaluaron la presencia de unidades de stock en merluza común aplicando técnicas multivariadas con variables morfológicas, analizando la talla de primera madurez sexual, y aplicando técnicas genéticas electroforéticas y estudios parasitológicos.

Durante el desarrollo de este proyecto se recolectaron muestras provenientes de las zonas de: Coquimbo (28° S a 32°S), San Antonio (32° S a 35°S), Talcahuano (35° a 38°) y Corral – Pto. Montt (38° S a 41°S). Los muestreos se realizaron en tres períodos 1) Abril 1995 – Julio 1995, 2) Agosto 1995 – Noviembre 1995 y Diciembre 1995 – Marzo 1996.

El análisis de los datos de frecuencias génicas obtenidas mediante técnicas electroforéticas no permitió discriminar stock, considerados como grupo intraespecífico de individuos que se cruzan al azar y que tienen una integridad temporal y espacial.



De acuerdo a lo planteado por Sinclair e Iles (1989), la merluza podría ser una especie pobremente estructurada en poblaciones, tendencia que sigue un buen número de especies marinas en las cuales las barreras geográficas como uno de los tantos factores que permiten la especiación, no son suficientes para permitir aislados genéticos

En el estudio de morfología se aplicó un diseño de entramado, cuyas medidas posteriormente se analizaron mediante técnicas multivariadas. Aún cuando en el análisis de componentes principales la distribución de los puntos se presentó sobrepuesta, considerados individualmente los puntos de muestreo, al comparar las distintas zonas mediante análisis de varianza, las diferencias encontradas son altamente significativas. Por lo tanto, si bien no se observó una separación marcada de grupos poblacionales, estaríamos en presencia de grupos mezclados, con lugares de origen distintos a lo largo de una distribución latitudinal, pero que al estado adulto se mezclan. En términos genéticos eso significa que existiendo homogeneidad genética, las diferencias encontradas se explican como la natural reacción de los fenotipos a las condiciones locales específicas que afectan principalmente los estados tempranos de desarrollo.

En este estudio se implica una tendencia de los individuos virginales a permanecer en determinadas áreas (ubicadas en el norte, centro y sur de la distribución del recurso), luego al alcanzar los individuos la madurez, habría mezcla reproductiva entre áreas, lo que a su vez, implica un desplazamiento latitudinal de magnitud variable. Lo anterior, sin embargo no constituye prueba de que todo ejemplar maduro sexualmente necesariamente migra entre estas “áreas de concentración”, puesto que no se señala evidencia de que la diferencia entre estas áreas latitudinales se deba a características morfológicas o parasitológicas exclusivamente de los juveniles (<37 cm).



El análisis parasitológico sugirió claramente que las merluzas provenientes de Puerto Montt responden a un patrón distinto y fácilmente discriminable de aquellas provenientes de San Antonio y Talcahuano. En cambio las provenientes de Coquimbo, si bien son discriminables del grupo anterior, la separación fue mucho menor a la observada para Puerto Montt. En resumen los datos sugieren claramente la existencia de una subunidad asociada a la pesca de Puerto Montt y una segunda asociada a la zona de Talcahuano – San Antonio. La zona de Coquimbo se insinuó como una tercera subunidad, la que a juicio de los autores requería mayor análisis de merluzas provenientes de zonas pesqueras al norte de Coquimbo (Tal – Tal, por ejemplo). Este análisis no realizó tampoco una discriminación de ejemplares inferiores a 37 cm.

- **Estudios de marcaje**

Villegas y Saetersdal, (1968) realizaron durante 1964 – 1966, experimentos de marcaje de merluza común. Se marcaron y liberaron un total de 1761 peces recuperándose un promedio cercano al 9% de las marcas. Las devoluciones se registraron hasta después de 9 meses a un año y medio de marcados los ejemplares. Estos autores concluyeron que la técnica de marcaje tuvo buen resultado, señalando que estas experiencias demuestran extensas migraciones de la merluza a lo largo de la costa, con una migración hacia el norte a fines del invierno o en la primavera y una migración hacia el sur en verano y otoño. La época principal de desove de la merluza ocurre en primavera y por ésto las migraciones se consideraron asociadas con la reproducción.

De un análisis simple de los datos publicados por estos autores son evidentes las siguientes observaciones:



De los 1761 ejemplares marcados hasta agosto de 1966 se habían recuperado 127 ejemplares (7% del total), 13 marcados en Valparaíso, 74 marcados en San Antonio y 40 marcados en Coronel.

De los ejemplares marcados en Valparaíso 43% (6 individuos) migró hacia el sur entre 40 y 160 millas. Estas migraciones se observaron en primavera y verano. Mientras que el 15% (2 ejemplares) migró al norte en primavera. Igual porcentaje de ejemplares permaneció local. Las merluzas que migraron al norte desde Valparaíso (33°02'S) lo hicieron a un sector entre Quintero (32°47'S) y Papudo (32°31'S).

De los ejemplares marcados en San Antonio 34% (25 ejemplares) migró hacia el sur entre 11 y 160 millas (sólo el 5%, equivalente a 4 ejemplares migró más de 160 millas). Las migraciones en dirección sur se produjeron a finales de primavera, durante el verano (principalmente) y a comienzos de otoño. 5% de los ejemplares marcados (4 merluzas) en este puerto migró al norte (70 millas aprox.) en la estación de invierno. La mayoría de los ejemplares marcados en San Antonio que fue recuperado, es decir el 55% (41 merluzas) permanecieron en San Antonio.

Las merluzas que migraron al sur desde San Antonio (33°35'S) fueron recapturadas en una franja costera entre la rada de Quintay (33°12'S) y el norte de Constitución (35°20'S). La mayoría de estos ejemplares fue recuperado en una franja costera entre Punta Topocalma (34°08'S) y el norte de Constitución. (La franja costera entre los 40 y 70 mn al sur de San Antonio tiene por punto centro Punta Lobos (34°23'S)).

Las merluzas marcadas en San Antonio que migraron al norte lo hicieron a un sector entre Valparaíso(33°02'S) y Papudo (32°31'S).

De las merluzas marcadas y liberadas en Coronel(37°02'S) 20% (8 merluzas) migró al norte no más de 40 millas tanto en otoño, invierno como en primavera. El 5% de los



ejemplares marcados en Coronel (2 ejemplares) migró al norte entre 191 y 220 millas, recuperados uno en invierno y otro en primavera. El 75% (30 ejemplares) fueron recapturados en la zona de marcaje. La migración al sur no fue documentada, debido a que la operación de la flota no cubría la zona al sur de Coronel.

La mayor parte de las merluzas que migraron y fueron marcadas en Coronel se recapturaron entre 10 y 40 mn al norte, o sea entre el sur de San Vicente ($36^{\circ} 44'$) y Bahía Coliumo ($36^{\circ}32'$). Los ejemplares capturados 220 mn al norte, fueron capturados en las inmediaciones de San Antonio. La migración al sur de Coronel no fue documentada ya que la flota industrial de 1968, no operaba al sur de esta localidad. Es importante señalar al respecto que la recuperación de marcas por tonelada desembarcada fue 10 veces mayor en la pesca artesanal que en la industrial.

De esta descripción de los resultados de Villegas y Saetersdal (1968), se desprenden las siguientes características:

La dirección y estacionalidad de los movimientos latitudinales descrita por estos autores tiene buen fundamento en los datos presentados si se obvia el pequeño número de ejemplares recuperados y se considera éstos como representativos del comportamiento de la población.

Si se conserva el supuesto anterior, se debe concluir que cabe esperar que sólo el 5% de las merluzas migren 160 mn o más, en dirección sur o norte según sea la estación.

Bajo el supuesto de que los datos son válidos para describir el comportamiento de la merluza común (y excluyendo Valparaíso que corresponde al área con menor número de recapturas), se debe esperar que entre un 55% a 75% de los ejemplares permanezca en las inmediaciones del área de concentración en donde se encuentra.



De lo anterior se debería concluir, que si bien la merluza es capaz de extensos desplazamientos latitudinales, tiene una cierta tendencia a permanecer en determinadas áreas de concentración (Las áreas en que se realizaron los experimentos se corresponden con aquellas descritas como áreas de concentración en los estudios referidos previamente en esta sección), si bien hay desplazamientos latitudinales entre áreas en determinadas épocas del año que tienden a coincidir con la épocas reproductivas.

- **Hipótesis de migración explícitas en la literatura**

Avilés *et al.* (1979) distingue y describe para la merluza común los siguientes tipos de movimiento:

La merluza efectúa tres tipos de migraciones:

Migración nictemeral: Durante el período diurno, la merluza permanece sobre el fondo o ligeramente levantado de éste, formando cardúmenes más o menos densos. Durante el crepúsculo y la noche, se levanta y se dispersa en la columna de agua, alejándose del fondo (Vestnes *et al.*, 1965).

Migración batimétrica: Durante el ciclo anual las concentraciones de merluza se encuentran en diversas profundidades. En verano se acercan a la costa, encontrándose en aguas someras entre 10 a 50 metros. A fines de verano y otoño se encuentra sobre la plataforma, desde donde migra al talud superior a profundidades de alrededor de 300 metros. A fines de invierno y primavera regresa a la plataforma.

Migración latitudinal: Es sin duda la más importante. Se ha detectado a través de experimentos de marcaje y por los desplazamientos de la actividad de la flota de San Antonio.



La migración de la merluza es extensa a lo largo de la costa. Se detecta una migración hacia el norte a fines de invierno y primavera y una migración hacia el sur en verano y otoño. Esta migración es clara desde San Antonio al norte, hasta Papudo y de San Antonio al Golfo de Arauco y viceversa. Esta descripción es también encontrada en Izumi *et al.*, (1986) quienes señalan un patrón de movimiento en que la merluza se desplazaría hacia aguas profundas (200 – 500 m) y en dirección norte en invierno y primavera y en dirección sur, hacia áreas costeras en verano.

Basado en los antecedentes realizados se puede señalar:

- La merluza común se encuentra “más disponible” en invierno, presumiblemente a fines de esta estación coincidiendo con el período de desove principal descrito para el recurso. En este período se concentra en áreas más o menos definidas que corresponden a las áreas de desove del recurso, las que a su vez se corresponden en mayor o menor medida con las áreas descritas como de concentración de prereclutas (Avilés *et al.*, 1979; Guzmán *et al.*, 1981; Lillo *et al.*, 1998; Paya *et al.*, 1996; Payá *et al.*, 1995; Trujillo, 1972).
- Los prereclutas tendrían o desplegarían una capacidad relativamente limitada de desplazamiento tendiendo a permanecer en las áreas de concentración. Los individuos “adultos” (>40 cm aprox.) tienen gran capacidad de desplazamiento tanto batimétrico como latitudinal y son los que se desplazan entre áreas de concentración. No obstante lo anterior hay una cierta tendencia de los individuos a permanecer en las áreas de concentración (Payá *et al.*, 1997; Villegas y Saetersdal, 1968).
- Hay una migración latitudinal de ejemplares mayores a 40 cm hacia el norte a fines de invierno y primavera, y una migración hacia el sur en verano y otoño. Esta sin embargo no parece ser tan marcada, correspondiendo sólo a una fracción de los



ejemplares de una área de concentración particular. De los individuos que migran, la mayoría no excede las 40 mn ya sea hacia el sur o hacia el norte. No obstante una fracción pequeña se desplaza entre centros de concentración distantes. Estas concentraciones características de finales del invierno no se apreciarían en primavera, período en que gran parte del recurso no se encontraría disponible. Este, sin embargo, no sería el caso de la zona ubicada en las inmediaciones de los 38°30' a los 42°, en que la disponibilidad parece no disminuir con las estaciones (Guzmán *et al.*, 1981; Villegas y Saetersdal, 1968).

- Durante el período diurno, la merluza permanece sobre el fondo o ligeramente levantado de este, formando cardúmenes más o menos densos. Durante el crepúsculo y la noche, se levanta y se dispersa en la columna de agua, alejándose del fondo. Este comportamiento fue también observado en el crucero de otoño del presente proyecto (Guzmán *et al.*, 1981; Vestnes *et al.*, 1965).
- El ciclo batimétrico estacional no es claro. Las descripciones existentes de la distribución estacional con la profundidad sólo consideran el recurso disponible por lo que serían inexactas en lo que se refiere a la primavera. Además las descripciones realizadas por el método de área barrida y métodos hidroacústicos durante los cruceros estacionales de 1980, no coinciden en un patrón claro para una misma estación del año (Aguayo *et al.*, 1981a; Vestnes *et al.*, 1965).

5.1.5 Estandarización del esfuerzo

La distribución inter-anual de la C.P.U.E. no estandarizada, en los cuatro estratos espaciales utilizados, muestra una tendencia similar entre las áreas 1 y 2 (Fig. 17) y entre las áreas 3 y 4, con una diferencia bastante evidente entre estas dos últimas y las dos primeras. Esto puede ser producido por patrones de fluctuación reales en el rendimiento por área, pero también puede estar influenciado por la dinámica espacial



de la flota industrial ya que las dos primeras áreas son explotadas predominantemente por la flota con puerto base en San Antonio, mientras que las áreas 3 y 4 son cubiertas principalmente por la flota con puerto base en Talcahuano y estas flotas difieren tanto en tamaño como en composición (Tabla 3). Se consideró, como estándar el AREA3, por ser ésta el área de mayor frecuencia de operación de la flota, en donde se ha desplegado el mayor esfuerzo y en donde se ha realizado la mayor captura a través de todo el período analizado (Fig. 18).

Se analizó la posibilidad de realizar una estandarización, corrigiendo el esfuerzo con respecto a poderes de pesca estimados para embarcaciones individuales, tomando como estándar el SUNNAN IV (código IFOP 625). Su elección se basó en una combinación de los criterios señalados por Westerheim y Foucher, (1985) y los utilizados por Böhm *et al.* (1996), es decir, número de registros acumulados, número de años representados en la base de datos, captura acumulada, esfuerzo acumulado y representatividad (que corresponda a un tipo de embarcación común de la flota) (Fig. 19). La baja cobertura espacial de la embarcación, motivó sin embargo, la decisión de calcular poderes de pesca por clase de embarcación (Tabla 19). El poder calculado de este modo corresponde a un factor, que en promedio es proporcional al poder de pesca de las embarcaciones de la clase particular (Beverton y Holt, 1957). Por lo tanto, más bien que realizar una categorización arbitraria y realizar un análisis indirecto, para establecer si sus poderes de pesca son similares (es decir, un análisis para determinar si la varianza de los rendimientos al interior de las clases de embarcación, es menor que la varianza entre clases), las clases fueron establecidas sobre la base de la potencia de motor de embarcaciones cuyo poder de pesca era de magnitud similar, basados en estimaciones previas de los poderes de la flota realizadas por Paya *et al.*, (1997), las que correspondieron a las siguientes cuatro clases 1) 198-550 h.p.; 2) 568 – 960 h.p.; 3) 1200 – 1850 h.p y 4) 1900 – 2400 h. p. (Fig. 20). La distribución anual del número de registros en la base de datos, al igual que el número de embarcaciones por clase de h.p. (Fig. 21), muestra una



predominancia de embarcaciones de la clase 2 entre 1982 y 1987 y una importancia relativa considerable de esta clase entre 1988 y 1990. Posterior a este año, la clase de embarcaciones 1 sobrepasa y aumenta en forma progresiva a las demás clases tanto en número de operaciones de pesca (lances) como en número de embarcaciones. La clase de embarcaciones 4, registra un número relativo importante de operaciones de pesca en el período de años considerado, sin embargo su representatividad en número de unidades de flota es comparativamente baja (Fig. 21). Lo anterior motivó la selección de la clase de potencia 2 como la clase estándar, dado que la clase 1, por corresponder a embarcaciones de baja autonomía, no cumple la condición de operar en un máximo de estratos espacio temporales y la clase de potencia 4 no es representativa de una flota compuesta por embarcaciones mayoritariamente inferiores a 1200 h.p. El número anual de registros acumulados por clase de embarcación al igual que su captura y esfuerzo acumulados son consistentes con la importancia relativa descrita para las clases (Fig. 22).

Los poderes de pesca relativos estimados por medio del algoritmo publicado por Sims (1985) y utilizando el área 3 y la clase de barco 2 como estándares presentan una tendencia clara a aumentar con la clase de potencia de motor (Tabla 20). La distribución anual del esfuerzo nominal y estandarizado utilizando estos poderes de pesca, como también la de rendimiento y captura en el período 1982-1997, se muestran en la Fig. 23. El índice de abundancia resultante es inferior en magnitud a la del rendimiento, lo que se explica por la baja eficiencia relativa de la clase de embarcación utilizada como patrón, lo que se traduce en un esfuerzo estandarizado de mayor magnitud que el esfuerzo nominal (Fig. 23).

Sin embargo, se debe señalar que el esfuerzo de pesca analizado, es el registrado en las bitácoras de pesca y no corresponde al total del esfuerzo desplegado por la flota en un año, ya que las bitácoras sólo registran en promedio, un 60 a 70% de la actividad total de la flota.



5.1.6 Análisis espacial del recurso

En una primera aproximación, los centros de gravedad geográficos se calcularon considerando el año, mes y área según aquellas definidas por Payá *et al.* (1996) y utilizadas en la sección anterior. Esto con la finalidad de evitar la integración de la variabilidad mensual en un solo punto, permitiendo de este modo la posibilidad de que en un mismo mes se presentara más de un foco de abundancia. Estos centros de gravedad fueron representados por mes para todos los años de la serie (Fig. 24). De esta representación es claro que el índice de abundancia obtenido a partir de la operación de la flota no señala un ciclo evidente de desplazamiento latitudinal, que muestre una constancia entre años, ya que de ser así, todos los centros geográficos para un mes particular hubiesen presentado una disposición espacial más agregada, al menos para un número mayoritario de puntos. Esta representación también debería haber reflejado, de ser evidente, la posible existencia de más de un patrón de movimiento, que abarcara diferentes segmentos de la serie anual, de modo que reflejara el reemplazo de una modalidad de movimiento cíclico por otra, debido a cambios históricos en el comportamiento del recurso. Esto se debería observar como uno o más cúmulos de agregación de puntos, cada uno conformado por años consecutivos (Fig. 24). Otra característica observable, ya que estos centros fueron calculados por área, es que cualquier desplazamiento latitudinal marcado del stock, hubiese hecho que tal representación (Fig. 24) mostrase, en los meses de mayor desplazamiento (hacia los extremos de la distribución), la desaparición de los centros de gravedad geográficos en el extremo opuesto al sentido del desplazamiento, lo que no se observa. Lo que más bien es observable, es una cobertura amplia de todo el rango latitudinal de distribución del stock (en otras palabras el área total de la pesquería), con claras concentraciones al sur de San Antonio, sur, centro y norte de Constitución y al norte y sur de la isla Mocha, situación que presenta una alta constancia entre meses y años.



El siguiente criterio asumido para explorar el problema, consistió en calcular los centros geográficos por mes descartando el área, obteniendo de este modo un centro de gravedad para cada mes (en vez de un máximo de cuatro), el que debería reflejar fluctuaciones latitudinales promedio que constituyeran ciclos (Fig. 25 a 29). Adicionalmente, estos centros de gravedad se identificaron por puerto de zarpe, para tomar en cuenta la cobertura diferencial del área de distribución del stock, por las flotas de Talcahuano y San Antonio (Fig. 25 a 29), reflejando de este modo un patrón cíclico de desplazamiento de los centros a una escala espacial más reducida o menos drástica, en términos de la población de merluza, de modo que los desplazamientos sólo disminuyesen la densidad en los extremos de la distribución. En las figuras citadas, se observa el puerto de San Antonio en azul, con las leyendas de los puntos (números) correspondientes a los meses respectivos. Se puede apreciar que la amplitud del desplazamiento es reducida y que no hay una constancia interanual en las posiciones latitudinales de los meses, en otras palabras no muestran una dinámica espacial cíclica. En las mismas representaciones y del mismo modo, se aprecia en rojo la flota de Talcahuano la que muestra una mayor cobertura espacial. Observando esta flota es posible establecer ciertas concordancias entre años, de modo que ciertos meses parecen permanecer entre años en posiciones similares, sin embargo éstas se pierden drásticamente al ser comparadas con otros años incluso consecutivos de la serie.

El siguiente nivel de exploración consideró las categorías de barco utilizadas en la estandarización. Esto persiguió anular el efecto diferencial de los componentes de la flota en la detección de los principales focos de abundancia, presumiendo que pudiesen tener estrategias de operación diferentes causadas por aspectos como la diferencia en la autonomía, lo que fue explorado tanto para la flota de San Antonio como la de Talcahuano. De estas exploraciones sólo se presentan las correspondientes a la categoría 4 de potencia de motor de la flota de Talcahuano, la que corresponde a las embarcaciones con mayor autonomía y capacidad de



desplazamiento de la flota (1900 – 2400 h.p.) (Fig. 21 y Fig. 29 a 32). Estos centros de gravedad parecen tener ciertas características que se mantienen entre años, a decir, en los meses de julio y agosto de diversos años como 1987, 1988, 1989, 1994 tienden a permanecer frente o al norte de Constitución (Fig. 29 a 32). Una situación similar se observa en las mismas figuras para marzo abril y mayo, que tienden a ocurrir en la zona norte de la distribución en 1986, 1987 y 1988, entre otros, y diciembre y enero parecen presentarse con mayor regularidad en la zona sur en diversos años como 1986 y 1989. Sin embargo no se considera que estas características de los centros de gravedad revelen un comportamiento intraanual cíclico del recurso, ya que si se siguen los meses consecutivos, el recurso parece ir hacia el norte cerca de San Antonio (verano otoño), bajar hacia Constitución (otoño invierno) y luego devolverse nuevamente a San Antonio, para luego bajar hasta el sur de Lebu (invierno – primavera). Sin embargo ésto parece invertirse en los años 1994 y 1985 o no ocurrir del todo como en 1996. Estas observaciones carecen de la constancia interanual necesaria para ser consideradas como propias del recurso y no mantienen una concordancia con las estaciones del año como podría presumirse ocurra en un ciclo intra-anual.

Finalmente, basados en los antecedentes del comportamiento reproductivo descritos en las evaluaciones acústicas del recurso, en los que se describe una agregación espacial de las merluzas desovantes con un consecuente aumento en la densidades de éste, que contrasta con las observadas en aquellos meses de menor actividad reproductiva, se consideró la posibilidad de un movimiento latitudinal menos marcado y más bien una dispersión y agregación estacional de la merluza en torno a las zonas de desove y reclutamiento descritas en la literatura. Se supuso que un movimiento de esta naturaleza, podría afectar las posiciones de operación estacional de la flota, el que se vería reflejado en cambios estacionales de la varianza de los centros de gravedad geográficos mensuales. Los resultados del análisis de la variabilidad latitudinal de la actividad de la flota por puerto de operación, muestran que existen



claras diferencias entre las flotas de San Antonio y Talcahuano, siendo mayor la varianza para Talcahuano, con máximos sobre 6 unidades de varianza (poco más de 2,5 grados de latitud), en tanto que para San Antonio se registra un máximo de 0,5 unidades de varianza (poco más de 0,7 grados de latitud) en todo el período analizado. En otras palabras la flota de Talcahuano presenta un radio de dispersión de la flota en torno al centro de masa mayor al observado para San Antonio, lo que se podría deber a la mayor autonomía de las embarcaciones, entre otras causas.

Al observar la serie de varianzas latitudinales por puerto de operación ([Fig. 33](#)), no se advierte ningún patrón intra-anual claro que se mantenga durante el período considerado. Sin embargo, para San Antonio se puede observar que, a excepción del año 1993, las menores variaciones latitudinales se presentan en el segundo semestre del año, lo que podría indicar mayores concentraciones del recurso a fines de año.

Debido a que la flota de Talcahuano presenta una mayor variabilidad en sus características geométricas y funcionales, se realizó el análisis por categoría de embarcación ([Fig. 34](#)). De este análisis se desprende que existe una relación directa entre las categorías del buque y la variabilidad latitudinal. En efecto, las categorías inferiores presentan menor varianza y las de mayor potencia registran mayores índices de desagregación.

Aún cuando no es posible identificar un patrón intraanual de la variabilidad, se puede señalar que a partir de 1994 hasta 1997, la categoría 2 de buques registra mínimos de dispersión a mitad de año.



5.2 Objetivo específico N°2

5.2.1 Investigación bibliográfica de antecedentes de distribución espacial de la flota

Aguayo y Young (1982), analizaron los factores que incidieron en los cambios de la abundancia relativa de la merluza común durante el período 1968 – 1981. Estos autores describen un incremento en el período 1966 – 1969 luego del cual el esfuerzo se estabiliza. Esta estabilización no refleja los cambios observados en la flota, período en el cual se produce una modernización por el ingreso de embarcaciones de mayor tamaño y autonomía.

Pavez (1977), a partir de un análisis de la situación pesquera de la merluza común entre 1945 y 1975, observa que las tácticas de pesca se mantuvieron relativamente estables hasta 1968. Con posterioridad a ese año, era posible encontrar tácticas diferentes tanto en el procedimiento de captura mismo como en el comportamiento de la flota con respecto al recurso. Aguayo y Young (1982), señalan un nuevo repunte del esfuerzo en 1970, el que declina posteriormente. Esta baja, señalan, se debió en parte a la disminución del tamaño de la flota dedicada a la extracción del recurso. Pavez (1970), observa también un gradual desplazamiento de la concentración de la flota de estos años hacia el sur, producto de una disminución importante en el éxito de pesca observado en la zona central durante los años setenta. Esto último, se sustentaba en un contraste de las tasas de captura con otras provenientes de datos disponibles a este autor realizadas con similares artes de pesca y procedentes de la misma zona y en información de la distribución y abundancia relativa de los recursos demersales recopilada por la Universidad Católica de Valparaíso entre 1971 y 1973, que mostraba una disminución que afectó, tanto a la flota industrial como artesanal. Esta situación motivó el desplazamiento de la primera hacia aguas de la zona de Talcahuano - Corral.



Al respecto, Avilés *et al.*, (1979), infieren una relación entre la abundancia relativa de la merluza en el área del Golfo de Arauco con el esfuerzo desplegado en la pesquería de sardina, el que experimenta un fuerte ascenso en 1969 hasta alcanzar su máximo en torno a 1975 (Serra, 1978) correspondiendo con el período de baja abundancia relativa en la pesquería de merluza de los años setenta. Estos autores explican esta aparente relación, considerando el esfuerzo desplegado sobre la sardina como un supuesto competidor de la merluza común, que incluía este ítem en su dieta en el área del Golfo de Arauco. En el área de San Antonio la baja abundancia relativa coincide con el gran aumento del esfuerzo pesquero sobre langostino colorado, alimento de la merluza, que alcanza su máximo en 1970, donde permanece hasta 1977 (Henríquez y Avilés 1978 *fide* Avilés *et al.*, (1979)).

Una característica relevante del período 1961-1970, es que la flota opera sin restricciones de captura, la que es destinada en su mayor parte a la elaboración de harina, materia prima sin requerimientos de tamaño o manipulación (Saetersdal y Villegas, 1968; Avilés *et al.*, 1979).

En 1974 – 1975 el esfuerzo se incrementa, pero no existe una respuesta en las capturas, las cuales se mantienen prácticamente estabilizadas. En 1977 el esfuerzo baja, incrementándose nuevamente a partir de 1978, para superar los valores históricos entre 1979 y 1981. Este último incremento del esfuerzo tuvo su base principalmente en la incorporación de nuevas unidades de pesca de mayor potencia y autonomía y en cierta medida a la reorientación de algunas unidades que operaban en la pesquería de crustáceos. Todo esto significó un aumento del tamaño de la flota, pero también el tiempo efectivo de arrastre aumentó notoriamente. La sumatoria de estos factores tuvo como resultado el aumento sustancial del esfuerzo pesquero, sin un incremento proporcional de la captura en ese período, sino que por el contrario se mantuvo (Aguayo y Young, 1982). Estos autores consideraron que la tasa de



explotación del stock de merluza común fue baja en los años ochenta, atribuyéndolo a una disminución en la eficiencia del esfuerzo.

La declinación del esfuerzo de los años setenta y la aparente ineficiencia del esfuerzo al inicio de los ochenta fue causada en gran parte por el redestino de la merluza hacia un mayor consumo directo, lo que se tradujo hasta cierto punto en una restricción de la captura por saturación de mercado (Aguayo y Young, 1982).

Esta orientación hacia consumo directo se evidencia en un aumento en la talla modal y por consiguiente en la longitud promedio de los ejemplares capturados, lo que se originó en una intencionalidad del esfuerzo pesquero hacia ejemplares de mayor tamaño por requerimientos de mercado (Aguayo y Young, **Op. cit.**).

Antecedentes del destino de la captura de merluza de mediados de los años setenta, principalmente, al consumo humano son también proporcionados por Aguayo **et al.** (1981) quienes observan que de 1973 hasta 1974, se aprecia un aumento en el aporte de los grupos de talla V y VI a través de toda el área estudiada (32° - 40° L.S.). Esto debido a esta reorientación de la captura hacia un mayor consumo directo, que obligaba a la flota a operar en caladeros donde había predominancia de individuos de mayor talla. Lo anterior parece concordar con observaciones de Saetersdal y Villegas (1968) que describen un incremento de la talla a medida que aumenta la latitud, relacionado probablemente con diferencias en la tasa de explotación a que han sido sometidas las distintas zonas. Avilés **et al.** (1979) confirma lo anterior, pero indica además un incremento del aporte de tallas mayores de 50 centímetros en los desembarques, a partir de 1973. Aguayo **et al.** (1981) indican que la variación latitudinal de la talla estaría asociada al grado de explotación por cuanto en la zona entre los 33° L.S. – 35°L.S. se detectaba la menor proporción de ejemplares grandes y es el área donde se concentró históricamente la casi totalidad del esfuerzo ejercido por la flota de San Antonio.



En 1979 el 80% de los desembarques fueron destinados al consumo directo, lo que significó un aumento del 47% con respecto a 1966. La disminución de merluza que se destinaba a la producción de harina se produce a partir de 1971, alcanzando en 1973 el nivel más bajo, del orden de 14,2% del total capturado (Aguayo *et al.*, 1981). A partir de 1974, en adelante prácticamente no se destina merluza a la fabricación de harina, esta nueva modalidad implicó restricciones a la captura en los períodos de mayor abundancia por limitaciones en la capacidad instalada de procesamiento y almacenaje (Avilés *et al.*, 1979). Aguayo y Young (1982), también observan que la magnitud del mercado pudo estar condicionando el nivel de desembarque, el cual se encontraba prácticamente estabilizado en los últimos años analizados en su estudio.

En relación al área de actividad de la flota, a partir de 1970 no varió mayormente, al menos para la flota de San Antonio que operó hasta 1975 entre las latitudes 31° y 35° L.S. y posteriormente alcanzó hasta los 40° L.S. En cambio, la flota de Talcahuano tuvo restringida su operación, hasta 1977, entre las latitudes 36° y 38° L.S. Posterior a 1977, la flota de Talcahuano comienza a ampliar su área de acción sin haber mejorado su captura por unidad de esfuerzo, lo que se mantuvo a comienzos de los ochenta. Actualmente y producto de los cambios operados en la flota a partir de 1977, ésta opera entre los 31° y 40° L.S.

Avilés *et al.*, (1979) analizan las fluctuaciones mensuales promedio de la captura para el período 1960 – 1974, describiendo para la flota de San Antonio dos máximos y dos mínimos. El primer máximo de enero a abril (período de verano), luego a partir de abril declinaba progresivamente hasta junio, para posteriormente observarse el período de mayor captura, a fines de invierno - primavera (agosto, septiembre, octubre), donde luego disminuía en noviembre y diciembre. Avilés *et al.*, (1979) señalan también que debido a que la flota de San Antonio, durante ese período, se desplazaba tras el recurso y seguía los movimientos migracionales de éste, la estacionalidad de la captura representaba en cierta medida la estacionalidad de la disponibilidad.



En Talcahuano, durante el período 1960 – 1975, no se aprecian variaciones marcadas de la captura como en San Antonio. En general se podía considerar un máximo estable con pequeñas oscilaciones entre enero y agosto con una pequeña baja en febrero (Avilés *et al.*, 1979).

Aguayo *et al.*, (1981) analizan las fluctuaciones mensuales del esfuerzo para 1980, indicando que en San Antonio se observaba un incremento de enero a marzo, luego disminuía presentando un aumento en los meses de julio y octubre. Estos autores señalan que las fluctuaciones observadas en las capturas obedecían más que a las variaciones del esfuerzo, a la estacionalidad que presentaba el recurso.

La situación observada en Talcahuano mostraba un aumento importante en el esfuerzo y el esquema estacional también presentaba cambios, siendo posible observar un aumento del esfuerzo de enero a marzo el que luego disminuía. En mayo nuevamente se incrementaba hasta alcanzar un máximo nivel en septiembre, descendiendo en los de los últimos meses del año.

En general, el esfuerzo aplicado por la flota en relación con el tamaño del stock, era poco eficiente y no se correspondía con las capturas Aguayo *et al.*, (1981).

En la descripción comparativa de las fluctuaciones en el número de embarcaciones de las flotas de San Antonio y Talcahuano realizada por Aguayo *et al.* (1981), se indica que en el último trimestre de 1980 sólo habían 6 embarcaciones con puerto base en San Antonio, dedicadas a la pesca de merluza, baja que se originó por el cese de actividades de una de las empresas. En Talcahuano, por otro lado, luego de alcanzar su tamaño más bajo (5 embarcaciones) en 1977, la flota experimenta un crecimiento en los años subsiguientes alcanzando 17 embarcaciones en 1980.



Aguayo *et al.*, (1981) también realizan un análisis de las variaciones en el tonelaje de registro grueso en las flotas de San Antonio y Talcahuano a partir del cual se observa que históricamente hasta 1979, la flota de San Antonio había desplazado mayor tonelaje que la flota de Talcahuano, sin embargo en 1980 el tonelaje desplazado en San Antonio fue inferior al de Talcahuano. Esta situación comenzó a partir de septiembre de 1979, época en la cual inician su ingreso a la flota de Talcahuano embarcaciones de gran tonelaje (Aguayo *et al.*, 1981).

En cuanto a la estacionalidad del esfuerzo en los años noventa a partir de los monitoreos realizados por Mora *et al.*, (1995) y Payá *et al.* (1996 y 1997) es posible observar que la flota opera a través del año mediante dos pulsos de esfuerzo, uno comprendido entre enero y septiembre y, otro entre octubre y diciembre, con los menores esfuerzos desplegados en el último mes de los respectivos períodos. Esta baja en el esfuerzo se verifica tanto en el número de embarcaciones como en el número de viajes y los totales mensuales de las horas de arrastre. Los máximos esfuerzos desplegados no ocurren con una estacionalidad clara al interior del primer período del año (enero y septiembre), pudiendo ocurrir en cualquiera de los meses que lo constituyen, sin embargo tienen una leve tendencia a ocurrir durante el primer trimestre.

Payá *et al.* (1995) en su análisis de la captura y esfuerzo de la pesquería de merluza común entre 1982 y 1993, describe la distribución espacial de las capturas, esfuerzo y abundancia anuales del período citado. A partir de estas descripciones se puede deducir que, en general, la flota no concentra su operación en las áreas donde se verifican las mayores abundancias (C.P.U.E.), implicando que ésta ya no sigue al recurso en sus desplazamientos.

Payá *et al.*, (1995), realizó entrevistas a los capitanes destinadas en parte a establecer los criterios empleados para la selección de caladeros, aunque sólo obtuvo



información sobre 13 embarcaciones, de ésta se desprende que un criterio importante parece ser los calibres del caladero en que se está pescando.

La flota ha sido cuestionada como indicador de los movimientos del recurso, sin embargo no se ha descartado su valor para el análisis de los movimientos de merluza en áreas geográficas pequeñas (Sepúlveda, 1998).

De los antecedentes realizados se desprende:

En el período anterior a 1974 la flota de San Antonio, de mayor autonomía, seguía en sus desplazamientos al recurso. Esto se producía por el destino de la captura principalmente a la producción de harina de pescado, situación que motivaba a la flota hacer “tonelaje”. Posterior a 1974 en que la captura comienza a destinarse principalmente al consumo humano, esta flota no seguiría en sus desplazamientos al recurso, si bien la estacionalidad de la captura coincide aún con las épocas de concentración del recurso.

Hasta 1977, la flota de Talcahuano presentaba menor área de acción, operando en las inmediaciones de Golfo de Arauco (36° y 38° L.S), posterior a ese año aumenta su área de acción principalmente hacia el sur.

Hasta 1980 la pesquería de merluza común presentó dos centros de desembarques principales, uno en San Antonio y otro en Talcahuano.

Posterior a 1980, San Antonio deja de ser un centro importante de desembarque, al mismo tiempo que la flota de Talcahuano crece en número de embarcaciones y se moderniza, convirtiéndose en la principal flota industrial que pesca merluza común. Esta última orientaría su esfuerzo por criterios relacionados al mercado de consumo humano, lo que deriva en un patrón de acción en que no concentra su esfuerzo en zonas de mayor rendimiento, sino de mayores tallas o calibres.



5.2.2 Distribución espacial de la flota

La información revisada proviene de siete puertos de operación distribuidos a lo largo de la zona en estudio. Los puertos de San Antonio y Talcahuano presentan una operación constante en toda la serie analizada y con un esfuerzo acumulado que representa aproximadamente un 27 y 63 % respectivamente del total desplegado en la zona centro sur ([tabla 2](#)). En cuanto a la cobertura espacial, se puede indicar que las flotas de estos puertos son los que han visitado el mayor número de cuadrículas, siendo superior la cobertura de la flota de Talcahuano.

En las [Fig. 35 a 38](#), se muestra la distribución espacial y temporal de los centros de gravedad mensual del esfuerzo aplicado por la flota arrastrera, con base en San Antonio y Talcahuano. Estas fueron separadas de acuerdo a categorías de embarcación, clasificadas según la [Tabla 3](#). Esta categorización de la flota permite visualizar de una forma más óptima los movimientos que ésta efectúa a través del año, debido a las diferencias en las autonomías de cada embarcación.

En la [Fig. 35](#) se presenta la distribución mensual de los centros de gravedad del esfuerzo aplicado por las flotas consideradas durante toda la serie temporal analizada, para el estrato categoría de embarcación 1. Se puede observar que la flota de San Antonio presenta una menor cobertura en su operación, puesto que los centros de masa se concentran en un estrecho margen latitudinal. Esta flota en los meses de enero, febrero, agosto y septiembre muestra sus centros de gravedad agrupados frente a San Antonio, sin embargo, el resto del año aparece una extensión de la cobertura hacia el sur, llegando hasta Constitución.

En Talcahuano el estrato de flota 1 muestra un patrón similar a la de San Antonio, siendo la dispersión de los centros de gravedad mayor, indicando una cobertura espacial mayor que la flota anterior. En los meses de enero, febrero, agosto y



septiembre, los centros de masa se presentan concentrados frente a Constitución. En los meses restantes, estos centros se dispersan, principalmente hacia el sur, apareciendo diciembre como el mes con mayor cobertura, con centros de masa en algunos años al sur de Puerto Saavedra (Fig 35).

En la Fig. 36 se muestra la distribución espacial de los centros de gravedad de los puertos considerados, para el estrato de categoría de embarcación 2. En ella se aprecia que la operación latitudinal es mayor que la categoría 1, especialmente la flota de San Antonio. En esta flota se aprecia una concentración de los centros de gravedad en los meses de febrero, agosto y septiembre, al sur de San Antonio, cubriendo principalmente la zona entre los 33° y 34° S. En los meses restantes los centros se muestran más dispersos, cubriendo desde los 32° a los 36° S.

La flota de Talcahuano muestra un patrón algo diferente al anterior, puesto que la operación es más concentrada en dos centros principales, uno frente a Constitución y otro al sur del puerto de Lebu. Sin embargo, se puede apreciar que los centros de masa se agrupan en los meses de febrero, septiembre y octubre.

En la Fig. 37 se muestra la distribución de los centros de gravedad para el estrato de embarcación 3. En ella se puede observar la poca representatividad de esta categoría en las flotas de San Antonio y Talcahuano. Además no muestran un patrón claro de desplazamiento de los centros de masa a través de los años. Sí es destacable el desplazamiento de los puntos hacia el norte en los meses de julio, agosto y octubre. Esta categoría de embarcación es sin embargo poco representativa de la flota, tanto en número de operaciones de pesca como en número de embarcaciones, mostrando una importancia relativa considerable, sólo en los años 1991 y 1992 (Fig. 21).

En la Fig. 38 se muestra la distribución de los centros de masa de la flota de Talcahuano, para la categoría de embarcación 4. En ella se puede apreciar la amplia



cobertura espacial de la flota, la que cubre aproximadamente desde los 33° a 40° S. Los principales centros de concentración corresponden a San Antonio, en los meses de febrero a abril; Constitución en los meses marzo, abril; y alrededores de Isla Mocha en los meses de enero, febrero y de octubre a diciembre.

En cuanto a la variación intranual (Figs. 39 a 42), no se puede destacar un patrón claro de operación, ya que a través de los años se presentan distintas coberturas espaciales y distribución de los centros de gravedad. En el puerto de San Antonio, desde 1982 a 1988 (Figs. 39 y 40), los centros de gravedad están dispersos, cubriendo desde los 33° a los 35° S, siendo los meses de agosto, septiembre y octubre los que alcanzan el extremo más al norte en los años 1982 a 1985. En 1986 a 1988, estos meses se ubican en la mitad de la distribución. A partir de 1989, los centros de masa de todos los meses se concentran frente a San Antonio, mostrando una pobre distribución. En el puerto de Talcahuano se aprecia una mayor operación de la flota a través de los años. Sin embargo no se aprecia un patrón de distribución constante dentro de los años. Los meses de febrero, marzo y abril son los ubicados más al norte en la mayoría de los años, mientras que agosto y septiembre se ubican a diferentes latitudes.

Una comparación entre los centros de gravedad geográficos mensuales por flota, de la CPUE y el esfuerzo, muestra una similitud considerable en la distribución espacial de estos centros para algunos años de la serie. Así, la flota de San Antonio muestra una gran similitud entre las posiciones de estas dos variables de 1982 a 1985 (Fig. 25 y 39) y 1993 a 1997 (Fig. 27, 41, 28 y 42).

Por su parte, la flota de Talcahuano muestra una similitud entre las posiciones geográficas mensuales del esfuerzo y la CPUE en los años 1984, 1988, 1991, 1993 y 1995 a 1997 (Figs. 25 a 28 y Figs. 39 a 42).



Esto resulta en contraposición a lo observado por Payá *et al.* (1996) y a las conclusiones desprendidas de la revisión bibliográfica de este informe, en el sentido que estaría señalando que la flota no sería un mal indicador de la posición geográfica de las zonas de mayor densidad del recurso. Por otro lado el patrón observado podría constituir una sobreposición de la flota con el recurso, producto de la concordancia espacial de las áreas de mayor densidad con las de calibre comercial adecuado.

5.3 Objetivo específico N°3

5.3.1 Distribución espacial de huevos y larvas

El procesamiento y análisis de las 220 muestras colectadas durante los cruceros invernales realizados en 1993, 1995 y 1997 permitió determinar la presencia de 141.132 huevos y 134.217 larvas, de los cuales 66.057 huevos (46,8%) y 27.647 larvas (20,6%) correspondieron a merluza común, señalando en general, una situación característica de una amplia y significativa actividad reproductiva a lo largo de toda la extensión latitudinal y longitudinal de la zona de estudio, la cual es coherente con la época de desove principal, donde las mayores abundancias se presentan en el período agosto-octubre.

Se identificaron considerados los tres cruceros en su conjunto, 110 estaciones positivas para huevos y 138 para larvas de merluza común, lo que representó una frecuencia de 50% y 62,7% para cada estadio de desarrollo respectivamente ([Tabla 21](#)).

- **Crucero de Invierno de 1993**

La distribución espacial de huevos y larvas de merluza común registrados en invierno de 1993, exhiben una cobertura latitudinal y longitudinal prácticamente máxima,



identificándose 49 estaciones positivas para huevos y 58 para larvas, con totales de 18.061 huevos y 7.133 larvas, lo que representa una densidad promedio por estaciones positivas igual a 369 y 123 para ambos estadios de desarrollo, respectivamente (Tabla 21; Fig. 43).

Las áreas de mayor abundancia promedio (> 600 huevos/10m²), se ubicaron frente a Punta Rocura (39°40'S) y Punta Saavedra (39°00'S), localidades que conjuntamente albergan a 4 registros positivos de un total de 49 identificados representando el 44,2% del total de huevos de la especie censados durante el crucero. Un tercer foco de desove significativamente importante lo constituye la zona comprendida entre Punta Arenas (35°10'S) y Lebu (37°40'S) con un máximo al oeste de Punta Achira (36°10'S). Cabe señalar que esta zona involucra a 19 registros positivos los que en conjunto representan un 37,7% con respecto al total de la especie (Fig. 44a).

Con respecto a los estadios larvales, éstos se presentan con una frecuencia superior a la calculada para los huevos, pero con densidades promedio por estaciones totales y positivas más bajas (Tabla 21). Esta situación sugiere que en invierno de 1993, el desove se habría iniciado con anterioridad al inicio del crucero y corrobora el proceso de dispersión y mortalidad que afecta a las primeras fases de la ontogenia de los peces.

En términos generales se observa que análogamente a lo descrito respecto del patrón de distribución espacial de los huevos, las larvas ocupan toda la extensión latitudinal y longitudinal de la zona explorada (Fig. 43), detectándose las mayores abundancias (> 580 larvas/10 m²) en la zona comprendida entre Punta Topocalma (34°10'S) y Talcahuano (36°40'S), con máximos frente a Caleta Carranza (35°40'S)(Fig. 44b).

En invierno de 1993 los huevos de merluza exhiben una tendencia general decreciente hacia el extremo sur de la zona prospectada. Por otro lado, las larvas



mantienen hacia el sur y norte del área de estudio niveles promedio de abundancia bajos, con tendencia a incrementarse entre Punta Topocalma y Talcahuano.

- **Crucero de Invierno de 1995**

Durante el invierno de 1995 se practicó un muestreo muy poco representativo, dadas las condiciones meteorológicas imperantes en la zona de estudio durante la ejecución del crucero. No obstante lo anterior, el mapa de distribución y abundancia relativa de huevos y larvas (Fig. 45) permite apreciar situaciones distintas para ambos estadios de desarrollo, es así como en invierno de 1995 los huevos de merluza común se distribuyeron preferentemente entre Punta Morguilla ($38^{\circ}00'S$) y Punta Colun ($40^{\circ}10'S$), zona donde se registra el 20% de estaciones positivas, el 2% restante corresponde a las estaciones localizadas al oeste de Punta Achira ($36^{\circ}10'S$) y Rada Quintay, respectivamente. Los huevos aparecen con densidades comprendidas entre 3 y 7.992 huevos/10 m², con un valor promedio de 181 huevos/10 m². En la Fig. 46a, se aprecia que las densidades más elevadas se sitúan frente a Punta Achira (311 huevos/10 m²), Puerto Saavedra (7.992 huevos/10 m²) y Punta Rocura (382 huevos/10 m²).

Con respecto a las larvas, éstas se encontraron en densidades comprendidas entre 3 y 89 larvas /10 m² con un promedio de 6 larvas /10 m² respecto del total de estaciones, alcanzando las estaciones positivas sólo a un 38% del total.

Las zonas de mayor abundancia fueron registradas en las inmediaciones de Coquimbo, frente a Valparaíso y al sur de Punta Morguilla. Con respecto a la fase de huevos, se aprecia una mayor cobertura latitudinal en el patrón de distribución espacial de las fases larvarias (Fig. 46b).



Como tendencias generales, se observa un incremento en los niveles de abundancia de huevos hacia el extremo sur del área de estudio, exhibiendo las fases larvarias una tendencia descendente en sus abundancias hacia el sur (Fig. 46 a y b).

- **Crucero de Invierno de 1997**

La distribución geográfica de los huevos de merluza común, señala que el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Punta Zorros ($29^{\circ}10'S$) y Punta Estaquillas ($41^{\circ}28'S$) y longitudinalmente se extendió entre la costa y el veril de los 500m (Fig. 47).

Las áreas de mayor abundancia promedio (> 1.500 huevos/ $10m^2$), se ubicaron frente a Punta Guanaqueros ($30^{\circ}10'S$), Punta Maitencillo ($32^{\circ}40'S$) y Punta Sirena ($34^{\circ}40'S$), encontrándose configuradas por 8 registros positivos de un total de 49 (16,3%) los que en conjunto albergan al 72,2% del total de huevos de merluza común censados durante la prospección. El resto de las estaciones positivas, no incluidos los focos de desove anteriormente señalados, presentan densidades menos significativas comprendidas dentro del rango 7 a 1.743 huevos/ $10m^2$ y cuyas abundancias promedio se muestran en la Fig. 48a, constatándose además que los niveles de abundancia de los huevos de merluza común presentan una tendencia decreciente hacia el sur de la zona prospectada.

La estación positiva más relevante en términos de su densidad para la zona de estudio fue la designada con el número 38, situada al oeste de Punta Sirena con 9.783 huevos/ $10m^2$, lo que corresponde al 25,1% del total.

Con respecto al patrón de distribución espacial de las larvas de merluza común, éstas ocupan casi el mismo rango latitudinal y longitudinal descrito para la fase de huevos, pero debido a su mayor período de vulnerabilidad al muestreo con respecto a la fase de huevos, éstas en general colonizan un área geográfica mayor que aquella ocupada



por los huevos, como consecuencia de la dispersión provocada por las corrientes u otros factores que transportan los productos del desove en el curso de su desarrollo, circunstancia que se ve corroborada para el presente estudio por la elevada proporción de estaciones positivas que se determinaron en la zona prospectada (Fig. 47).

Con respecto a la fase de huevo, y como suele acontecer, las larvas de merluza común exhiben una mayor cobertura espacial y menor abundancia relativa, la cual se manifiesta por una diferencia porcentual de 24,5% en la frecuencia de estaciones positivas y de -48,2% y -58,2% con respecto a las densidades promedio por estaciones totales y positivas respectivamente, situación que se produce en el primer caso debido al proceso de dispersión y transporte, y en segundo lugar al efecto combinado de la mortalidad y capacidad de evasión por parte de las larvas más desarrolladas (Tabla 21).

Las áreas de mayor abundancia promedio (> 450 larvas/10m²), se ubicaron al oeste de Punta Sierra (30°10'S), Punta Maitencillo, San Antonio (33°40'S), Punta Topocalma (34°10'S) y Punta Achira (36°10'S), exhibiendo los niveles de abundancia una tendencia decreciente en sentido norte sur (Fig. 48b).

Las estaciones positivas más relevantes en términos de su densidad para la zona de estudio, fueron las ubicadas frente a Punta Maitencillo y Punta Achira con densidades iguales a 2.468 y 2.417 larvas/10m², respectivamente.

- **Estimación del índice larval de abundancia y su relación con la biomasa de recursos detectados mediante técnicas hidroacústicas y ASP**

La comparación en términos cuantitativos se efectuó mediante el cálculo del índice larval de abundancia, el cual puede ser usado para detectar cambios en la biomasa desovante ya que provee de información respecto de la intensidad y extensión del



desove en la zona de estudio. Se incluye además información de los estimados de la biomasa media parental obtenidos por el análisis secuencial de poblaciones (ASP) y cuyos valores se presentan en la [Tabla 22](#).

Se descarta de este análisis el índice larval de abundancia calculado para 1995, debido a que se practicó un muestreo muy poco representativo dadas las condiciones meteorológicas imperantes en la zona, durante la ejecución del crucero de invierno de 1995, por esta razón y para fines gráficos se ha utilizado el promedio entre 1993 y 1997.

Lo significativo de esta comparación es que estimados independientes de la biomasa de este recurso revelan la misma tendencia creciente del stock durante los últimos años ([Fig. 49](#)).

El análisis comparativo de resultados de las densidades promedio de huevos y larvas de merluza común calculadas sobre la base de las estaciones totales y positivas revelan que durante el invierno de 1997 se produce un importante y significativo desove, situación que se ve corroborada mediante el examen de los parámetros comunitarios constancia y dominancia numérica ([Tabla 21](#)).

De acuerdo a lo señalado por los antecedentes históricos y para el caso de la merluza común, la prospección de invierno de 1997, coincide con una época caracterizada por ocurrencia de actividad reproductiva, lo que es avalado por los valores del índice de madurez compuesto (Paya *et al.*, 1997) el cual muestra una predominancia de hembras con desove parcial reciente (estado 3A) y una proporción menor de hembras en maduración e inmaduras (estados III y IV).



En términos generales, los niveles de abundancia del ictioplancton son elevados alcanzando en su conjunto a 68.697 huevos y 78.366 larvas, de éstos, el 56,7% de los huevos y el 25,8% de las larvas corresponden a merluza común.

Al contrastar los resultados obtenidos en invierno de 1997 con los registrados en 1993 y 1995, se determina que los niveles de abundancia del ictioplancton de merluza, analizada en términos de la frecuencia de estaciones positivas, utilizada como un índice de la extensión espacial del desove, señala una situación diferente para huevos y larvas, en efecto el primer estadio ocupa con respecto a 1993 una misma área geográfica, exhibiendo una tasa de cambio positiva igual a 308% en relación a 1995. En cambio las larvas incrementan su distribución espacial, mostrando porcentajes de cambio iguales a 221% y 5,2% con respecto a 1995 y 1993, respectivamente.

En relación, al recurso *Merluccius gayi*, y el realizar el análisis comparativo respecto de la abundancia de huevos y larvas, cabe señalar que el muestreo a la zona sur se realizó entre el 31 de julio y 08 de septiembre de 1997, meses en los cuales las condiciones oceanográficas presentaron características consideradas normales para la zona y período de estudio, sin registrarse durante la realización de la prospección la penetración en la zona costera de aguas con características subtropicales (Núñez y Ortiz, 1998).

Con respecto a la intensidad del desove, las densidades promedio por estaciones positivas para huevos y larvas de merluza acusan con respecto a 1995 y 1993 incrementos a través de los años para el estadio de huevos iguales a 5 y 115%, respectivamente. Por su parte las larvas también incrementan su intensidad presentando porcentajes de cambio iguales a 2113% con respecto a 1995 y 170% con relación a 1993.



Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Balbontín y Fischer (1981), Rojas y Blanco, (1981), Rojas *et. al.*, (1983) entre otros, observándose que el patrón de desove es muy similar al de otras especies de merluza en el mundo, es decir, un desove ubicado sobre la plataforma continental, semejante al exhibido por *Merluccius capensis* en el Atlántico sud – este, además de un desove principal que tiene lugar en los meses de invierno y primavera tal como ocurre en *M. capensis*, *M. merluccius* y *M. senegalensis*.

- **Biomasa zooplanctónica**

En invierno de 1997, los niveles de biomasa zooplanctónica, expresados en mililitros (ml) de zooplancton presentes en 1.000 m³ de agua filtrada, fueron registrados en el rango de 27 - 489 ml de zooplancton/ 1.000 m³, con un promedio general para el área de 168, predominando los valores comprendidos dentro del rango de densidades de 101 a 300 ml de zooplancton/ 1.000 m³, lo que representa el 63,4% del total (Fig. 50).

Se observaron como tendencias generales una disminución de la biomasa zooplanctónica hacia las estaciones más oceánicas y un incremento de ésta hacia el sector sur del área de estudio.

Las áreas de mayor biomasa zooplanctónica promedio (> 190 ml de zooplancton/ 1.000 m³), se ubicaron frente a Talcahuano (36°40'S), Lebu (37°40'S), Isla Mocha (38°10'S), Punta Nigue (39°10'S) y Punta Colun (40°10'S). Valores superiores a 400 ml de zooplancton/ 1.000 m³, se registraron principalmente en el sector costero al oeste de Punta Zorros (29°10'S) y Puerto Saavedra (38°40'S), respectivamente.

Es interesante destacar, que la topografía del fondo entre Isla Mocha y el continente, sumado a esto las corrientes y los vientos predominantes en dicha zona, permiten suponer que en ésta existirían características abióticas muy particulares, las que favorecerían la vida planctónica y sustentarían estas altas biomásas de zooplancton.



Al contrastar el promedio de la biomasa zooplanctónica obtenido durante el invierno de 1997, respecto de los registrados en los inviernos de 1993 y 1995, se observa un incremento en sus niveles de abundancia, el cual se expresa por una tasa de cambio igual a 14,3% y 26,3%, constituyéndose el invierno de 1997 en el registro más importante de estos años (Tabla 23).

5.3.2 Distribución batimétrica de huevos y larvas de merluza común

Del análisis practicado a las muestras de zooplancton colectadas en el transcurso del crucero realizado en marzo de 1998, 411(2)98AM, con redes Bongo y WP-2 estratificadas, se obtuvo como resultado el no registro de estaciones positivas a huevos y larvas de merluza común .

En el crucero realizado en agosto de 1998, 415(3)98AM, a la zona de estudio y para el caso de las pescas integradas con red Bongo, se identificaron 5 registros positivos a huevos y ninguno a larvas de merluza común. De éstos, 3 correspondieron a pescas diurnas y 2 a pescas nocturnas, caracterizándose todas ellas por sus bajas abundancias (Fig. 51). Para el caso de las pescas estratificadas con red WP-2 y al igual que en el crucero precedente no hubo registros positivos a huevos y larvas de merluza común.

En el crucero de primavera de 1998, 417(4)98AM y conjuntamente con el barrido acústico, se realizaron 12 pescas integradas con red WP-2, desde profundidades máximas de 220 m a superficie (Fig. 52). En este período se aprecia un significativo incremento de la actividad reproductiva con respecto a las condiciones observadas en otoño e invierno. Es así, como se identificaron 12 estaciones positivas a huevos de merluza común y 7 para las fases larvarias; encontrándose los huevos en densidades comprendidas entre 160 y 88.517 huevos/10 m² , con un promedio de 15.360 huevos. Las densidades de las larvas están comprendidas entre 36 y 314 larvas/10 m², con un promedio de 107.



Las mayores abundancias de huevos (> 25.000 huevos/10m²) fueron registradas en las estaciones 3, 6 y 11 las cuales se encuentran al oeste de la línea de estaciones paralela a la costa, las que representan más del 82% de los huevos censados. Las densidades larvarias más significativas (> 230 larvas/10m²) se reportaron en las estaciones 4, 5 y 12 (Fig. 52).

Con respecto a los lances oblicuos diurno-nocturnos realizados con redes Bongo en la transecta localizada frente a Papudo ($32^{\circ}30'S$) y como se aprecia en las figuras 53 y 54, se identificaron todas las estaciones, tanto diurnas como nocturnas, como positivas a huevos y larvas de merluza, a excepción de las larvas de esta especie en pescas diurnas donde se reportan sólo 3 registros positivos a esta fase de desarrollo.

Caber señalar que el número total de huevos colectados durante los lances diurnos es 123% superior a los colectados durante la noche, en cambio las larvas muestran una mayor captura durante la noche, exhibiendo con respecto a las pescas diurnas un porcentaje de cambio igual a 21%.

Durante los lances diurnos los huevos y larvas de merluza, presentaron abundancias estandarizadas comprendidas entre 207 y 21.887 huevos/10m² y entre 14 y 545 larvas/10m². En las pescas nocturnas los huevos se encontraron en densidades comprendidas entre 145 y 9.217 huevos/10m² con un promedio de 4.227. Por su parte las fases larvarias presentaron una densidad promedio igual a 140 (Tabla 24).

El conocimiento de la distribución en profundidad de los huevos y larvas de peces es un antecedente indispensable para el diseño de un muestreo cuantitativo orientado a resolver problemas de evaluación. En nuestro país son escasos los estudios realizados en forma sistemática, que permitan caracterizar la distribución batimétrica de los huevos y larvas de merluza común, sin embargo existen algunos antecedentes



(Rojas y Blanco, 1981; Rojas *et al.*, 1984 y Bernal, 1994) de los cuales se pueden derivar conclusiones con respecto a este t3pico.

Durante los cruceros estacionales realizados en marzo, agosto y noviembre de 1998 se obtuvieron muestras estratificadas de zooplancton en los niveles 0-50, 50-100, 100-150, 150-200, 200-300 y 300-400 m de profundidad, entregándose en la tabla 25 el detalle del n3mero de observaciones, la abundancia num3rica y porcentual de huevos y larvas de merluza com3n, referido a cada uno de los diferentes estratos en pescas diurnas y nocturnas obtenido en primavera de 1998.

Adem3s, durante la ejecuci3n de las estaciones planct3nicas se realizaron lances diurno – nocturnos con CTD ALEC, determin3ndose que en la columna de agua las isotermas se distribuyeron en forma casi horizontal, ascendiendo hacia el sector costero. La capa de mezcla es de aproximadamente 10 m de espesor y bajo ella se encuentra una termoclina d3bil (0,5°C/10m), que alcanza hasta los 40 m de profundidad como m3ximo en la zona m3s oce3nica. Bajo la termoclina la temperatura disminuye lentamente para alcanzar 9,6°C a 300 m de profundidad (Fig. 55 a, b y d).

La diferencia entre los lances diurnos y nocturnos es peque1a, observ3ndose una diferencia mayor de 0,5°C solo en el sector oce3nico (Fig. 55 c) evidenci3ndose que en los lances nocturnos las isotermas se encuentran un poco m3s profundas producto de la oscilaci3n producida por ondas internas y no por un efecto del ciclo diario.

Al analizar conjuntamente la abundancia de huevos y larvas por estratos versus la temperatura en pescas diurnas y nocturnas, se observa que las mayores densidades de huevos de merluza se distribuyen preferentemente durante el d3a en o bajo la termoclina, la cual se ubica a una profundidad promedio de 25 m (Fig. 56a). Durante la noche, la distribuci3n en profundidad de esta fase de desarrollo es similar a la del d3a,



pero en densidades menores y localizados bajo la termoclina entre los 50 y 100 m de profundidad (Fig. 56b).

El estadio de larvas presenta un comportamiento diurno-nocturno distinto al descrito para los huevos, observándose que durante el día las larvas de merluza común se distribuyen en el estrato 100-50 m en bajas densidades, mientras que durante la noche mantienen su distribución batimétrica pero incrementan significativamente sus niveles de abundancia (Fig 56 c y d).

En términos generales y como se aprecia en la figura 57, los huevos fueron encontrados en todos los estratos de profundidad muestreados exhibiendo las mayores densidades en los estratos 100-50 , 50-0 y 150-100. Por su parte las larvas se distribuyeron mayoritariamente en los estratos 50-0 y 100-50, lo cual es coincidente con lo reportado por Cass-Calay (1997) para larvas de *Merluccius productus* donde la mayores densidades se presentaron en el estrato 25 a 100m y el centro de la distribución vertical fue aproximadamente 50 m.

- **Biomasa zooplanctónica cruceros estacionales 1998**

El procesamiento y análisis de la biomasa zooplanctónica se realizó en forma independiente para las muestras obtenidas a través de la red WP-2, WP-2 estratificada y Bongo.

- **Análisis de la biomasa con red WP-2**

Se analizó un total de 12 estaciones cuyas densidades fluctuaron entre los 345 y 2.223 ml de zooplancton/1.000 m³, predominando el rango de densidades comprendido entre 300-900 lo que representa el 66,6%. El 33,3% restante correspondió a biomásas superiores a 974 ml/1.000 m³.



La distribución geográfica de la biomasa mostró un incremento de norte a sur, presentándose las máximas abundancias en la zona nerítica entre Papudo y Zapallar (Fig. 58), destacándose principalmente las detectadas frente a la localidad de Zapallar y particularmente la estación más costera que albergó una biomasa de 2.223 ml de zooplancton/1.000 m³.

- **Análisis de la biomasa de acuerdo a la profundidad**

El análisis de la biomasa zooplanctónica a distintas profundidades exhibió valores extremos de 5 y 6.501 ml zooplancton/1.000 m³, con un promedio de 566 ml zooplancton.

Las profundidades analizadas en cada estación se dividieron en forma general en seis estratos distintos, siempre y cuando la batimetría del lugar lo permitiera, así las muestras se obtuvieron desde los 0 a los 400 metros, obteniéndose registros entre los 0-50 m en todas las estaciones.

A pesar del amplio rango de variación en los valores de biomasa, las densidades predominantes en todas las estaciones se registraron dentro de la categoría 0 - 33, equivalente al 40,63% de las muestras analizadas, registrándose este rango desde los 100 a los 400 m en la mayoría de los casos.

Las densidades más elevadas fueron observadas entre los 0 y los 100 m tanto en los lances diurnos y nocturnos (Fig. 59), pero con mayor predominio de éstas en el estrato de 0 a 50 m, correspondiendo al 90% de las estaciones muestreadas. En el muestreo diurno, la biomasa presentó diferencias menores en sus niveles de abundancia a distintas profundidades, en cambio en los muestreos nocturnos la distribución del zooplancton experimentó mayores variaciones hacia los estratos más profundos, disminuyendo los niveles de abundancia a profundidades mayores.



El estrato 0-50m presentó valores que fluctuaron entre 953-6.501 ml zooplancton/1.000 m³, al 18,75% del total de muestras analizadas, cabe señalar que tales biomásas estuvieron representadas principalmente por salpas de pequeño tamaño.

- **Análisis de la biomasa con red Bongo**

En el muestreo de las estaciones realizadas con la red Bongo, se analizó un total de 10 muestras zooplanctónicas distribuidas todas ellas en la transecta situada frente a la localidad de Papudo, se enfocó el muestreo sólo en esta transecta porque fue en esta área donde se detectó la mayor densidad del recurso prospectado, *Merluccius gayi*. Este muestreo se dividió en 5 lances diurnos y 5 lances nocturnos con el fin de intentar establecer alguna diferencia en el comportamiento diurno – nocturno del zooplancton.

Los valores de biomasa fluctuaron entre 147-407 ml de zooplancton/1.000 m³, con un promedio general de 274. El zooplancton se presentó en el área de estudio en dos categorías de densidad, 101-300 y 301-900, representando estas el 80 y 20% de la frecuencia de estaciones respectivamente.

Queda de manifiesto una migración vertical entre las horas diurnas y nocturnas, lo que es avalado por la gran diferencia encontrada en los valores de biomasa registrados durante el ciclo diario de muestreo, donde las estaciones nocturnas en su totalidad son las que albergan las mayores densidades de zooplancton respecto a las estaciones diurnas, mostrando un promedio por estación de 335 y 202 en cada período respectivo (Fig. 60).



- **Abundancia y distribución batimétrica de los eufáusidos**

La presencia de eufáusidos en las estaciones de muestreo estratificado se detectó en siete de las diez estaciones prospectadas, con una densidad numérica relativamente baja, con valores extremos de 22 y 1.014 eufáusidos/1.000 m³.

Se efectuaron 16 pescas tanto diurnas como nocturnas, las que abarcaron el rango de profundidad comprendido entre los 0-400 m. Durante el muestreo diurno sólo en 4 muestras fueron detectados presentándose entre los 0 y 300 m, sin embargo, su presencia entre los 0-50 m se detectó sólo en una estación, la más costera ubicada en las cercanías de Papudo, no obstante, fue el único estrato muestreado debido a la poca profundidad del lugar. La densidad de estos individuos en las estaciones diurnas fue entre 47-105 eufáusidos/1.000 m³.

Cuatro de las 5 estaciones de muestreo nocturno mostraron presencia de este grupo y de las 16 muestras colectadas, 13 fueron positivas. A diferencia de lo observado durante el período diurno, el estrato con las mayores densidades fue el de 0-50 m, revelando una total ausencia entre los 300-400 m (Fig. 61), lo que muestra una migración vertical de estos individuos hacia las capas más superficiales durante las horas nocturnas, lo que estaría relacionado directamente con las necesidades alimentarias de estos organismos, concordando además con las máximas densidades de biomasa encontradas en los estratos más superficiales durante la noche.

5.3.3 Desove de merluza común en la zona y período de estudio

- **Períodos de desove**

Los valores más altos del índice gonadosomático promedio se observan en agosto y septiembre (Fig. 62), revelándose una intensa actividad gonadal. Adicionalmente, entre febrero y abril se observa un aumento secundario del IGS promedio, lo que



coincide con el período de desove secundario descrito por Fisher (1959), Balbontín y Fisher (1981) y parcialmente con De Buen (1958). En los dos períodos de desove identificados se verifica un aumento en la variabilidad del IGS, siendo la desviación estándar del IGS extremadamente alta durante febrero, razón por la cual se podrían asociar, en definitiva, los meses de febrero a abril al período de desove secundario y julio a septiembre, al período de desove principal (Fig. 62).

Para el principal período de desove, la distribución mensual del IGS en función de los estados de madurez sexual (Fig. 63), muestra que la mayor contribución al IGS promedio mensual ocurre entre julio y septiembre, efectuando el mayor aporte el estado de madurez IV. No obstante, en septiembre se observa un aumento de la participación del estado de madurez III, no sobrepasando el aporte del estado de madurez IV. En tanto, para el período de desove secundario, el mayor aporte al IGS promedio mensual lo hacen los estados II, IV y IIIa durante febrero y el estado de madurez IV durante marzo y abril (Fig. 63). Un comportamiento similar se puede observar en el IG en función de los estados de madurez sexual (Fig. 64).

Al analizar los indicadores en su componente temporal, es posible observar similares estacionalidad en la variación los índices gonadosomático (IGS), gonádico (IG) y en la proporción de hembras maduras (PHM) (Fig. 62, 65 y 66). Por otro lado, en la estacionalidad de la proporción sexual global (PSG, proporción de hembras) se aprecia un desfase positivo de dos meses con relación a la estacionalidad de los otros indicadores. Esto indica que durante el período de desove principal el porcentaje de hembras es de 30% a 40%, aumentando a sobre 45% después del evento de desove. Durante el período de desove secundario y en los dos meses que siguen se verifica un relativa constancia en la proporción sexual global en alrededor de un 35% (Figura 10). En definitiva, posterior al evento de desove se incrementaría la proporción de hembras, mientras que durante el desove la proporción de hembras en el stock es menor, pero de éstas una mayor cantidad está madura. Finalmente, se destaca que



en ninguno de los meses analizados la proporción de hembras fue mayor que la de machos.

- **Rango batimétrico del desove**

Con el objeto de analizar la distribución temporal y batimétrica de merluza común, se graficaron los índices promedio (IGS, IG, PHM y PSG), por mes y estrato de profundidad (cada 50 m) (Fig. 67 a 70). Se observó que durante la primera parte del período de desove secundario, los valores máximos de IGS e IG se registraron a profundidades entre 100 m y 150 m, en tanto que durante el período de desove principal, los registros de IGS e IG fueron altos y relativamente similares entre 100 m y 450 m de profundidad (Fig. 67 y 68). En resumen y teniendo en consideración que la merluza común presenta desoves durante todo el año, es posible afirmar que durante el período estival, los desoves de merluza común se verifican principalmente a profundidades someras (50 m a 100 m), posteriormente, durante el otoño y parte de invierno el desove se amplía hasta profundidades de 350 m y, finalmente, durante la primavera el desove se observan desoves en toda la columna de agua donde se distribuye el recurso (100 m a 450 m).

Durante el principal período de desove, la proporción de hembras maduras (estados de madurez III, IV y IIIa) es relativamente similar entre los 100 y 450 m de profundidad. Posteriormente, entre octubre y enero, las mayores proporciones de hembras maduras se registran entre 50 y 250 m de profundidad (Fig. 69). Finalmente, durante el período de desove secundario, la proporción de hembras maduras amplía su rango de distribución batimétrico entre 50 y 350 m de profundidad.

La proporción sexual global promedio (Fig. 70) exhibe un comportamiento batimétrico bastante definido durante el año. En verano, la proporción de hembras es alta a profundidades someras (50 a 250 m), posteriormente las más altas proporciones de



hembras se registran a profundidades cada vez mayores, llegando a agosto, mes en que se registró un 78% de hembras entre 400 y 450 m de profundidad.

- **Zonas de desove**

Índice gonadosomático y gonádico

Basándose en el análisis cartográfico del índice gonadosomático e índice gonádico (Fig. 71 y 72) es posible identificar cuatro zonas de desove principal, éstas se ubican entre:

- Punta Roncura y Bahía Chanco (VII Región, 35°00' y 35°50' LS)
- Punta Nugurne y Punta Tumbes (VIII Región, 36°00' y 36°40' LS)
- Punta Puancho y Punta Nihue (IX Región, 39°00' y 39°20' LS)
- Punta Colún y Bahía San Pedro (X Región, 40°10' y 40°50' LS)

Durante el período de desove principal, se registran los más altos valores de IGS e IG en todas las zonas anteriormente mencionadas, particularmente durante agosto (Fig. 71 y 72). Se observa que el desove principal comienza a insinuarse en junio en la zona ubicada más al sur (40°10' - 40°50' LS), registrándose valores IGS entre 5,0 y 7,0; posteriormente, durante julio se intensifica el desove en esta área y comienza a observarse valores de IGS e IG altos en la zona ubicada en la IX Región. Durante agosto el desove abarcó las cuatro zonas mencionadas, registrándose en ellas valores de IGS por sobre 7,0 y valores de IG por sobre 4,0. Finalmente, durante septiembre, los índices se mantienen altos solamente en la zona de la X Región, no obstante se debe tener en cuenta que no se dispone de información en el área ubicada al norte de la Isla Mocha (38°20' LS).



Una situación diferente se observó durante el período de desove secundario. En este caso el desove comenzó en las zonas centrales (36°00'-36°40' LS y 39°00'-39°20' LS) durante febrero; posteriormente, durante marzo, el desove disminuyó su intensidad en estas zonas y aumentó en la zona ubicada en la VII Región. Finalmente, durante abril, la mayor intensidad en el desove se observó en las zonas ubicadas en la VIII y X Regiones (Fig. 71 y 72). Es necesario indicar que durante octubre y noviembre no fue posible obtener información georreferenciada de los índices gonadosomático y gonádico.

Al analizar la proporción del área que contiene los más altos registros de IGS, en relación al área total de desove, es posible observar que en agosto y septiembre los porcentajes de cobertura son los más altos del período, registrándose un pico menor en febrero, lo cual es coincidente con el período de desove principal y secundario, respectivamente. Los porcentajes de cobertura del área de desove intenso se dan a continuación:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Porcentaje	20,0%	41,2%	15,8%	24,0%	0%	21,4%	33,3%	62,5%	80,0%			8,3%

- **Proporción de hembras maduras**

Del análisis de la proporción de hembras en estado de madurez III, IV y IIIa sobre el total de hembras, es posible observar las mismas zonas descritas anteriormente donde persistentemente se registran ejemplares maduros en una proporción superior al 70%. No obstante, de estas cuatro zonas las más importantes corresponden a las ubicadas en la VIII y X Regiones, ya que durante agosto se registró en ellas proporciones de hembras maduras que superan el 85% (Fig. 73).



Consistente con los resultados derivados del IGS e IG, la proporción de hembras maduras indica que el desove principal de merluza común comienza por el sur del área investigada, alcanzando su máxima expresión en agosto, donde la proporción de hembras maduras es alta en todas las zonas de desove (Fig. 73).

- **Proporción sexual**

Durante el período de desove principal, la proporción de hembras en las zonas de desove es baja, no superando el 50% (Fig. 74). La única excepción se registra en agosto y septiembre en la zona ubicada entre Punta Colón y Bahía San Pedro (X Región), en que las hembras representan sobre el 60% del total de ejemplares. Durante el desove secundario ocurre una situación similar, observándose una proporción de hembras superior al 50% solamente en la zona ubicada entre Punta Nugurne y Punta Tumbes (VIII Región), durante marzo y abril.

5.3.4 Reclutamiento de merluza común en la zona y período de estudio

Para determinar la proporción de reclutas (individuos inferiores a 37 cm de longitud total, LT) de merluza común, en cada lance muestreado se colectaron registros para conformar la distribución de frecuencias de talla de machos y hembras del lance. Para lograr esto, fue necesario amplificar la distribución de frecuencias de tallas de la muestra a la captura del lance; y por tanto, fue necesario determinar la relación longitud-peso en forma mensual y para ambos sexos (Fig. 75 y 76, Tabla 26). Una vez aplicado el procedimiento ya descrito, fue posible sumar las distribuciones de frecuencias de talla de la captura para obtener los histogramas mensuales y por sexo (Fig. 77).



El ajuste de la relación longitud-peso se realizó a través del clásico modelo potencial, $W=a*LT^b$, y utilizando el programa computacional *Jandel Scientific*. El grado de ajuste de la ecuación, los estimados de los parámetros y sus respectivos errores estándar se detallan en la [Tabla 3](#). Los resultados de octubre y noviembre de 1997 se basan en los registros colectados por IFOP.

En los ajustes de la relación talla-peso se obtuvieron valores de r^2 altos, la mayoría por sobre 90% ([Tabla 26](#)). Por otro lado, se observó en todos los meses que el crecimiento en peso de las hembras es más acelerado que el crecimiento en peso de los machos, ya que los valores del parámetro b siempre fueron mayores en hembras.

Del análisis de la estructura de tallas mensual es posible apreciar que las modas principales correspondientes a las hembras siempre fueron mayores que la de los machos, en todos los meses ([Fig. 77](#)). A la vez, que las tallas superiores a 71 cm fueron representadas exclusivamente por hembras en todos los meses ([Fig. 78](#)). Durante todo el período de análisis las modas principales de las distribuciones de frecuencia de tallas estuvieron comprendidas entre 45 y 50 cm de LT, con la única excepción de septiembre en que estos registros se ubicaron entre 40 y 45 cm de LT. Se destaca que en febrero se observó la inclusión, en la distribución de frecuencias de tallas, de un grupo de individuos pequeños, comprendidos entre 25 y 37 cm de LT, registrándose en este mes las menores tallas, tanto de machos como de hembras ([Fig. 77](#)).

- **Períodos de reclutamiento**

Para analizar el reclutamiento en su componente temporal, se calculó el valor total en cada mes de los índices contemplados en el análisis ([Fig. 79 y 80](#)). Del análisis de estos resultados es posible observar que existen dos períodos de reclutamiento bien definidos y de corta duración, y que corresponden a los meses de febrero y junio, en los que se registran porcentajes de recluta (ambos sexos) superiores a 12% ([Fig. 79](#)).



Durante febrero, la densidad de reclutas es levemente mayor que en junio, no obstante durante este último mes el mayor aporte al reclutamiento lo efectúan los machos, a diferencia de lo que ocurre en febrero, en que el aporte de ambos sexos es similar (Fig. 80).

Los períodos en que el porcentaje de reclutas (ambos sexos) es inferior a 7% son agosto-septiembre y noviembre-enero (Fig. 79). Una situación similar ocurre con el índice de reclutamiento (miles de reclutas/mn², Fig. 80).

- **Rango batimétrico del reclutamiento**

Al analizar los índices promedio relativos al reclutamiento en función del estrato de profundidad y mes (Fig. 81 y 82), es posible observar que para todo el período de análisis no se registran ejemplares inferiores a 37 cm de LT a profundidades superiores a 300 m. Durante el primer período de reclutamiento (febrero) tanto el porcentaje de reclutas como el índice de reclutamiento es alto en el estrato 150-200 m, no obstante también se observan reclutas en los estratos superior e inferior a éste. Durante el segundo período de reclutamiento (junio) se observa que la mayor proporción y densidad de reclutas se registra entre los 100 y 150 m de profundidad, para las profundidades mayores la incidencia de reclutas disminuye progresivamente.

- **Zonas de reclutamiento**

Como se mencionó en la Sección Materiales y Métodos, se caracterizó el reclutamiento basándose en dos indicadores, a saber; número de reclutas/mn² y porcentaje de reclutas. Para cada una de las celdas (de 10 x 10 mn) que contenían información se calculó el valor promedio de estos dos índices. Estos resultados se muestran en las Fig. 83 y 84.



Del análisis de los indicadores es posible afirmar que el número de reclutas/mn² proporciona un índice de la densidad de reclutas en cada cuadrícula, lo cual da una idea de la intensidad del reclutamiento en cada zona. Por otro lado, de la proporción de reclutas es posible derivar, al igual que con el índice anterior, las zonas de reclutamiento.

Sobre la base del análisis cartográfico del porcentaje de reclutas promedio y del índice de reclutamiento promedio (Fig. 83 y 84) es posible identificar tres zonas de reclutamiento principal, estas se ubican entre:

Constitución y Punta Tumbes (35°20' y 36°40' LS)
Punta Morguilla y Punta Nena (37°40' y 38°10' LS)
Puerto Saavedra y Punta Nihue (38°50' y 39°20' LS)

En las dos primeras zonas identificadas se observa un alto porcentaje y densidad de reclutas durante mayo y particularmente junio (PR>24% en la primera zona), siendo esto coincidente con el período de desove principal identificado en este estudio, pero contradictorio a lo indicado por Payá *et al.* (1995). En otras palabras, los desoves que se registran durante agosto entre Punta Roncura y Bahía Chanco (VII Región, 35°00' y 35°50' LS) y Punta Nugurne y Punta Tumbes (VIII Región, 36°00' y 36°40' LS) producen los reclutamientos observados durante junio entre Constitución y Punta Tumbes (35°20' y 36°40' LS) (Fig. 83 y 84).

El primer período de reclutamiento (febrero) ocurre en las dos últimas zonas identificadas (37°40'-38°10' y 38°50'-39°20' LS), registrándose en algunas cuadrículas porcentajes superiores a 24%. Esta zona y período de reclutamiento sería coincidente con el desove secundario (febrero-abril) detectado principalmente entre Punta Puancho y Punta Nihue (IX Región, 39°00' y 39°20' LS) (Fig. 83 y 84).



Al analizar la proporción del área que contiene los más altos registros de PR, en relación al área total de reclutamiento, es posible observar que en febrero y junio los porcentajes de cobertura son los más altos del período, lo cual es coincidente con los períodos de reclutamiento detectados. Los porcentajes de cobertura del área de reclutamiento se dan a continuación:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Porcentaje	0%	36,4%	8,3%	6,3%	23,5%	47,8%	12,5%	0%	33,3%	15,4%	0%	12,5%

5.3.5 Análisis histórico del índice gonádico y ventana ambiental óptima del desove

- Patrón histórico de variabilidad mensual

El índice gonadosomático (IGS) presenta dos máximos, el principal en los meses de agosto y septiembre y el secundario en marzo-abril, mientras que sus valores mínimos se registran en los meses de diciembre a febrero ([Fig. 85](#)).

Para la zona de Valparaíso, la turbulencia y el índice de surgencia presentan una conducta mensual muy similar describiendo un ciclo caracterizado por valores máximos en noviembre y diciembre y valores mínimos en junio-julio ([Fig. 85a](#)). La temperatura superficial del (TSM) presenta un ciclo similar pero desfasado en dos meses, presentado los valores máximos en enero y febrero y los mínimos en julio-septiembre.

Las variables ambientales medidas en Talcahuano presentaron en términos generales una conducta similar a las registradas en Valparaíso, excepto por el índice de turbulencia ([Fig. 85b](#)). La turbulencia presenta dos períodos de valores mínimos, el



primero en abril y el segundo en septiembre, mientras que los valores máximos se registran en enero y julio.

En general se puede afirmar que el desove principal de agosto-septiembre, se produce a intensidades intermedias de turbulencia y surgencia y en las temperaturas más bajas. Por su parte, el desove secundario de marzo-abril, también se produce en condiciones intermedias de turbulencia y surgencia, pero a una mayor temperatura.

- **Variabilidad anual del patrón mensual**

Existe una importante variabilidad anual del patrón histórico del IGS (Fig. 86), observándose años en que se presentan los valores máximos de abril y agosto (1988), otros en los que no está presente el máximo de abril (1993-1994) y otros donde no se observa un ciclo, sino más bien un valor constante durante todo el año (1993).

Las fluctuaciones del IGS y de las variables ambientales en Talcahuano y Valparaíso se presentan en las Figs. 87 y 88. La temperatura en Talcahuano presenta mayor fluctuación mensual que en Valparaíso, especialmente en los últimos años. La turbulencia en Talcahuano presenta una tendencia decreciente con los años que se acentúa en los últimos dos años, mientras que en Valparaíso esta aumenta en los últimos años. La surgencia en Talcahuano presenta menores fluctuaciones mensuales en los últimos años que en Valparaíso.

- **Algoritmo ACE**

Para una mejor comprensión de la contribución de las transformadas de las variables ambientales a la transformada del IGS, esta última se fijó en el algoritmo ACE como una transformada lineal.



La suma de las transformadas de las variables ambientales de Talcahuano fue capaz de explicar el 43% ($R^2=0,43$) de la variabilidad de la transformada lineal del IGS. La transformada de la TSM presentó una conducta lineal, indicando que a menor TSM mayor es el IGS (Fig. 89b). La transformada de la turbulencia presentó una forma de domo que se asocia al concepto de “Ventana ambiental optima”, registrándose los mayores valores de IGS a niveles intermedios de 200 a 300 m^3/s^3 de turbulencia (Fig.89c). La transformada de la surgencia presentó una forma más difícil de describir, que puede asociarse con dos rangos de valores intermedios favorables al IGS, el primero entre los -250 a -500 y el segundo entorno a cero (Fig. 89d).

Como el Algoritmo ACE en un modelo general aditivo, la contribución de cada variable se puede inferir del rango de variabilidad de su transformada. La variable que más contribuye es la transformada del IS, ya que esta fluctúa entre 1 y -1 , es decir presenta una variabilidad de 2 unidades, luego le sigue la transformada de la TSM con una amplitud de 1,5 unidades y luego la transformada de W3 con una amplitud de 0,5 unidades.

Para conocer la bondad del ajuste realizado por el algoritmo ACE, se ajustó una regresión lineal a las variables transformadas. La regresión fue altamente significativa ($P=2,2e-16$), presentó un $R^2=0,43$ y las tres variables fueron significativas (Tabla 27). El ajuste del modelo fue bueno con una adecuada distribución de los residuos en torno a los estimados (Fig. 90).

Las transformadas de las variables ambientales de Valparaíso fueron capaces de explicar también 43% de la variabilidad de la transformada del IGS. La transformada de la TSM presentó en términos generales una conducta lineal, excepto entre los $12,5$ y $13^\circ C$, donde la contribución al IGS fue mayor (Fig.91b). Las transformadas de la turbulencia y surgencia presentaron conductas más complejas, sin una clara



conducta, no obstante se aprecia una mayor contribución al IGS a medida que disminuyen estas transformadas.

La transformada que más contribuye a la transformada del IGS es la temperatura con un rango de 2 unidades, luego la turbulencia con un rango de 0,9 unidades y la surgencia con un rango principal de variación de 0,8 unidades.

El ajuste de la regresión lineal de las variables transformadas fue altamente significativo ($P=3,33e-16$), explicó el 43% ($R^2=0,43$) de la variabilidad de la transformada del IGS y las tres variables fueron significativas ([Tabla 28](#)). El buen ajuste del modelo así como la distribución de los residuos se presentan en la [Fig. 92](#).





6. DISCUSION

- **Migración vertical y batimétrica**

Los resultados obtenidos, confirman en los cuatro cruceros realizados la presencia de desplazamientos nictimerales de la merluza común, hecho ya señalado por Vestnes *et al.* (1964), Guzmán *et al.* (1981) y Lillo *et al.* 1997, situación que ha permitido el uso de sistemas acústicos para la evaluación directa de la merluza común.

Sin embargo, la migración nocturna de la merluza común no sería sólo en el sentido vertical como lo reflejan las variaciones en las densidades estimadas en los distintos niveles de profundidad, sino que también habría una componente de desplazamiento horizontal y que se reflejaría en las fluctuaciones en las densidades estimadas mediante métodos acústicos entre los distintos rangos de profundidad en los períodos diurno/nocturno, especialmente hacia los estratos mas profundos.

El movimiento horizontal durante las horas de oscuridad, no debe interpretarse como desplazamiento batimétrico, pues el recurso aunque se desplaza horizontalmente, tiende a mantener un nivel de profundidad. Lo anterior, genera la presencia del recurso en el borde superior del talud continental prolongándose a mediagua, pero sin sobrepasar la longitud correspondiente al veril de los 500 metros de profundidad (Fig. 11), situación concordante a la observada por Guzmán *et al.*, 1981 y Lillo *et al.*, 1997.

Este comportamiento, sería la causal del aumento en la abundancia de la merluza común hacia los estratos mas profundos como a los niveles mas alejados del fondo, observado en tres de los cuatro cruceros realizados.



En lo que respecta a los desplazamientos batimétricos, los resultados obtenidos muestran que las densidades estimadas por rango de profundidad presentan un desplazamiento de los valores máximos hacia los niveles más profundos (>200 m), alcanzando su valor máximo en primavera donde se estimó una cifra de $51,1 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$, aunque las variaciones fueron menos marcadas hacia rangos menores de profundidad.

Entendiendo como migración un movimiento direccional y consistente de algunos componentes de la población (Hilborn and Walters, 1992), los diferentes valores de densidad estimados para los diferentes cruceros, permitirían postular la existencia de un desplazamiento sentido batimétrico de una fracción de la merluza común presente en el área de estudio, situación que alcanzaría su máximo en primavera, aunque los datos disponibles no permitirían calificarla como una migración. Este desplazamiento sería realizado por ejemplares adultos, por cuanto de acuerdo a lo señalado por Arancibia y Alarcón (1995) los ejemplares juveniles (<37 cm) tendrían como principal componente de su dieta a los eufáusidos, grupo que de acuerdo a lo observado por Arata (1997) a partir de un análisis de ecogramas, se concentra principalmente sobre la plataforma continental.

Los resultados obtenidos sin embargo, no necesariamente pueden ser extrapolados al área total de la pesquería sino que representan la situación observada en un área de 100 mn^2 en una pesquería que abarca aproximadamente 9.000 mn^2 y donde condiciones locales podrían hacer variar el comportamiento de la merluza común.

Con respecto a lo anterior, uno de los elementos que podrían influir en las migraciones especialmente batimétricas de la merluza común es el ancho de la plataforma. En la zona de Constitución al golfo de Arauco, principal área de la pesquería, la plataforma se extiende longitudinalmente por una distancia superior a las treinta millas náuticas, de las cuales casi un tercio corresponde a profundidades menores a 150 m, mientras



que en la zona de estudio la plataforma continental alcanza un ancho promedio de 10 millas náuticas, correspondiendo sólo 0,5 millas náuticas al veril de menos de 100 metros de profundidad.

Estas diferencias topográficas, cobran especial importancia durante el período estival cuando las Aguas Ecuatoriales SubSuperficiales (Blanco, 1995) asciende por el borde costero en la zona de plataforma ancha y facilitan la concentración de la merluza común en los sectores de aguas someras. Sin embargo, en el área de Papudo y debido a la estrechez y profundidad del sector estudiado el proceso de concentración estival de la merluza común no sería tan marcado.

Finalmente, se debe señalar que los resultados obtenidos no se reflejarían en los movimientos de la flota industrial, por cuanto los fondos rastreables disponibles a profundidades superiores a 300 metros, disminuyen drásticamente en comparación a los existentes en el rango de profundidad de 100 a 300 metros, especialmente en el área en que esta flota opera.

- **Análisis de contenido estomacal**

La composición de la dieta cambió tanto a través del día, como entre estaciones del año. Durante el día, la merluza se alimenta preferentemente de presas invertebradas ,mientras que por la noche, las presas vertebradas dominan su dieta. Por otra parte, en las estaciones de verano-otoño, las presas vertebradas estuvieron mayormente presentes en la dieta de la merluza y en las estaciones de invierno-primavera, los invertebrados fue la categoría de presas más importante. Estos resultados difieren de lo encontrado por Pillar y Barangue (1997), quienes señalan que durante el verano la merluza del Cabo (*M. capensis*) come mayormente eufáusidos, mientras que en invierno, depreda mayormente sobre peces mesopelágicos.



Respecto de la composición de la dieta por clase de talla del depredador, vemos que en verano, pequeñas merluza (< 39 cm) se alimentaron preferentemente (>50 %) de invertebrados, mientras que merluzas más grandes depredaron mayormente sobre vertebrados. Esta tendencia concuerda con lo descrito por Arata (1998) quien señala, en base a muestras tomadas durante el invierno entre los 29° S y 41° S, que el cambio de dieta se produce a los 31 cm. Fuentealba (1993) por otro lado, con muestras provenientes de la zona de operación de la flota industrial de Talcahuano colectadas entre marzo y febrero (1991-2, determinó la existencia de Unidades Ontogenéticas Tróficas, en donde merluzas menores 30 cm se alimentaron mayormente de eufáusidos, merluzas mayores 30 cm consumieron sardina común. Stobberup (1992) entre noviembre y abril (1990-1), encontró que las merluzas menores a 51 cm depredaban preferentemente sobre eufáusidos y langostino colorado. Merluzas mayores 51 cm fueron mayormente caníbales.

El ciclo de alimentación para las estaciones de verano, otoño e invierno, presentó un período de alimentación diurno. Esto concuerda con lo encontrado por Arata (1998), quien señala que el período de alimentación de 5-14.5 h. Arancibia (1991) señala una alimentación diurna de *M. gayi* sobre *Pleuroncodes monodon*, entre 14-17 h en verano y 13-17 h en noviembre de 1984.

En la estación de primavera en cambio, el período de alimentación es nocturno. En general el período de alimentación no es del todo claro para varias especies del género *Merluccius*. Para *M. capensis* se ha señalado como un depredador tanto diurno como nocturno, dependiendo de la talla (Gordoa y Macpherson, 1991; Roel y Macpherson 1988), en tanto que Pillar y Barangue (1993) no encontraron un patrón claro para esta especie. En forma similar, Bowman y Bowman (1980), así como Durvin *et. al.* (1983), determinaron un período de alimentación nocturno para *M. bilinearis*, mientras que Koeller *et. al.* (1989) hallaron un periodo de alimentación diurno para individuos de edad 0 de la misma especie.



La ración diaria estimada para todas las estaciones presentó fluctuaciones importantes, variando entre 0.387 y 10.775 %PC. Arancibia (1991) estimó una ración diaria de 0.1025 %PC sobre langostino colorado. Stobberup (1992) estima una ración diaria de 2.7 %PC en primavera y 2.2 %PC en otoño. Fuentealba (1993) estima una ración diaria de 0.0077 %PC. Arata (1998) en tanto, estima una ración diaria de 0.613 para presas invertebradas. Los mayores valores de ración diaria estimadas en el presente estudio, se producen en invierno y primavera, época coincidente con el período de mayor actividad gonádica. Aparentemente, tal actividad demandaría una mayor cantidad de energía, demanda que sería suplida por un incremento en la cantidad de alimento consumido al día.

La lectura de los ecotrazos reveló que la merluza permanece asociada al fondo durante el día, para luego ascender durante el crepúsculo y permanecer en la columna de agua durante la noche y finalmente retornar al fondo al amanecer. Este patrón (visto en las estaciones de verano, otoño e invierno) es coincidente con lo descrito por Vestness *et al.*, (1965) y Guzmán (1981). La estación de primavera en cambio exhibe un patrón diferente, consistente en un temprano ascenso de la merluza (14 h) a media agua, en ausencia de alimento en las proximidades del fondo durante el día. Este patrón de ascenso y alimentación nocturna, está descrita para *M. capensis* (< 20 cm) la cual asciende después del crepúsculo e intensifica su alimentación, depredando sobre reclutas de anchoveta.

- **Estandarización del esfuerzo**

Westerheim y Foucher, (1985), listan 12 factores a considerar en una estandarización del esfuerzo pesquero, de los que 10 son aplicables en el presente estudio y 8 son considerados relevantes para la flota industrial que captura merluza común, a decir: embarcaciones, localidad, profundidad, tiempo, equipo de cubierta, equipos electrónicos de asistencia a la navegación y ecosonda (comúnmente referidos como características tecnológicas), capitán de la embarcación y variables económicas.



Sin embargo, en las estandarizaciones hasta ahora realizadas de la flota industrial de merluza común no se han incorporado las características tecnológicas de las embarcaciones en los modelos utilizados. Esto se debe principalmente a la carencia de tal información.

Hilborn y Walters (1992) refieren diversas circunstancias en que la información entregada por los pescadores (o empresas pesqueras) puede ser pobre tanto en volumen como en calidad. Esto probablemente se funda en la actitud de estos hacia las entidades administrativas o fiscalizadoras o hacia la competencia, en temas particulares como información acerca de las características de las embarcaciones, entrega de bitácoras y la información contenida en ellas, llenado de formularios, solicitando información acerca de factores que influyen en la elección de caladero y posición geográfica de estos. Estas situaciones son observables en muchas pesquerías y la pesquería industrial de merluza común no constituye una excepción. Payá *et al.* (1966) realizó una encuesta acerca de las unidades de la flota, con el fin de completar la información referente a los tipos equipos de detección y su período de utilización, pudiendo recolectar información incompleta de 13 embarcaciones. Esto permitió constatar que sí se habían realizado mejoras en los equipos de detección de la flota pero su efecto sobre el poder de pesca relativo de la embarcación no se ha evaluado. Frecuentemente tales factores entre otros tales como habilidad del capitán, económicos, características del fondo, son omitidos debido a información incompleta, no disponible o incuantificable los que deben en lo posible ser incorporados (Westerheim y Foucher, 1985).

Las estandarizaciones previas realizadas para esta flota (Paya *et al.*, 1990 y 1997), presentan diferencias estructurales con respecto al modelo aplicado en esta corrección del esfuerzo. La diferencia más evidente de esto lo constituye el vector único de poderes de pesca estimado en los proyectos referidos, en contraposición a la matriz de poderes de pesca anuales y por estrato geográfico estimados en este



estudio. Si bien los factores considerados varían con los evaluados en esos estudios, la diferencia radica en las restricciones lineales aplicadas en los diferentes modelos (Robson, 1966; Glantz y Slinker(1990). En los trabajos citados se aplica una codificación de efectos de modo que las variables dummy cuantifiquen las desviaciones de cada tratamiento con respecto a la media, mientras que el modelo aplicado realiza una codificación por referencia de celda, que conduce a coeficientes de regresión iguales a los estimados de las diferencias entre los diferentes tratamientos y el grupo de referencia (estándar).

Esto es interesante porque, si por el método de codificación de efectos se va a incluir las variables tecnológicas, se debería ajustar un modelo por año de modo de tener un set de poderes de pesca que corrija el esfuerzo en función de los cambios tecnológicos operados a través de estos (Kimura, 1980).

Esto nos conduce al problema de que no sólo se requiere definir si una categoría o determinadas embarcaciones han incorporado determinado artefacto tecnológico, si no que además se necesita conocer el historial de incorporaciones y sustituciones de cada innovación incorporada alguna vez a la embarcación y establecer el tiempo durante el cual tal innovación estuvo operativa, para poder hacer la codificación adecuada de variables dummy que reflejen tal dinámica de presencia y ausencia de innovaciones.

Existen referencias informales de que tales registros se llevan en determinadas embarcaciones, pero el acceso a estos y para información similar de todas las embarcaciones de la flota es una posibilidad remota.



- **Migración latitudinal**

Idealmente los estudios de migración se han abordado a través de métodos de marcaje, (Sibert, 1984; Rijnsdorp y Pastoors, 1995), que tiene la ventaja de permitir estimar velocidades de migración, o por medio de cruceros de evaluación directa utilizando pescas experimentales y métodos acústicos (Castonguay *et al.*, 1994; Cruickshank, 1990; Levy, 1990). Estos métodos tienen la bondad de ser directos y confiables, sin embargo tienen la desventaja de involucrar costos elevados y en el caso del marcaje involucra dificultades de terreno que influyen en gran medida el resultado esperado (Jones, 1974 *fide* Podestá, 1990). Por otro lado, en varias pesquerías se recopilan en forma rutinaria y en modos diversos, datos de captura y esfuerzo, los que idealmente registran cada operación del arte de pesca, con las posiciones de calado y virado (bitácoras). Estos datos pueden ser usados para inferir movimientos del recurso (Otero, 1986; Podestá, 1989; Rothschild y Yong, 1970), estudiando la dinámica espacial de operación de la flota. Esta aproximación tiene la ventaja de involucrar un bajo costo, pero requiere de la consideración de diversos aspectos de la información.

Se debe considerar la actitud de los pescadores hacia las bitácoras (si la información es fidedigna), el hecho de que éstas no siempre representan la totalidad de la flota y que la aplicación de este método asume que los pescadores van a acudir a aquellos caladeros en los que el rendimiento sea mayor, reflejando los desplazamientos en el tiempo y espacio de los focos de abundancia del recurso. El supuesto anterior requiere un conocimiento más o menos detallado de la historia de la pesquería, al menos del período a analizar, debido a que la motivación de la flota para seguir los mayores rendimientos depende de diversos aspectos comerciales, como capacidad de operación de las plantas de elaboración, destino de la pesca (harina, mercado en fresco, exportaciones de filete congelado) y demanda comercial. Un aspecto más a considerar es que las bitácoras no dan información de edad o talla de la captura, ni



información biológica como peso y estado de madurez sexual, lo que requiere acceso a información complementaria o programas de muestreo biológico para tener una referencia de aspectos biológicos relevantes a la distribución como disposición espacial de pre-reclutas.

Podestá (1990) señala que es seguro asumir que los pescadores tienen la habilidad de localizar las agregaciones más densas de peces, cuando la pesquería se ha desarrollado por cierto número de años de modo que la disposición espacio-temporal de los peces es bien conocida por los pescadores. Estas características se observan en la pesquería de la merluza común, la que se viene desarrollando desde la década del 40, lo que hace presumir que las características distribucionales del stock son bien conocidas por parte de los pescadores. El análisis bibliográfico señala una carencia de motivación por parte de la flota a seguir las agregaciones más densas de merluza, ya que las características de la demanda parecen no requerirlo así, sin embargo sorprende la similitud entre los centros geográficos estimados para el esfuerzo y la CPUE, lo que requeriría de una exploración mayor, ya que existen precedentes que indican lo contrario (Paya *et al.* 1996). Si asumiésemos que la flota tiene la capacidad de operar sobre las agregaciones más densas si así se lo propusiesen los pescadores y es éste el patrón que hemos observado, debiésemos concluir que la merluza común no muestra un desplazamiento latitudinal con las estaciones como ha sido descrito en estudios de la década del 70, que se basaban principalmente en la estacionalidad en la operación de la flota de San Antonio.

Gran parte de la ambigüedad presente en las descripciones de “movimientos” latitudinales de la merluza común, puede ser atribuida a dos aspectos. El primero tiene relación a los resultados obtenidos por Villegas y Saetersdal (1968), los que han derivado, a través de citas sucesivas, en un precedente fundamental para cualquier intento de descripción bibliográfico de los desplazamientos latitudinales de este recurso. En las diferentes interpretaciones de estos resultados, se ha subestimado su



carácter preliminar y más importante, se ha dado en general, mayor énfasis a los desplazamientos latitudinales más extensos (aquellos entre 160 mn y 200 mn). De este modo, en citas sucesivas, prácticamente se ha ignorado que de aquellos puertos en los que se recuperaron la mayor cantidad de ejemplares marcados, más del 50% fue recapturado en la misma área donde fue marcado. Así por ejemplo se señala “La migración de la merluza es extensa a lo largo de la costa. Esta migración es clara desde San Antonio al norte, hasta Papudo y de San Antonio al Golfo de Arauco y viceversa (Avilés *et al.*, 1979)”, “los individuos reproductivos, realizan extensas migraciones estacionales de más de 200 mn (Payá *et al.*, 1997)”, “los experimentos de marcación han demostrado extensas migraciones de la merluza a lo largo de la costa (Villegas y Saetersdal, 1968), “Al parecer la merluza tiene un ciclo migratorio hacia el norte a fines de invierno y primavera, -zona Coquimbo a San Antonio-, para retornar posteriormente hacia el sur en verano y otoño -zona Talcahuano Corral- (Pavez, 1977). El segundo aspecto, tal vez más importante, radica en la noción misma de migración. En su uso normal, la palabra migración significa el moverse de un lugar a otro. Sin embargo cuando se aplica a animales tiene un significado especial (Harden Jones, 1968). Según este autor se pueden distinguir varios tipos de movimiento migratorio y Landsborough Thompson (1942 *fide* Harden Jones, 1968) los agrupan en movimientos locales y estacionales, Dispersiones y Migraciones verdaderas. El primer tipo de movimiento es al parecer irrelevante en el escenario observado para la merluza común y no hay ninguna evidencia en este estudio, ni en estudios previos del recurso, que sostengan que la merluza realiza “migraciones verdaderas”. El segundo tipo de movimiento es descrito por estos autores como aquel en que sólo el área de reproducción esta bien definida y el movimiento es, idealmente, una dispersión uniforme en área a partir del centro de reproducción. Sin embargo, una dispersión puede tener una tendencia en los desplazamientos, resultando de un modo no uniforme, haciendo de este modo difícil la distinción entre dispersión y migración verdadera. Landsborough Thompson (1942) *fide* Harden Jones, (1968) indican que la característica esencial de una dispersión es el hecho de que la concentración de



individuos permanece mayor en las inmediaciones del área de reproducción, mientras que en el tercer grupo, las migraciones verdaderas, hay un movimiento real de un área a otra, “un desplazamiento del que se puede llamar, el centro de gravedad de la población”, que Wilkinson (1952) 1942 *vide* Harden Jones, (1968) define claramente como un movimiento entre áreas bien definidas ampliamente separadas. El hecho de que los resultados del presente estudio y los antecedentes revisados señalen que las principales zonas de reclutamiento a la pesquería se corresponden con las zonas de desove, sugiriendo un cierto grado de residencia en ejemplares menores a 37 y que estas mismas zonas son lugar de concentración estacional de los ejemplares adultos (desovantes), constituyen argumentos a favor de un recurso que se dispersa y concentra estacionalmente. Esto no se contrapone con las claras evidencias presentadas por Villegas y Saetersdal (1968) en el sentido que la merluza es capaz de grandes desplazamientos latitudinales. Lo que los aspectos hasta ahora vistos señalan es que estos movimientos no son realizados en forma masiva lo que se reflejaría en los centros de gravedad geográficos. Otra evidencia que apoya esta noción es el estudio de unidades de stock en merluza común de Payá *et al.* (1997) en el que se observó homogeneidad genética (mezcla reproductiva), pero diferencias entre áreas latitudinales en la composición parasitológica (obviamente la escala de tiempo necesario para adquirir un parásito es bastante diferente al necesario para que se produzca divergencia genética, lo sugiere áreas discretas de distribución pero con intercambio de individuos). Esto es consecuente con la idea de que el desplazamiento es proporcional al tamaño del pez, ya que la mezcla entre ejemplares de diferentes áreas latitudinales se produciría durante la reproducción. Es oportuno citar el caso de la merluza argentina, *Merluccius hubbsi* que sí presenta un ciclo de migración latitudinal marcado (Podestá (1990); Otero, 1989), este desplazamiento está motivado por la reproducción y alimentación, encontrándose los hábitats adecuados para tales procesos biológicos, espacial y temporalmente separados. Al respecto Rothschild y Yong (1979) y Wootton (1990) señalan que el problema ecológico es determinar porque el cambio en el patrón de comportamiento (en este caso la decisión de migrar



o no migrar) conduce a un incremento en el beneficio neto. El tiempo (energía) gastados en realizar una determinada actividad estará asociado tanto con costos como beneficios y se realizarán los desplazamientos que produzcan un beneficio neto. En términos del patrón observado en merluza común el costo de encontrar un hábitat adecuado para la reproducción aparentemente no motivaría el desplazamiento latitudinal ya que esta desova a lo largo de toda la costa (y en el peor caso hay un centro de desove cerca) y la ganancia energética en términos de alimento no requeriría al parecer grandes desplazamientos poblacionales si se considera los eufausidos como el componente principal de la dieta Arancibia y Meléndez (1987) los que presentan una distribución amplia sobre el área de distribución de la merluza (Antezana, 1970).

El razonamiento anterior motivó el cálculo de la varianza latitudinal, lo que no pareció arrojar mayor claridad sobre el problema. Aún así es posible que se pueda detectar una concentración y dispersión local si se acota un área adecuada (centro de desove) y se calcula un índice de mayor resolución, por ejemplo basado en distancias Ludwig y Reynolds (1988), Manly (1991) o se utiliza técnicas geoestadísticas. El principal problema para tal aproximación lo constituyen las bases de datos, las que históricamente registraron la posición de los lances de pesca integrándolos en cuadrículas, perdiendo así la mayor resolución espacial del lance de pesca. Cualquier análisis como los señalados se verían fuertemente afectado por esta agrupación espacial la que obliga a trabajar con el punto medio geográfico de la cuadrícula. Sólo se dispone de datos con la resolución espacial adecuada (lance de pesca) a partir de 1997 lo que es insuficiente para identificar un patrón cíclico de distribución ya que no se puede evaluar su constancia temporal.

Con respecto a la longitud geográfica, ésta no fue considerada en los análisis de la varianza mensual de los centros geográficos, principalmente porque se consideró de poca utilidad, ya que la flota industrial opera en un rango muy estrecho de la



plataforma, restringiendo la operación de pesca principalmente a la zona extendida entre los veriles de 100 y 200 m, intervalo que comprende el 59% de los lances entre 1982 y 1997 y el 57% de las horas de arrastre realizadas en igual período. Esto al parecer, porque las tallas de la captura son muy reducidas sobre los 100 m y a que la superficie de la plataforma se reduce drásticamente debajo de los 200 m (Guzmán *et al.* (1982).

Se han descrito ciertas características generales de la distribución, que parecen ser atributos del género *Merluccius*. Adaptaciones fisiológicas de la vejiga natatoria y del sistema sanguíneo facilitan a la merluza la ejecución de una extensa migración vertical hasta las cercanías del fondo, donde permanecen durante el día, y un ascenso en la noche a media agua o cercanas a la superficie para alimentarse. La merluza tiende a migrar a latitudes altas y está en la costa en primavera y verano, y costa afuera en la estación invernal. (Alheit y Pitcher, 1995). Las migraciones hacia la costa son generalmente consideradas migraciones de desove y las migraciones costa afuera están probablemente relacionadas con la alimentación (Alheit y Pitcher, 1995; Otero, 1986; Podestá, 1990). Durante la época de desove se ha observado ausencia de actividad alimentaria o una actividad alimentaria baja (Chlapowski, 1977; Assorov y Kalinina, 1979). Generalmente los peces pequeños de cada especie aparecen en aguas someras y los peces grandes en aguas profundas, este patrón se distorsionaría durante la época de desove. Para la merluza común se han descrito diversas características de su distribución espacial, varias de ellas están entre las referidas para otras especies del género.

- **Distribución del esfuerzo**

La agrupación y análisis de las embarcaciones por categoría de potencia, aparecen como una perspectiva adecuada para el análisis de la distribución espacial histórica del esfuerzo de la flota, en el sentido que es razonable suponer que la cobertura



espacial de una embarcación, estará dada por su capacidad de desplazamiento y autonomía lo que se relaciona a su tamaño y potencia del motor. De modo adicional, está documentado para esta pesquería que los principales centros de desembarque han sufrido cambios geográficos y que la composición de las flotas respectivas (número y tamaño de las embarcaciones) ha variado históricamente. Estos cambios unidos a fluctuaciones de la demanda y mercados de la merluza presuponen cambios en la modalidad de operación espacial de la flota industrial. Esto ha sido considerado en estudios históricos previos de ésta pesquería, por ejemplo Saetersdal, G. y S. Avilés (1968) al analizar las fluctuaciones en la CPUE entre 1959 – 1965, hacen notar la heterogeneidad de las embarcaciones que componían la flota y realizan su análisis por puerto, basados en antecedentes de la cobertura diferencial del área de la pesquería por parte de la flota de Talcahuano y –San Antonio. Los índices de abundancia estimados por separado mostraban tendencias diferentes y más bien reflejaban (al menos la flota de Talcahuano) el patrón de fluctuación de la abundancia del área en que distribuían sus operaciones de pesca. En forma similar Aguayo y Young (1982) realizan su análisis de la pesquería considerando ambos puertos por separado, argumentando la diferente modalidad de operación de la flota de San Antonio y Talcahuano,

Los centros de masas geográficos estimados parecen mostrar gran constancia en cuanto a las áreas en que históricamente se ha concentrado el esfuerzo y en promedio muestran una leve tendencia a ocurrir menos dispersos espacialmente en aquellas estaciones del año y áreas reconocidas como de concentración reproductiva de la merluza. Se considera que esta observación, necesita ser abordada con mayor detenimiento, por la relevancia que pueda tener en el conocimiento de la relación entre la CPUE y la abundancia del stock, ya que es lógico suponer que la flota va a distribuir el esfuerzo en las áreas más adecuadas para pescar, pero desconocemos que es un área adecuada, en términos de que si lo que el pescador esta privilegiando



es por ejemplo la talla de la captura o su abundancia local, características que pueden o no superponerse espacialmente.

- Distribución espacial de huevos y larvas de merluza común

En relación a la densidad de huevos y larvas, Bernal (1994) señala que para el período 1964/1991 y durante los meses comprendidos entre julio y septiembre se presentan las mayores abundancias relativas tanto a huevos como a larvas de merluza común, evidenciándose dos grandes centros de desove, el primero ubicado entre Punta Papudo ($32^{\circ}30'S$) y San Antonio ($33^{\circ}35'S$) con valores de abundancia superiores a 9.000 m^2 . El segundo entre Constitución ($35^{\circ}20'S$) y San Vicente ($37^{\circ}00'S$) con cifras mayores a 2.000 m^2 . Observándose en general una mayor área de dispersión para las larvas pero en densidades menores.

Por otro lado, los resultados de biomasa zooplanctónica son coincidentes con los reportados por Rojas *et al.*, (1983) quienes señalan que las máximas biomásas durante agosto de 1981 y para la misma zona de estudio se registraron entre Talcahuano ($36^{\circ}40'S$) y Valdivia ($39^{\circ}50''S$), encontrando su máxima expresión en las inmediaciones de Isla Mocha ($38^{\circ}30'S$).

Además, Rojas y Mujica (1981) basados en las prospecciones realizadas por IFOP en el año 1980 entre Constitución y Puerto Saavedra, encuentran que en esta área también se presentaron las concentraciones más altas de zooplancton.

Con respecto al comportamiento diurno-nocturno de las larvas, Ehrlich (1997) señala que las larvas de *Merluccius hubbsi* en el mar argentino, presentan un comportamiento de este tipo, es decir, experimentan un cambio en su modo de vida,



de pelágico en períodos de oscuridad a demersal durante el día. La consideración y el conocimiento de este comportamiento, reviste gran importancia en futuros estudios para el diseño de un muestreo adecuado para los primeros estadios de vida de merluza común. Las bajas densidades de larvas registradas durante el día podrían deberse fundamentalmente a este aspecto.

Con relación a la distribución batimétrica de huevos y larvas, los resultados obtenidos, aunque preliminares y considerando las limitantes que afectan a estas observaciones, debido fundamentalmente a que corresponden solamente a un crucero, son consistentes con estudios precedentes (Ahlstrom, 1959; Bailey, 1982; Moser *et al.*, 1997).

- **Areas y períodos de desove de merluza común**

El período de desove principal detectado es coincidente con el período de desove principal informado por Alarcón y Arancibia (1993), Balbontín y Fisher (1981) y Payá *et al.* (1992). Del mismo modo el período secundario descrito en este estudio corresponde con aquel descrito por Fisher (1959), Balbontín y Fisher (1981) y parcialmente con De Buen (1958). Todas estas descripciones a su vez se corresponden con el período de desove histórico del índice gonadosomático identificado en este estudio.

En cuanto al rango batimétrico del desove, se describe al respecto una ampliación de este rango, desde profundidades someras en verano hasta profundidades que bordean los 350 m y 450 m en invierno y primavera lo que es coincidente con los reportes relacionados al crucero invernal de ictioplancton realizados 1997 y reportado en otra sección del informe, en relación a que los huevos de merluza se detectaron entre la costa y el veril de los 500 m. Del mismo modo en cuanto a las zonas de desove, se indica un desfase latitudinal en el inicio de la temporada principal y secundaria del desove. Sin embargo, es necesario notar con respecto a estas



observaciones que al estar basados en indicadores obtenidos de la flota comercial, se ven influidos por el patrón espacial de sus operaciones. Una característica común de las operaciones de pesca, es que no se distribuyen homogéneamente en el espacio, mostrando patrones de agregación estacional, por lo tanto los patrones reproductivos descritos no son deducidos de un muestreo al azar del área de distribución del recurso y corresponden a características cuya constancia interanual resta por ser evaluada.

El análisis cartográfico del índice gonadosomático y gonádico permitieron la identificación de 4 zonas de desove, a decir: Punta Roncura y Bahía Chanco (VII Región, 35°00' y 35°50' LS), Punta Nugurne y Punta Tumbes (VIII Región, 36°00' y 36°40' LS), Punta Puancho y Punta Nihue (IX Región, 39°00' y 39°20' LS), Punta Colún y Bahía San Pedro (X Región, 40°10' y 40°50' LS). En el análisis bibliográfico presentado en otra sección de este informe se señalan referencias a determinadas zonas tales como el área entre los 40° y 41° y específicamente frente a Bahía San Pedro (40°50'S), entre Punta Nugurne (36°00') y Talcahuano (36°40'S.) y el sur de isla Mocha entre los 38°40' y 39°20' S.

Las referencias hechas en la sección referente a estados tempranos de merluza común en este informe señalan que en los cruceros invernales de 1993, 1995 y 1997 se detectaron las mayores abundancias de huevos en zonas tales como: Frente a Punta Rocura (39°40'S) y Puerto Saavedra (39°00'S) y entre Punta Arenas (35°10'S) y Lebu (37°40'S) con un máximo al oeste de Punta Achira (36°10'S) (Crucero de 1993), entre punta Morguilla (38°00'S) y Punta Colum (40°10'S) y oeste de Punta Achira (36°10'S) y rada de Quintay., con las mayores densidades: Frente a Punta Achira, Puerto Saavedra y Punta Rocura (39°40')(1995). Es evidente que las áreas citadas se sobreponen lo que pone de manifiesto una alta constancia temporal en las áreas descritas como habituales para el desove de merluza común. Es necesario señalar que otras áreas frecuentemente citadas como Punta Guanaqueros (30°10'S), Punta Maitencillo (32°40'S), Punta Sirena (34°40'S) y particularmente Papudo (32°30'S), no



aparecen descritas por el análisis en discusión. Esto se debe a que el análisis se basó en datos obtenidos a partir de la operación de la flota comercial de Talcahuano la que no se desplazó al norte de Constitución (35°20') durante 1997 y 1998.

Finalmente, el análisis de los indicadores del reclutamiento señaló tres zonas de reclutamiento, a decir: Constitución y Punta Tumbes (35°20' y 36°40' LS), Punta Morguilla y Punta Nena (37°40' y 38°10' LS), Puerto Saavedra y Punta Nihue (38°50' y 39°20' LS). Las dos primeras de estas zonas se corresponden con la segunda y tercera zonas descritas por Payá *et al.* (1996) y que se extendían entre los 34°,5 y 36°,6 S. y los 37°,2° y 39°. Es de notar, que estas zonas se superponen en mayor o menor medida con las áreas de desove y que considerando que son obviamente áreas de concentración reproductiva de las merluzas adultas, se constituyen por ende en áreas de importancia particular para diversas fases del ciclo de vida de este recurso.

- **Indice gonádico y ventana ambiental óptima del desove**

Aunque se analizaron las variables ambientales de Talcahuano y Valparaíso, sólo se consideró un índice gonadosomático para toda el área de la pesquería. Sin embargo, debido a que la mayoría de los muestreos biológicos se han realizado a bordo de las embarcaciones de la flota de Talcahuano, que opera muy esporádicamente en la zona de Valparaíso, el IGS representa la condición del stock desde la zona de Constitución hasta al Sur, siendo asimilable a la zona de Talcahuano. Esto explicaría por que existe una relación más clara entre el IGS y las variables ambientales de Talcahuano.

Los modelos ajustados con las variables de Talcahuano y de Valparaíso son muy similares estadísticamente, ambos fueron altamente significativos, presentaron el mismo R^2 de 43% y en ambos las tres variables ambientales fueron significativas. Sin embargo, las formas de las transformadas de las variables de Valparaíso son más difíciles de interpretar que las de Talcahuano.



Considerando las variables de Talcahuano, se puede postular que el aumento del índice gonadosomático se relaciona en forma lineal con la disminución de la temperatura superficial del mar, en forma de domo con la turbulencia, sugiriendo una “Ventana Ambiental Optima” y en forma bimodal con las surgencias. Siendo el orden descendente de contribución: surgencias, temperatura superficial del mar y turbulencia.

La “Ventana Ambiental Optima” (VAO) del IGS corresponde a 200 a 300 m^3/s^3 , la cual coincide el valor de la VAO de los reclutamientos de la merluza (Payá *et. al.* 1998). Esta coincidencia genera interrogantes que requieren mayor investigación. La VAO para los reclutamientos se explica causalmente como la mejor supervivencia de las larvas en condiciones intermedias de turbulencia, sin embargo, es difícil postular una relación causal con la maduración de las gónadas y el desove. ¿Es posible que la merluza posea receptores que le permitan percibir los cambios de turbulencia y “saber” cuando debe desovar para aprovechar la VAO de las larvas?, toda vez que los huevos se demoran escasos días en alcanzar el estado larval crítico de alimentación.

La coincidencia entre la VAO de los reclutamientos y la maduración también ha sido informada por Roy *et al.* (1992) para las peces pelágicos de las costas de Senegal, del sur de Maroco, del norte de Maroco y de las Costas de Marfil. Estos autores postulan que en aquellas áreas donde la turbulencia es mayor que la VAO durante la época de surgencia, el desove ocurre fuera de esta época o bien cuando las surgencias son menores, con el fin de disminuir los efectos negativos de las turbulencias intensas sobre la sobrevivencia de las larvas. Esto se explicaría por la dominancia de la turbulencia sobre otros factores perjudiciales que limitan el período de desove. Según estos autores, la estrategia reproductiva sería el compromiso entre varios factores ambientales antagónicos y correspondería a una respuesta evolutiva que ha adaptado la reproducción al ambiente para maximizar el éxito de los reclutamientos.





7. CONCLUSIONES

Migración nictemeral y batimétrica

1. Se confirma la presencia de una migración nictemeral compuesta de desplazamientos verticales y horizontales, asociadas a la plataforma continental.
2. Tanto la revisión bibliográfica como la densidad estimada a partir de los lances de pesca diurnos, no permiten señalar la existencia de un ciclo de migración batimétrica, sino sólo el desplazamiento de una fracción de la merluza común presente en el área de estudio, situación que alcanza su mayor nivel en primavera.
3. La merluza común presenta ciclos diarios de alimentación, que varían estacionalmente, tanto en la hora del período de alimentación como en la cantidad de alimento consumido.
4. La migración vertical presenta una dinámica cíclica interpretable como migración trófica, existiendo una buena sobreposición del período de alimentación y la disponibilidad de su alimento.
5. La merluza común se encuentra “más disponible” hacia fines de invierno y principios de primavera producto de su concentración reproductiva.
6. Las zonas de concentración reproductiva coinciden con las de concentración de pre-reclutas, siendo éstas persistentes en el tiempo.



7. La merluza común no presenta una migración latitudinal entendida como un desplazamiento del que se puede llamar, “el centro de gravedad de la población” que involucre un movimiento entre áreas bien definidas y ampliamente separadas.
8. Los antecedentes bibliográficos y la dinámica de operación de la flota, sugieren que la merluza común podría presentar un movimiento de dispersión en torno a las áreas de desove, con una concentración en estas áreas durante los períodos los reproductivos.
9. La flota de Talcahuano cubre una mayor extensión espacial que la flota de San Antonio, siendo el área cubierta función del tamaño de las embarcaciones.
10. El esfuerzo de pesca tiende a distribuirse espacialmente en las zonas de concentración reproductiva.
11. La intensidad del desove disminuye hacia el límite austral de la distribución del recurso, siendo de escasa intensidad al sur del Golfo de Arauco.
12. Tanto la flota de San Antonio como la de Talcahuano, muestran una concentración en su operación espacial en los meses de verano y a finales del invierno e inicios de primavera.
13. La intensidad del desove disminuye hacia el límite austral de la distribución del recurso, siendo de escasa intensidad al sur del Golfo de Arauco.
14. Tanto el análisis de huevos y larvas como el de indicadores reproductivos basados en Los muestreos de la captura comercial, confirman que el desove de merluza común frente a las costas de Chile, se extiende latitudinalmente a



través de toda el área de distribución del recurso y muestran 5 principales zonas de desove, las cuales se ubican frente a Papudo ($32^{\circ}30'$), entre Punta Roncura y Bahía Chanco (VII Región, $35^{\circ}00'$ y $35^{\circ}50'$ LS); Punta Nugurne y Punta Tumbes (VIII Región, $36^{\circ}00'$ y $36^{\circ}40'$ LS); Punta Puancho y Punta Nihue (IX Región, $39^{\circ}00'$ y $39^{\circ}20'$ LS); y, Punta Colún y Bahía San Pedro (X Región, $40^{\circ}10'$ y $40^{\circ}50'$ LS).

15. Los huevos y larvas de merluza común, se presentan en aguas estratificadas en y bajo la termoclina.
16. Entre 1997 y 1998 se encontraron dos períodos de reclutamiento bien definidos y de corta duración y que corresponden a febrero y junio, en los que se registran porcentajes de pre-reclutas superiores a 12%.
17. Entre 1997 y 1998 se identificaron tres zonas de reclutamiento principal, las que se ubican entre Constitución y Punta Tumbes ($35^{\circ}20'$ y $36^{\circ}40'$ LS); Punta Morguilla y Punta Nena ($37^{\circ}40'$ y $38^{\circ}10'$ LS); y, Puerto Saavedra y Punta Nihue ($38^{\circ}50'$ y $39^{\circ}20'$ LS).
18. En las zonas de reclutamiento de Constitución y Punta Morguilla se observa un alto porcentaje y densidad de reclutas durante mayo y particularmente junio ($PR > 24\%$) coincidiendo con el desove principal.
19. El primer período de reclutamiento (febrero - abril) ocurre en las dos zonas ubicadas más hacia el Sur ($37^{\circ}40'$ - $38^{\circ}10'$ y $38^{\circ}50'$ - $39^{\circ}20'$ LS), coincidiendo con el período de desove secundario.



20. Los muestreos de la captura comercial evidencian un períodos de desove principal y uno secundario los que se sobreponen con el patrón histórico, el que se caracteriza por un desove principal en agosto-septiembre y otro secundario en marzo-abril.

21. El desove se produce en condiciones intermedias de turbulencia y surgencia, presentándose una “Ventana Ambiental Optima” para el desove a niveles de turbulencia de $200-300 \text{ m}^3/\text{s}^3$ (5-6m/s).

22. Existe coincidencia entre la “Ventana Ambiental Optima” para la fecha del desove y para los reclutamientos, lo que sugiere adaptaciones evolutivas de la reproducción para maximizar la sobrevivencia de los reclutamientos.



8. BIBLIOGRAFIA

Aguayo, M., J. Cordova, R. Bustos, H. Robotham. 1981a. Evaluación directa de los principales recursos de peces demersales el método de área barrida. En Programa Perspectivas de Desarrollo de las Principales Pesquerías Nacionales. Sub - Programa Evaluación de los principales recursos demersales entre Papudo (32°30') y Chiloé (42°00'). CORFO/IFOP (AP81/2). 59 p.

Aguayo, M., Z. Young y H. Robotham. 1981b. Análisis de la pesquería de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) durante 1980. En : Corporación de Fomento de la producción. Perspectivas de Desarrollo de las pesquerías Nacionales. Análisis de las Pesquerías Demersales, 1980. Santiago, Chile, IFOP sp (AP 82-7).

Aguayo, M., J. Cordova, R. Bustos, H. Robotham. 1981c. Estructura poblacional de merluza común y de otras especies. En Programa Perspectivas de Desarrollo de las Principales Pesquerías Nacionales. Sub - Programa Evaluación de los principales recursos demersales entre Papudo (32°30') y Chiloé (42°00'). CORFO/IFOP (AP81/2). 59 p.

Aguayo, M. 1995. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*). En: Hake, Fisheries, ecology and markets. Ed. J. Alheit y T. Pitcher. Capman y Hall. Fish and Fisheries Series 15. 478p.

Aguayo, M. y Z. Young. 1982. Determinación de los factores que han incidido en los cambios de la abundancia relativa de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en el período 1968 – 1981. Instituto de Fomento Pesquero. 79 p.



- Ahlstrom, E.H. 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. Fish. Bull., U.S. 60:107:146.
- Alarcón, R. y H. Arancibia. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). Revista de Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 16: 33-45.
- Alheit, J. y Pitcher. 1995. Hake. Fisheries, ecology and markets. Chapman y Hall eds. London. 478p.
- Amín, M.; R. Román; O. Marín y M. Delpin. 1989. Histología de los ovarios de *Merluccius gayi* Guichenot, 1848 respecto al desove. Bol. Soc. Biol. Concepción, 60: 24-35.
- Antezana, T. 1970. Eufáusidos de la costa de Chile. Su rol en la economía del mar. Rev. Biol. Mar. 14 (2): 19-27.
- Arancibia, H y Meléndez, R. 1987. Relaciones tróficas de la ictiofauna demersal en el área de la pesquería de langostino colorado. Investigación Pesquera. 34: 113 – 128.
- Arancibia, H. 1991. Análisis ecológico pesquero del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y su relación con merluza común (*Merluccius gayi*) y lenguado de ojos grandes (*Hipoglossina macrops*). Biol. Pesq. 20: 37-48.
- Arancibia, H. y S. Mora. 1992. Informe final Proyecto 1. Cuantificación de la abundancia de merluza común (*Merluccius gayi*) por el método de área barrida. Programa básico de investigación de merluza común. IIP/IFOP/Empresa Pesquera El Golfo/Empresa Pesquera Bío Bío, 21 pp.



- Arancibia, H., R. Alarcón, L. Miranda, A. Pacheco, y L. Cubillos. 1995. Sección fauna acompañante. En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro sur. Proyecto FIP 95-14.
- Arancibia, H. *et al.* 1995. Evaluación directa del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) en Chile central por el método de área barrida, utilizando una parte de la flota industrial arrastrera-merlucera.
- Arata, J. (1998) . Conducta alimentaria y ración diaria de *Merluccius gayi gayi* en Chile centro – sur, durante el invierno. Tesis para optar al grado de licenciado en biología marina. Universidad de Valparaíso.
- Arata, J.A. 1998. Composición de la dieta, patrón diario de alimentación y ración diaria de *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) (Merluccidae) en Chile centro sur, durante el invierno. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Valparaíso, Valparaíso.
- Arcos, D.F. y N. Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (Lat. 37°S). Invest. Pesqu. (Chile), 33,91-98.
- Arcos, D.F. 1987. Seasonal and short time scale variability in Copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepción Coast, Chile. Ph. D. Thesis Dissertation, State University of New York, Stony Brook, 203 pp.
- Assorov, V. V. And Kalinina, M. I. 1979. Some peculiarities of the feeding habits of Cape hake and South African deep-water hake. Colln scient. Pap. int. Commn SE Atl. Fish. 6, 219-227.



- Avilés, S.; M. Aguayo; F. Inostroza y J. Cañón. 1979. Merluza común *Merluccius gayi* (Guichenot). En: Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. Vol 1 (Peces). CORFO (AP 79-18). Inst. Fom. Pesq. Chile, 90 pp.
- Bagge, O. 1964. The influence of the concentration of fishing effort and fishing power on the catch per unit effort. Rapp. P-v Reun. 155(24):125-122.
- Bailey, K.M. 1982. The early life history of the Pacific Hake *Merluccius productus*. Fish. Bull., U.S.80:589-598.
- Bakun, A. 1973. Coastal upwelling indices, West Coast of North América, 1946-71. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-671, 103 pp.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, West Coast of north América 1967-73. U.S. Dep. Comm., NOAA Tech. Rep. NMSF SSRF-693, 114 p.
- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Valparaíso, 17(3): 285-334.
- Bernal,R. 1994. Estudio de los patrones de variabilidad temporal y espacial en huevos y arvas de merluza común. Tesis presentada al Instituto de Oceanología Universidad de Valparaíso.64 pp
- Beverton, R. J.H . and S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest., Lond. (2), vol. XIX.



- Bigelow, H.B., y W.C.Shroeder. 1953. Fishes oo the gulf of Maine. U.S. Fish Bull. Vol. 53.
- Blanco, J. 1995. Oceanografía. En: En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro sur. Proyecto FIP 95-14.
- Böhm, M.G., M. A. Barbieri, E. Yáñez, A. González, C. Canales y V. Catasti. 1996. Análisis de la captura y el esfuerzo de pesca de las unidades de pesquería de sardina española y anchoveta del norte. FIP 96-18. Instituto de Fomento Pesquero. 111 p.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina. 936 pp.
- Bowman, R. E. and E. W. Bowman. 1980. Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of silver hake (*merluccius bilinaearis*). Can. J. Fish. Aquat Sci.:1565-1572.
- Breiman, L. J.L. Friedman. 1985. Estimating optimal transformations for multiple regression and correlation. J. Am. Stat. Assoc. 80:580-619.
- Cass-Calay, S.L. 1997. Relation of mean growth rate to concentration of prey-sized particles for larvae of pacific hake (*Merluccius productus*). CalCOFI Report, Vol,38:69-76.
- Castonguay, M. and D. Gilbert. 1994. Effects of tidal streams on migrating Atlantic mackerel, Scomber scombrus. ICES-Council-Meeting-Papers. Copenhagen-Denmark ICES 1994 35 pp.



- Cerna, J. 1994. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) para el área de la pesquería industrial de Talcahuano. Tesis para optar al Título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad católica, Talcahuano, 27 pp + tablas y figuras.
- Chlapowski, K. 1977. Food and feeding of hake in Southwest African seas. Colln scient. Pap. Int. Commn SE Atl. Fish. 4, 115-120.
- Cochran, W. 1977. Sampling techniques. John Wiley & Sons. New York, 428 pp.
- Cury, P and C. Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. Can J. Fish. Aquat. Sci. 46: 670-680.
- Cruickshank, R.A., I. Hampton, M.J. Armstrong. 1990. The origin and movements of juvenile anchovy in the Orange River region as deduced from acoustic surveys S. AFR. J. MAR. SCI. S. AFR. TYDSKR. SEEWET. 1990. vol. 9, pp. 101-114.
- De Buen, F. 1958. Investigaciones sistemáticas y biológicas sobre la merluza. Bol. Soc. Biol. Concepción, 33: 107-124.
- Delfín, F. 1903. Contribución a la ictiología chilena. Rev. Hist. Nat., 7: 268-273.
- Durbin, E. G., Durbin, A. G., Langton, R. W. And R. E. Bowman 1983. Stomach contents of silver hake, *Merluccius bilinearis*, and Atlantic cod, *Gadus morhua*, and estimation of their daily rations. Fishery Bullentin, 81 (3): 437-450.



- Ehrlich, M.D. 1977. Los primeros estadios de vida de la merluza *Merluccius hubbsi*, Marini 1933, en el Mar Argentino como aporte al conocimiento de su reclutamiento y estructura poblacional. Tesis presentada para optar al título de Doctor en Ciencias biológicas. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Depto de Cs Biológicas. Cap VI.
- 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. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science. 4: 1 - 423.
- Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jenyns. Rev. Biol. 8(1, 2 y 3): 111-124.
- Fischer, W. and F. Balbontín. 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsch, 21: 56-77.
- Frontier, P. 1966. Zooplankton de la región de Nosy-Bé. (I Programa des rescoltes et techniques d'étude. Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah. Orstom (Oceanogr.), (4):3-37.
- Fuentealba, M. 1993. Relaciones tróficas intraespecíficas de la merluza común, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848), de Chile Central. Tesis para optar al grado de Megister en Ciencias con mención en Zoología, Universidad de Concepción, Concepción.
- Furet, L. 1982. Ciclo reproductivo de *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) mediante estudio histológico de las gónadas. Tesis Licenciado en Biología Marina, Universidad de Concepción, 32 pp.



- Gálvez, M.; A. Sepúlveda; Ch. Díaz; L. Miranda; H. Rebolledo y C. Cuevas. 1998. Biomasa estacional de merluza común por área barrida por la flota industrial pesquera en la zona centro sur. Pre Informe Final. FIP N° 96-33, 182 pp.
- Gordoa A. y J. E. Hightower. 1991 Cambios in catchability in a bottom-trawl fishery for Cape hake (*Merluccius capensis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol 48: 1887-1895.
- Glantz, S. A. and B. K. Slinker. 1990. Primer of applied regression and analysis of variance. Mc Graw Hill. N. Y. 777 p.
- Greenwood, P., D. Rosem, S. Weitzman y G. Myers. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. As. Mus. Nat. Hist., Bull. 131(4):341-455.
- Gulland, J. A: 1956. On the fishing effort in english demersal fisheries. Minist. Agric. Fish. Food Fish. Invest. Ser. II, Vol. 20(5): 41 p.
- Gulland, J. A. 1963. Catch per unit effort as a measure of abundance. Rapp. P.- v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 155: 8 – 13.
- Guzmán, O. Lillo, S., Giakoni, J. Y J. Avilés. 1981. Evaluación directa del recurso merluza común utilizando técnicas hidroacústicas. En: Perspectivas de desarrollo de las principales pesquerías nacionales. Evaluación de los principales recursos demersales entre Papudo (32° 30' S) y Chiloé (42° 00' S). Instituto de Fomento Pesquero, Chile. AP 82-9: 342 p. Matarese, C., A.W. Kendall, D. Blood y B. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80. 655 pp.



Guzmán, O., S. Lillo, I. Giakoni y J. Avilés. 1981. Evaluación directa del recurso merluza común utilizando técnicas hidroacústicas. En: Programa Perspectivas de Desarrollo de las Principales Pesquerías Nacionales. Corfo/Ifop. 59 p.

Harden-Jones. F. R. 1968 Fish migration. Edward Arnold (eds.). London. 325 p

Hickling, C.F. and E. Rutenberg. 1936. The ovary as an indicator of the spawning period in fishes. J. mar. Biol. ASS U.K., 21(1): 311-316.

Hilborn, R. and C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assesment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, 609 p.

Instituto de Fomento Pesquero, Ed. 1968a. Informe preliminar sobre el crucero "Merluza I", efectuado de abril a junio de 1968 entre los 27°S y 40°S. Instituto de Fomento Pesquero. Chile. Circular N°22. 15 p.

Instituto de Fomento Pesquero, Ed. 1968b. Informe preliminar sobre el crucero "Merluza II", efectuado de julio y agosto de 1968 entre los 30°S y 36°30'S. Instituto de Fomento Pesquero. Chile. Circular N°29. 27 p.

Instituto de Fomento Pesquero, Ed. 1969. Informe preliminar sobre el crucero "Merluza IV", efectuado en marzo de 1969 entre los 31°25'S y 39°47'S. Instituto de Fomento Pesquero. Chile. Circular N°50. 19 p.

Instituto de Fomento Pesquero, Ed. 1970. Informe preliminar sobre el crucero "Merluza V", efectuado de enero a febrero de 1968 entre los 29° 40'S y 40°S. Instituto de Fomento Pesquero. Chile. Circular N°60. 26 p.



- Jessen, R.A. 1978. Statistical survey techniques. John Wiley & Sons. New York, 520 pp.
- Kimura, D. 1980. Standardized measures of relative abundance based on modelling log(c.p.u.e.), and their application to Pacific ocean perch (*Sebastes aleatus*). J. Cons. int. Explor. Mer, 39: 211-218.
- Koyama, T. 1974. Study of the stern trawl. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 77: 171-247.
- Levy, D.A. 1990. Acoustic methods for tracking the diel vertical migrations of pelagic fishes. RAPP.-P.-V.-REUN.-CIEM. vol. 189.
- Lillo, S., I. Giakoni y A. Paillamán. 1994. Evaluación directa de merluza común en la zona centro sur, julio-agosto 1993. Informe final FIP, IFOP. 154 p.
- Lillo, S., J. Córdova y M. Rojas. 1998. Evaluación hidroacústica y distribución espacial del stock de merluza común. En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. Proyecto FIP 97-12. Informe Final 125 p.
- Ludwig, J and J. Reynolds. 1988. Statistical ecology. Wiley – Interscience. 337p.
- MacLennan, D. and y J. Simmonds, 1992. Fisheries acoustic. Chapman Hall, London. 336 p.
- Mendelssohn, R. y J. Mendo. 1987. Exploratory analysis of anchoveta recruitment off Peru and related environmental series. En: D. Pauly y I. Tsukayama (eds.) The



Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. 294-306.

Mendo, J. L. Pizarro y S. castillo. 1987. Monthly turbulence and Ekman transport indexes, 1953 to 1985, based on local wind records from Trujillo and Callao, Perú. En: Pauly, D. & I. Tsukayama (eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. ICLARM Studies and Reviews. 15: 75-88. IMARPE, Perú.

Miranda, O. 1966. Sobre el ciclo de desarrollo sexual de la merluza frente a Valparaíso. (Gadidae, *Merluccius gayi gayi*). Estudios Oceanológicos, 2: 41-43.

Mora, S., H. Miranda, J. Sateler, J. Ortega, M. Nilo, V. Ojeda, R. Gili, I. Payá. 1996. Investigación situación pesquería demersal zona centro-sur. 1995. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Técnico para la Subsecretaría de Pesca.

Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, Jr.A.W. Kendall, S.L. Richardson (Eds). 1984. Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication. (1): 760 pp.

Moser, H.G., N.C.H., Lo y P. Smith. 1997. Vertical distribution of pacific Hake eggs in relation to stage of development and temperature. CalCOFI Report, Vol,38:120-126.

Murthy, M.N. 1967. Sampling theory and methods. Statistical Publishing Society, Calcutta, India, 706 pp.



- Neira, F.J. 1994. Curso: The Early Life History of Teleost Fishes: Use of Ichthyoplankton Data in Fish and Fisheries Research. Depto de Zoología. Universidad de Concepción. 395 pp.
- Núñez, S. y Ortiz, J. 1998. Condiciones oceanográficas. En: Evaluación Hidroacústica del Stock de Merluza Común explotados en la Zona Centro - Sur. FIP 97-12. Instituto de Fomento Pesquero. 125 P.
- Otero, H. O. 1986. Determinación del ciclo migratorio de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) mediante análisis de índices de densidad poblacional y concentración del esfuerzo de pesca. Publicaciones de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo 1, Montevideo, Uruguay, p. 75 – 92.
- Parrish, V. V. And R. S. Keir. 1959. The measurement of fishing power and its relation to the characteristics of vessels. Annual proceedings Int. Comm. N.W, Atlantic Fish. 9:106-112.
- Pavéz, P. 1981. Determinación del esquema de selectividad de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) por mallas de redes de arrastre de seis paneles. In: Perspectivas de Desarrollo de las Pesquerías Nacionales. Evaluación de los Principales Recursos Demersales entre Papudo (32°20'S) y Chiloé (42°00'S). Corporación de Fomento de la Producción- Inst. Fom. Pesq. AP 8/29: 80 pp.
- Payá, I.; J. Sateler; M. Donoso y S. Mora. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1991. Pesquerías demersales. Peces Zona Centro-Sur. CORFO-IFOP (SGI-IFOP 92/3), 32 pp.



- Payá, I.; S. Mora; H. Pool; H. Miranda; J. Ortega y R. Saldías. 1995. Cuantificación del reclutamiento de merluza común en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP N° 94-21, 66 pp + anexos.
- Payá, I., J. Ortega, R. Saldías. 1996a. Estandarización del esfuerzo e identificación de caladeros. En: Paya, I., J. Ortega, R. Saldías, H. Arancibia, A. Hernández, L. Cubillos. 1996. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca en la pesquería demersal de merluza común en la zona centro sur. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Técnico para la Subsecretaría de Pesca. 56 p., 15 Tablas y 75 figuras.
- Payá, I., S. Lillo, A. Paillamán, S. Mora, V. Ojeda, E. Figueroa, J. Blanco, H. arancibia, R. Alarcón, L. Miranda, A. Pacheco, L. Cubillos. 1996b. Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro - sur. FIP 95-14. 135 p.
- Payá , I., R.Tascheri, J. Sateler, V. Ojeda, R. Gili, C. Vera, H. Miranda, L. Adasme, J. Olivares y R. Bravo. 1997a. Investigación Situación Pesquería Demersal Centro – Sur. 1996a. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Instituto de Fomento Pesquero. 78p.
- Payá, I., C. Oyarzun, R. Gallegillos, M. Oliva. 1997b. Unidades de stock en el recurso merluza común de la zona centro – sur. FIP 94 - 18 . 72 p.
- Payá I., R. Tascheri, J. Sateler, V. Ojeda, R. Gili, C. Vera, H. Miranda, L. Adasme, J. Olivares y R. Bravo. 1998. Investigación situación pesquería demersal zona centro-sur. 1997. Instituto de Fomento Pesquero. Informe Técnico para la Subsecretaría de Pesca. 81 p., 69 Tablas y 52 figuras.



- Pequeño, G.R. 1984. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Pavez, P: 1977. Análisis de la situación actual y algunas alternativas de manejo de la pesquería de la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot, 1848) en Chile. Escuela de Pesquería y alimentos. UCV. Chile. 28 p.
- Pillar, S. y M. Barange. 1997. Diel variability in bottom trawl catches and feeding activity of the Cape hake off the west coast of South Africa. ICE Journal of Marine Science. 54: 485-499.
- Pillar, S. y M. Barange. 1993. Feeding selectivity of juvenile Cape hake *Merluccius capensis* in the South Benguela. S. Afr. J. Mar. Sci. 13: 255-268.
- Podestá, G.P. 1990. Migratory pattern of Argentine hake *Merluccius hubbsi* and oceanic processes in the Southwestern Atlantic Ocean. Fishery Bulletin, U.S. 88:167-177.
- Pool, H., F. Balbontín, N. Cortez, M. Arriaga y C. Montenegro. 1996. Interacciones tróficas recursos demersales zona sur-austral. Informe FIP 94-32, IFOP, 68 pp + Tablas y Figuras.
- Pope, J. A. and B. B. Parrish. 1963. Rapp. P.- v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 155: 81 – 89.
- Poulsen, E. 1952. Informe al Gobierno de Chile sobre investigaciones de los peces alimenticios de Chile con referencia especial a la merluza. Informe FAO/ETAP 45: 1-78, 17 figs, 9 fotos.



- Rijnsdorp, A.D. y Pastoors, M.a.195. Modelling the spatial dynamics and fisheries of North sea plaice (*Pleuronectes platessa* L.) based on tagging data.- ICES J. mar. Sci., 52:963-980.
- Robertson, A. 1970. An improved apparatus for determining plankton volume. Fish.Bull. S. Africa (6): 23-36.
- Robson, D. S. 1966. Estimation of the relative fishing power of individual ships. Research Bulletin, International Commission for the North – west Atlantic Fisheries, 3: 5 - 14.
- Roel, B. A., and E. Macpherson. 1988. Feeding of (*Merluccius capensis* and *Merluccius paradoxus* off Namibia. South Africa, 32: 227-243.
- Rojas, O. Y J. L. Blanco. 1981. Determinación del área y época de desove de merluza común (*Merluccius gayi*) en el área de su pesquería. IFOP AP 84-37, 40 p.
- Rojas, O y A. Mujica. 1981. Delimitación de las áreas de desove, pre-reclutamiento y estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. IFOP AP 83-31, 97 p.
- Rojas, O., A. Mujica, R. Kelly, J.L. Blanco y M. Díaz. 1984. Monitoreo de áreas de desove y su relación con parámetros abióticos. IFOP. AP 84-37.



- Rothschild, B. And M. Yong. 1970. Apparent abundance, distribution, and migrations of albacore, *Thunnus alalunga*, on the north pacific longline grounds. U. S. Fish Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish. 623, 37 p.
- Rosales, S. y F. Balbontín. Variaciones de las series de tiempo de temperatura superficial del mar, viento y nivel medio del mar, del período 1961 a 1991, en Los Vilos y Valparaíso, Chile. (manuscrito).
- Roy, C., P. Cury y S. Kifani. 1992. Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. En: A. I. L. Paine, K. H. Brink, K. H. Mann y R. Hilborn (eds.). Benguela Trophic Functions S. Afr. J. Mar. Sci. 12:135-146.
- Saetersdal, G., S. Avilés. 1968. Estadísticas de captura y esfuerzo pesquero de la pesquería chilena de merluza 1959-1965. En: Publicación N° 39. IFOP.
- Sainsbury, K.J. 1986. Estimation of food consumption from field observation of fish feeding cycles. J. Fish. Biol. 29: 23-36.
- Sánchez, N. 1959. Contribución al estudio de la madurez sexual de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot), frente a la zona de Concepción. Memoria para optar al título de Profesora de Estado en Zoología y Química. Universidad de Concepción, 81 pp.
- Sauskan, V.I. y V.P. Serebriakov. 1968. Reproduction and Development of the Silver Hake *Merluccius bilinearis* Mitchill. Voprosy Iktiologii 8 (3).



- Sepúlveda, A. 1998. Distribución histórica de las capturas y CPUE para el período 1982 – 1993. En: Payá et al (1998). Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. F IP 96 –28. 192 p.
- Serra, R. 1978. La pesquería de sardina común (*Clupea strongomera bentinckii*) y la anchoveta (*Engraulis ringens*) de Talcahuano. Análisis de su desarrollo y situación actual. Investigación pesquera. Instituto de Fomento Pesquero. (29):21.
- Sibert, J. R. 1984. A two fishery tag attrition model for the analysis of mortality, recruitment, and fishery interaction. Tuna and Billfish Assesment Programme. South Pacific Comission, Noumea, New Caledonia Technical Report, N°13.
- Smith, P.E. 1981. Fisheries on pelagic schooling fish. In: Lasker, R. (ed.) Marine fish larvae: morphology, ecology and relation to fisheries, University of Washington Press, Seattle, WA., 2-31.
- Sims, E. 1985. Selected computer programs inFORTRAN for fish stock assessment. FAO Fish Tech. Pap. (259) 183 p.
- Sinclair, M., A. Sinclair and T.D. Iles. 1982. Growth and maturation of southwest Nova Scotia Atlantic herring (*Clupeacharengus harengus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:288-295.
- 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.



- Stobberup, K. A. 1992. Food composition and consumption of chilean hake (*Merluccius gayi gayi* Guichenot) with special referencial to canibalism. ICES C.M. 1992/G43. Dem. Fish. Comm: 28p
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. N°306.1 Rev.1, 440 pp.
- Sukhatme, P.V. 1962. Teoría de encuestas por muestreo con aplicaciones. Fondo de Cultura Económica, México, 495 pp.
- Trujillo, H. 1972. Distribución y abundancia de los recursos demersales capturados durante pescas exploratorias realizadas a lo largo de la costa chilena, 1964 – 1969. Boletín Científico N°17. Instituto de Fomento Pesquero. 94 p.
- Walters, C.J. y J.S. Collie. 1988. Is research on environmental factors useful to fisheries management. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:1848-1854.
- Westerheim, S. and Foucher, R. 1985. Relative fishing power for the canadian trawlers landing pacific cod (*Gadus macrocephalus*) and important shelf cohabitants from major shore areas of western Canada, 1960 – 81. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1615 – 1626.
- Wootton, J. R. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman Hall. N.Y. 403 p.
- Vestnes, G., Stroem, A., Saetersdal, G. Y L. Villegas. 1965. Informe sobre investigaciones exploratorias en la zona de Talcahuano-Valdivia y Puerto Montt, junio-julio 1965, realizadas con el B/I “Carlos Darwin”. Publ. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile 10. 27 p.



Villegas, L y G. Saetersdal. 1968. Informe preliminar sobre experimentos de marcación de merluza (*Merluccius gayi*) en Chile. Publicación N° 37. Instituto de Fomento Pesquero. 17 p.

Yáñez, E.; L. Pizarro y M. Alberti. 1985. Dinámica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) explotado en la zona central de Chile (30°-40° S) entre 1960 y 1982. En. Estudios de Pesquerías Chilenas. Universidad católica de Valparaíso, Valparaíso, 67-74.

Yashnov, U. A. 1959. A new modal of volume meter for rapid and precise plankton evaluation under field conditions. Zoologicheskü, Zhurnal (Moscow), 38:1741-4.

Zama, A. y E. Cárdenas. 1984. Seasonal change of macroplankton structure in the surface of Aysen fiord and Moraleda chanel, southern Chile. Introduction into Aysen Chile of Pacific Salmon, N°13:27 pp.

FIGURAS

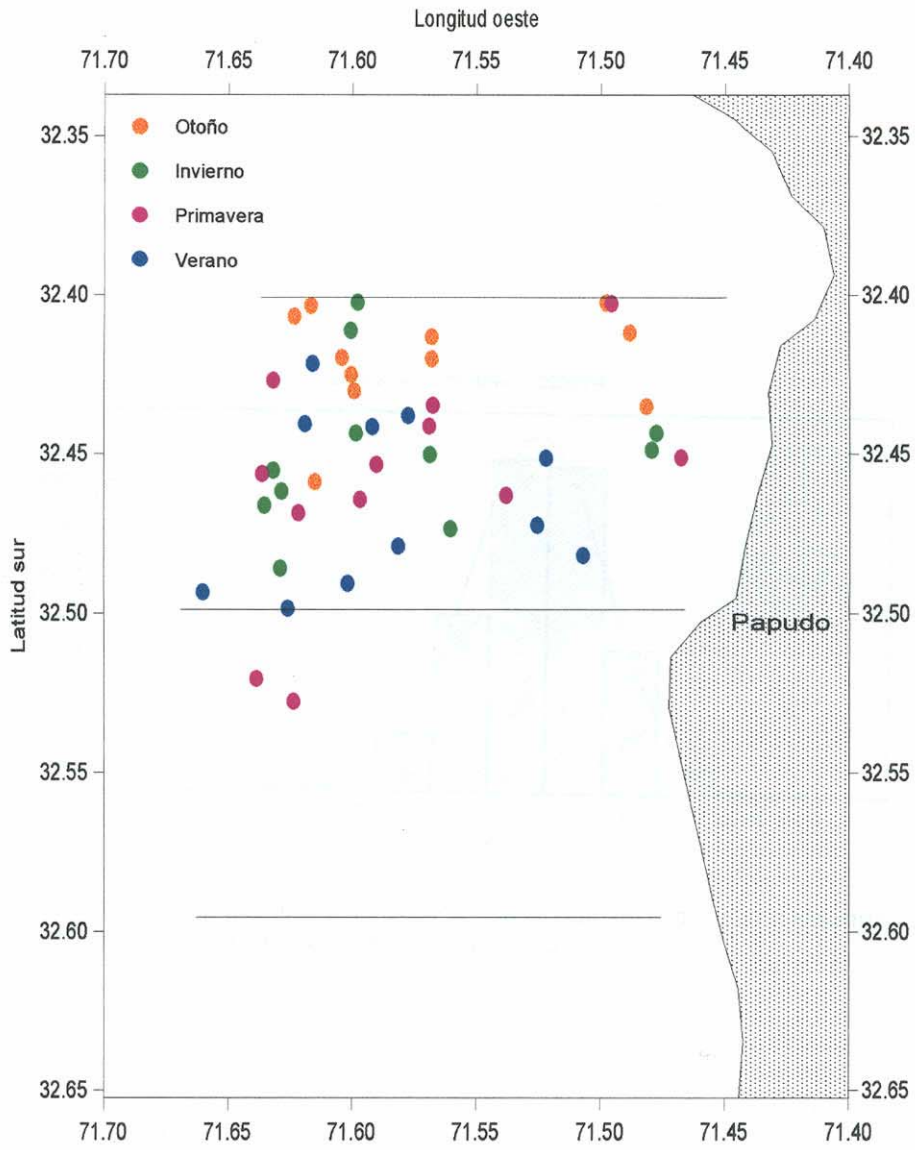


Figura 1. Localización geográfica de los lances de pesca (círculos) y transectas acústicas (líneas)

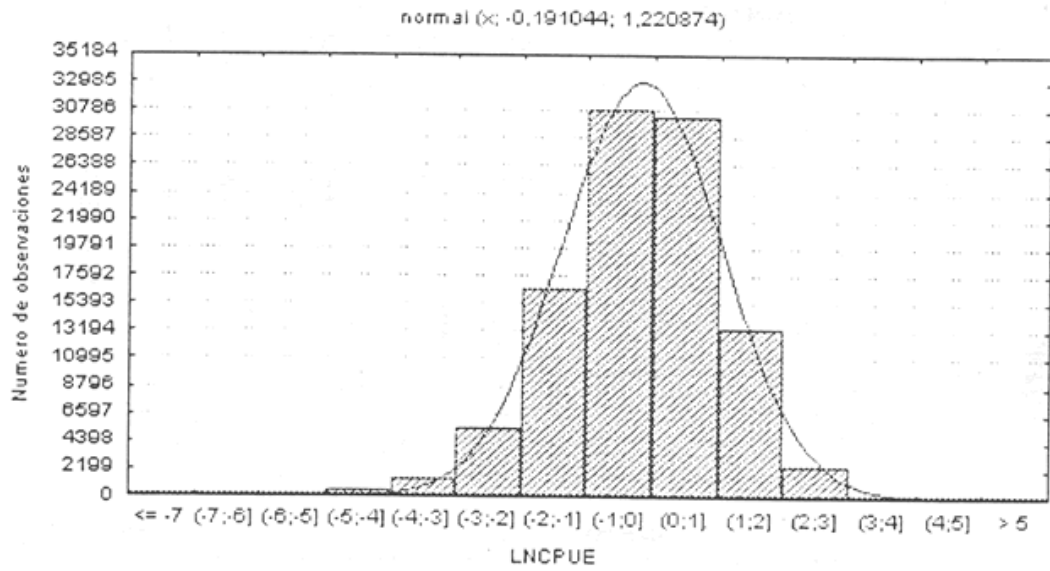


Figura 2 Distribución de frecuencia del LnCPUE observado en la pesquería industrial de merluza común entre los años 1982 - 1993.

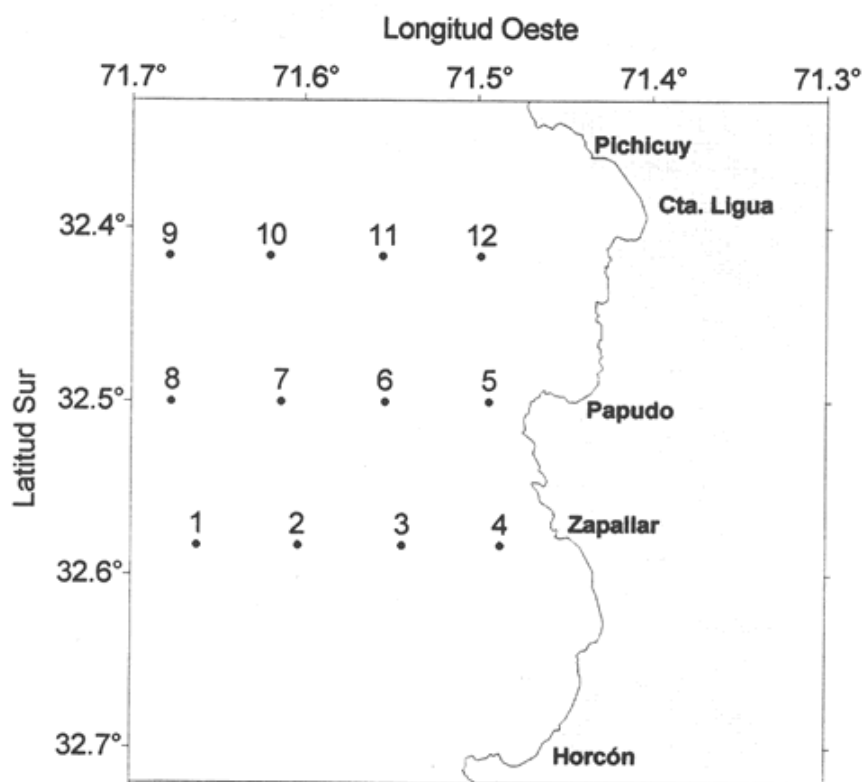


Figura 3 .- Posición geográfica estaciones zooplanctónicas Red WP-2. Crucero 417(4)98AM.

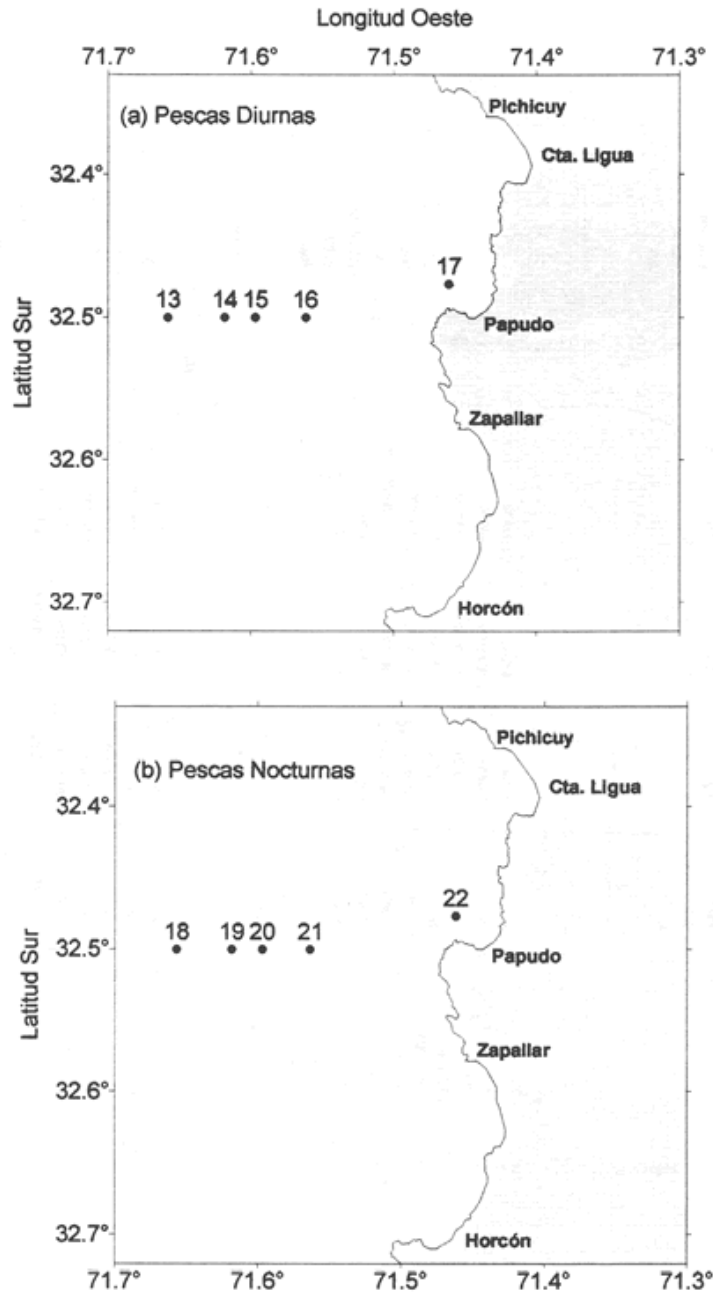


Figura 4 .- Posición geográfica estaciones zooplanctónicas Red Bongo (a) Pescas Diurnas y (b) Pescas Nocturnas. Crucero 417(4)98AM.

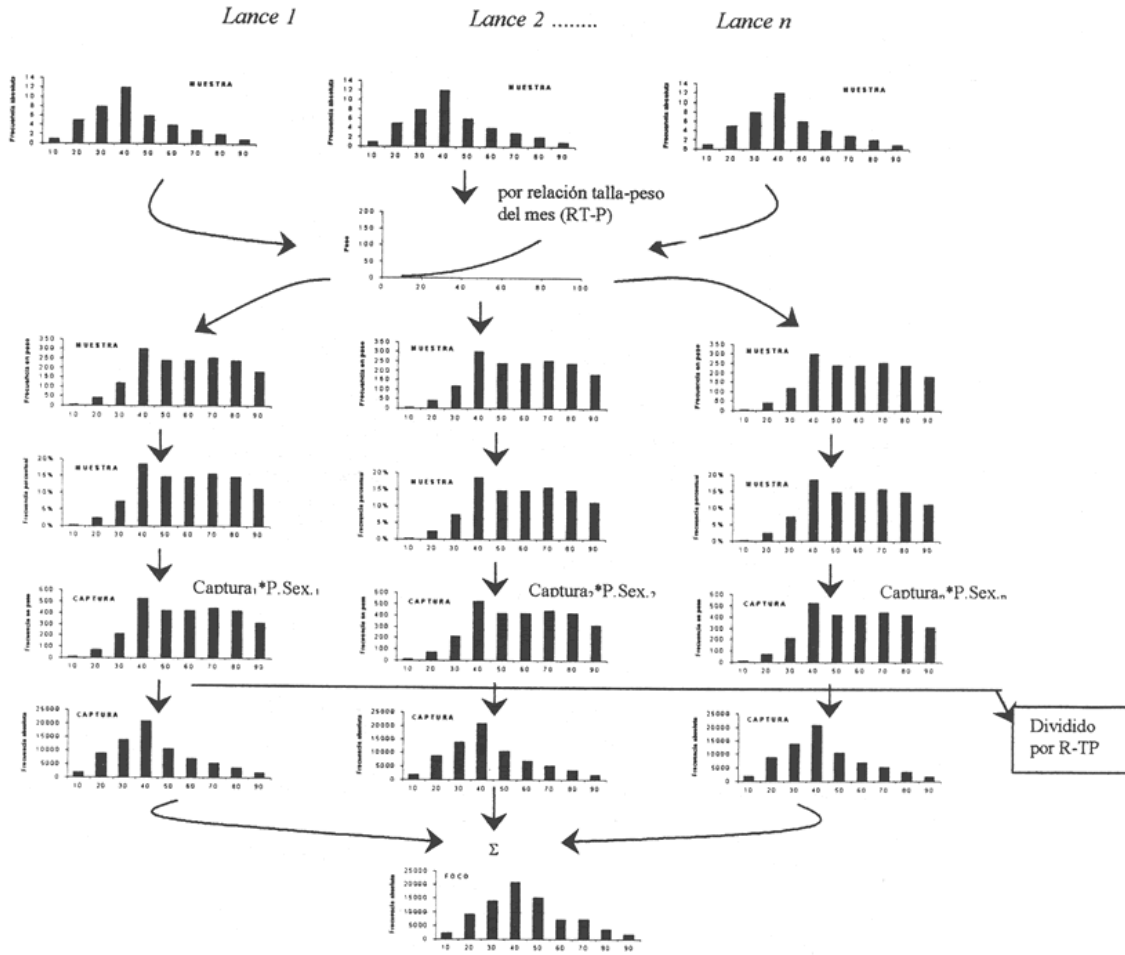


Figura 5. Esquema de construcción de la distribución de frecuencias de tallas de un mes determinado.

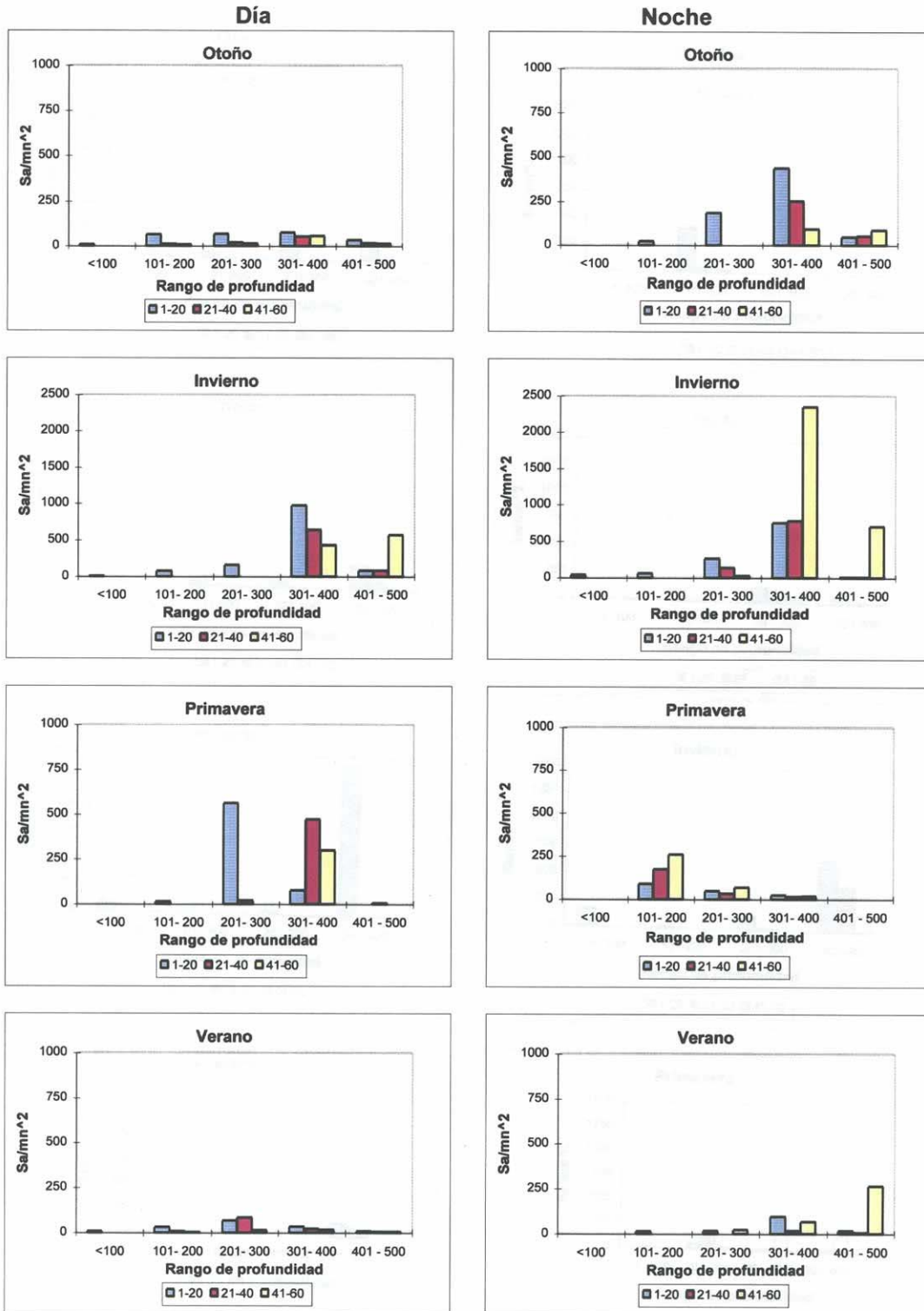


Figura 6. Distribución de las densidades de merluza común (Sa/mn^2), estimadas durante las transectas acústicas por rango y nivel de profundidad.

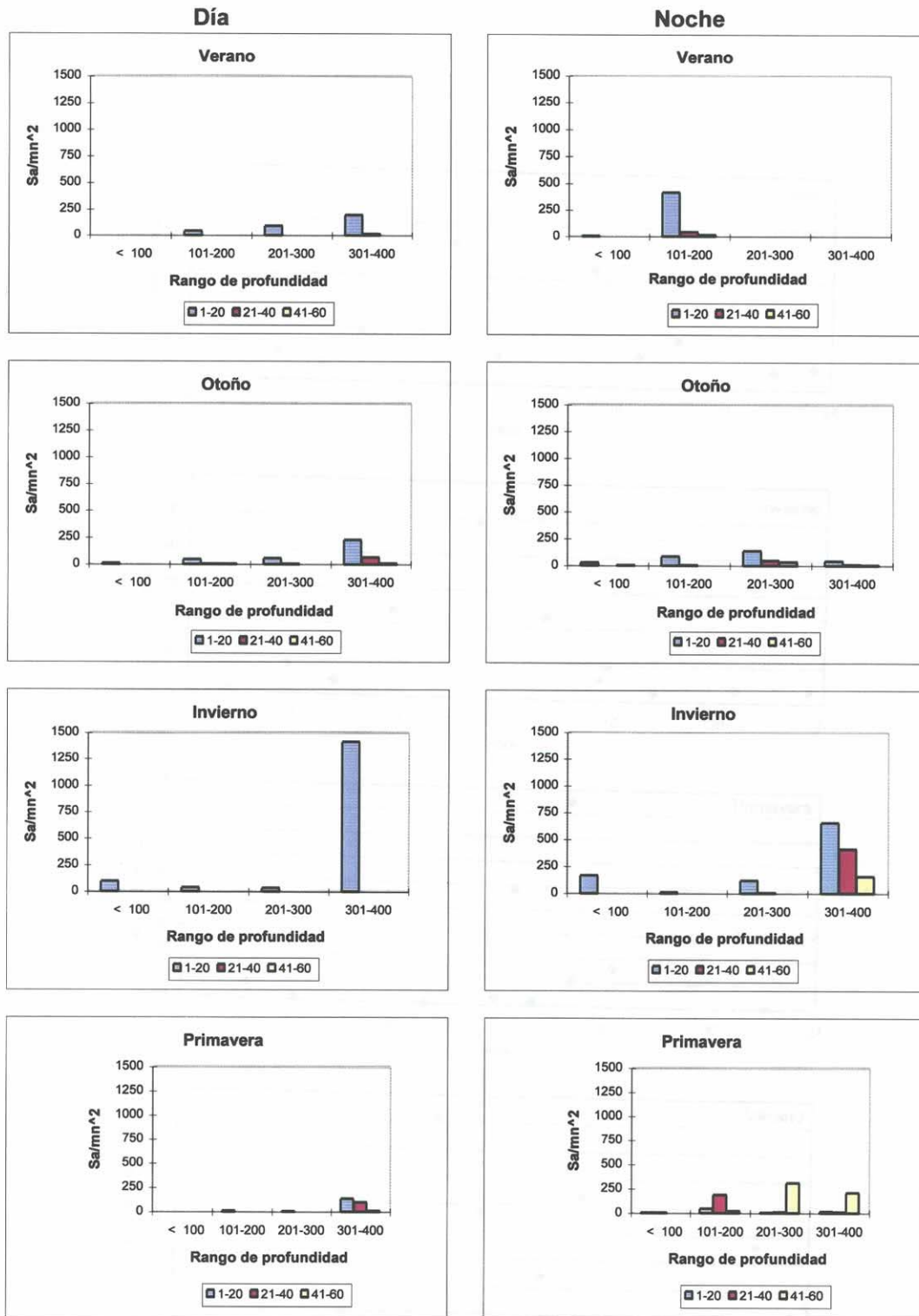


Figura 7. Densidad (Sa) de merluza común estimados durante los lances de pesca

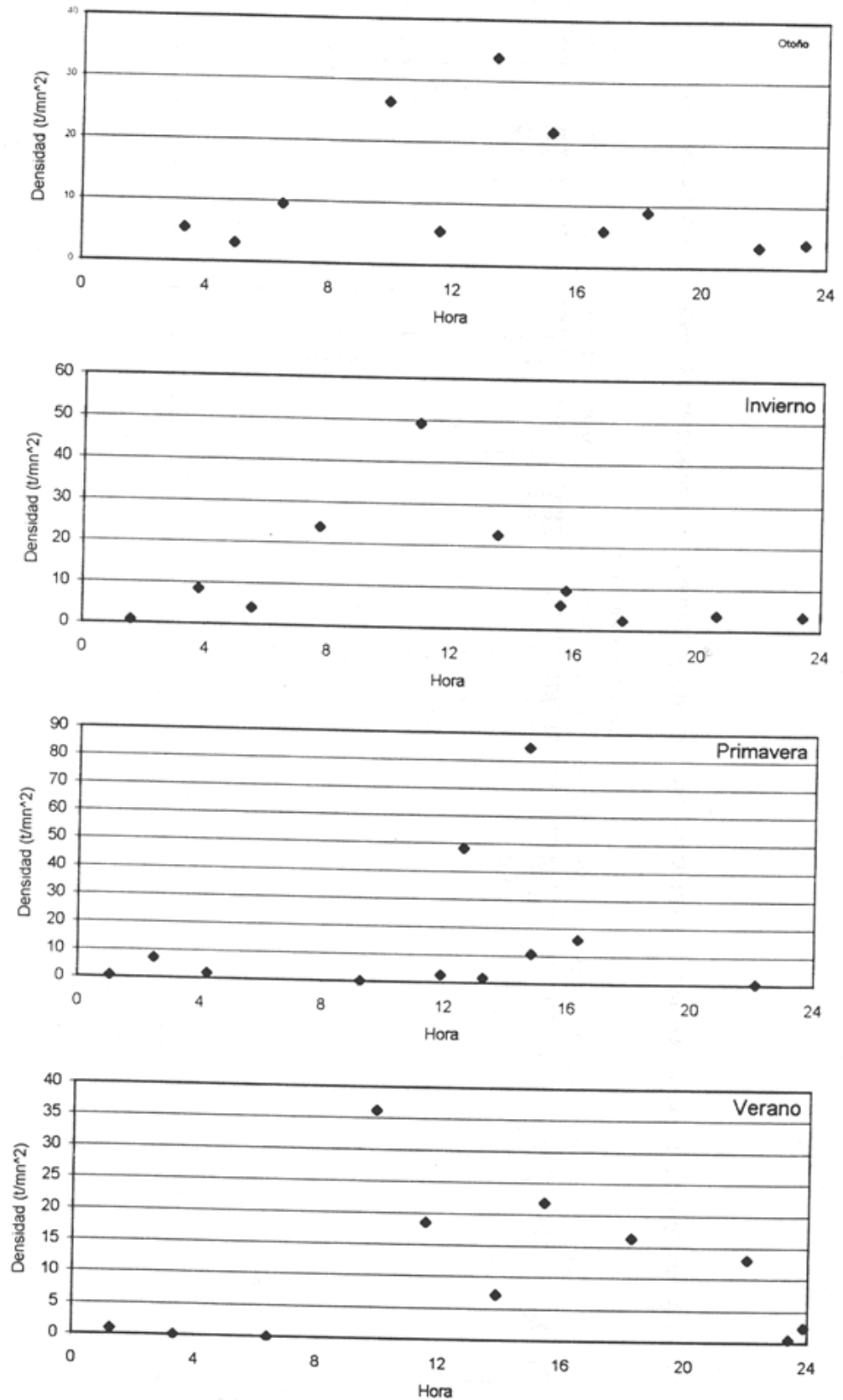


Figura 8 Distribución horaria de las densidades de merluza comun estimadas de los lances de pesca.

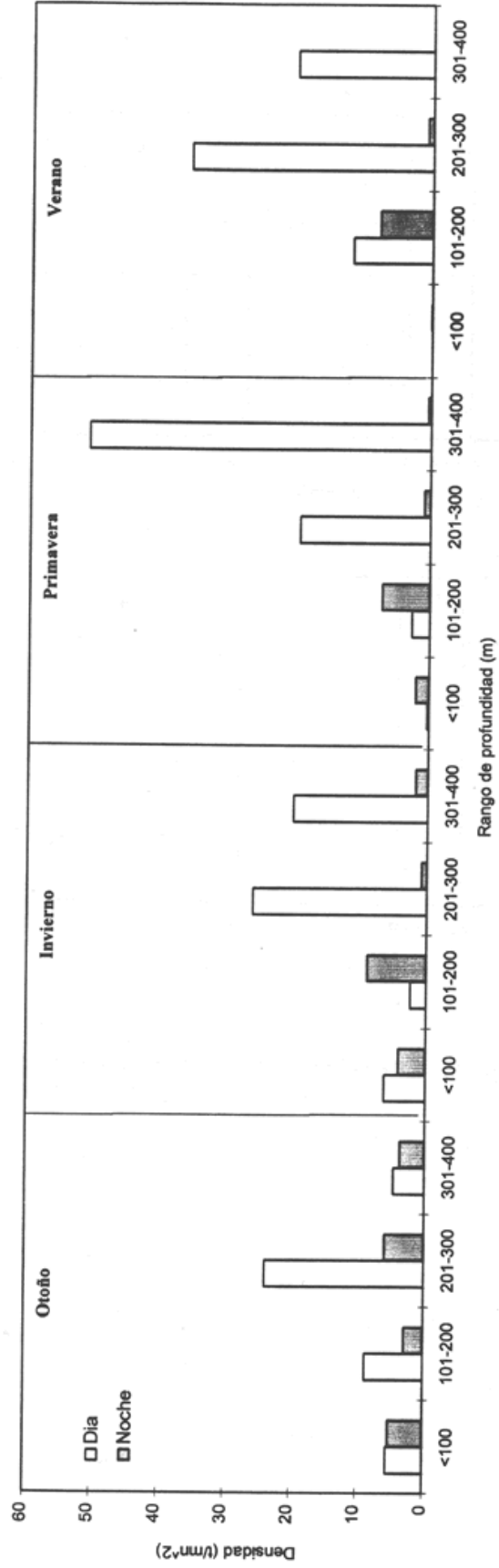


Figura 9. Distribución de las densidades de merluza común por crucero y rango de profundidad, estimadas de los lances de pesca.

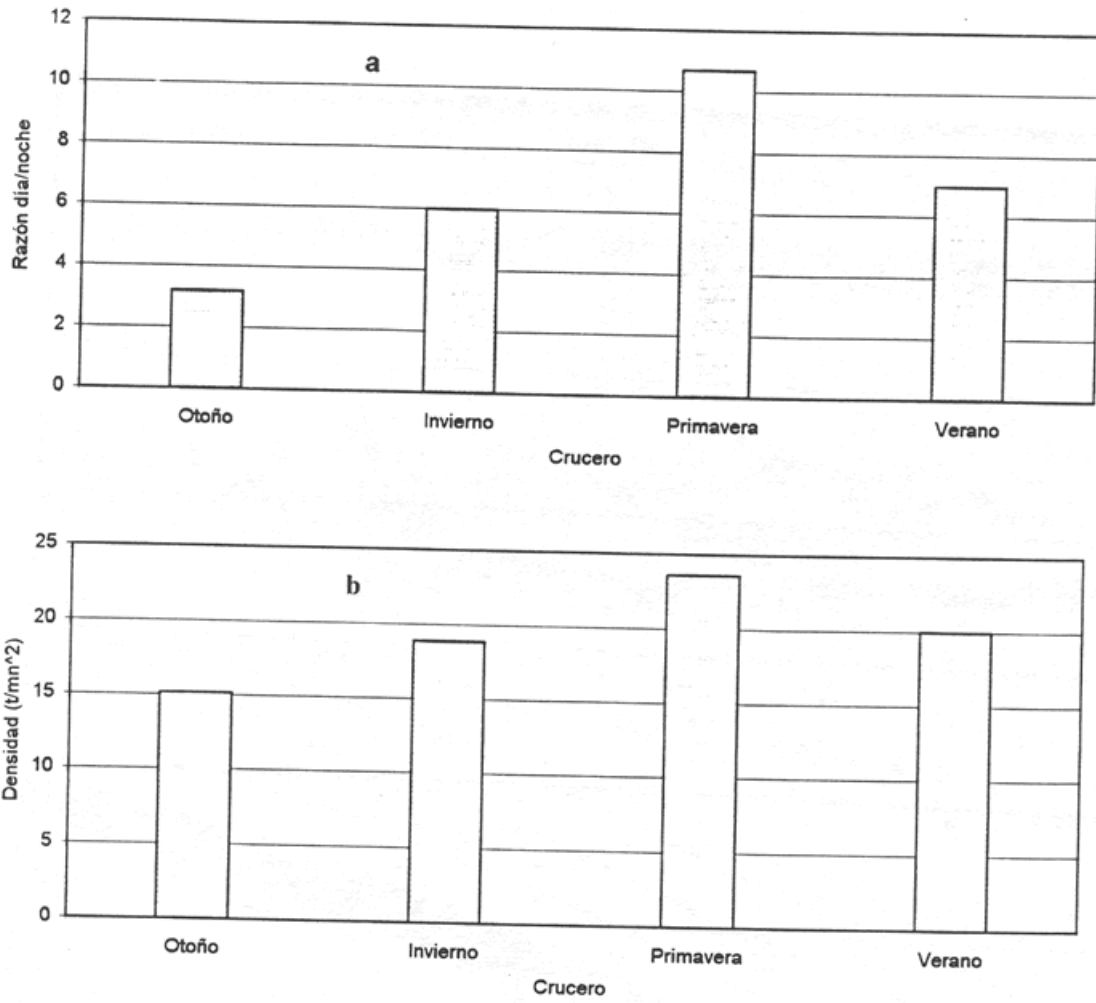


Figura 10 Estimaciones de a) Razón de densidad día/noche y b) Densidad promedio, obtenidos de los lances de pesca diurnos

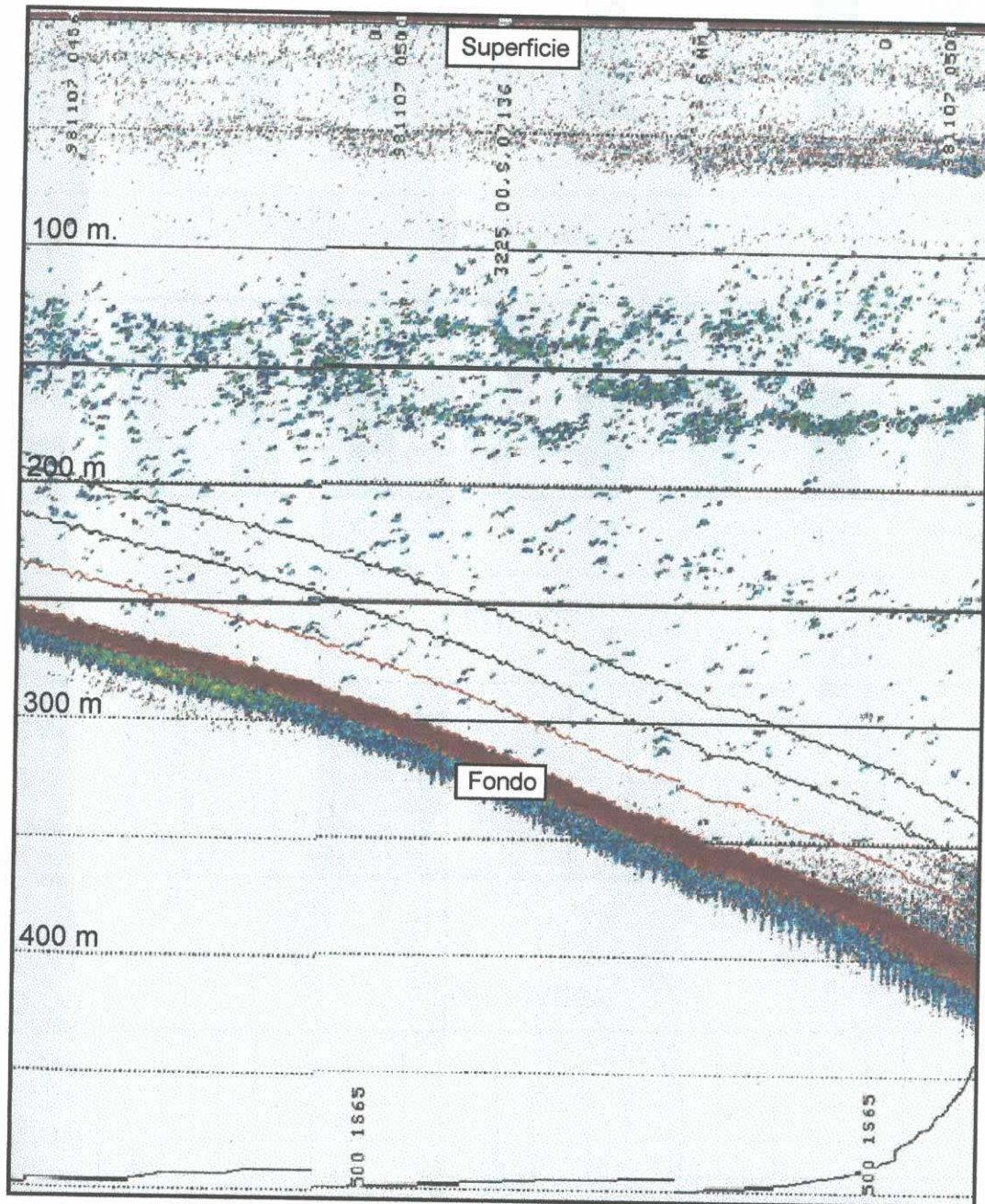


Figura 11. Distribución de la merluza común en el borde de la plataforma Continental.

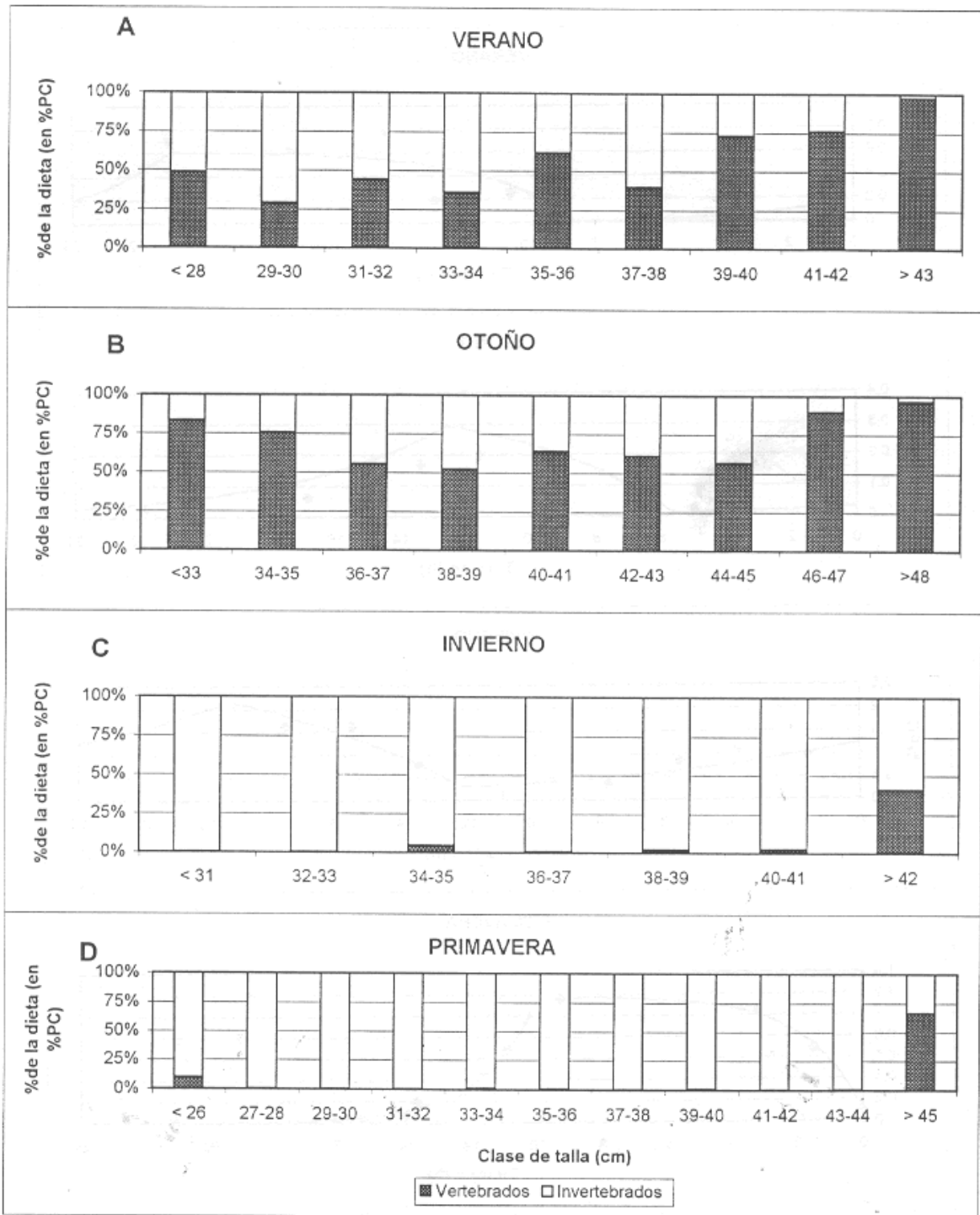


Figura 12 Composición de la dieta por clase de talla del pez, para cada estación del año.

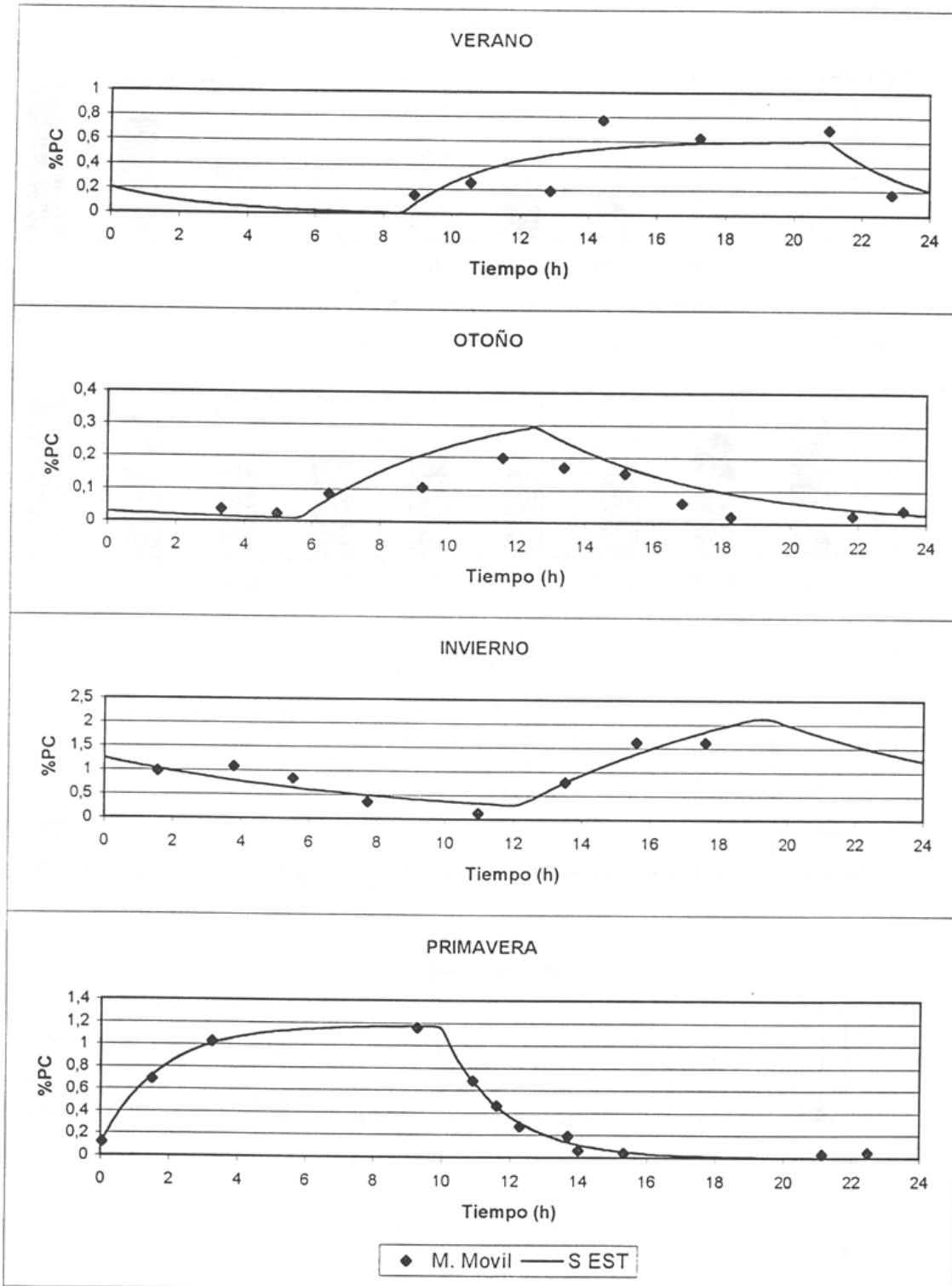


Figura 13 Ajuste del modelo de Sainsbury (1986) al ciclo diario de alimentación de la merluza común sobre presa invertebradas, con media móvil e incluyendo estómagos vacíos.

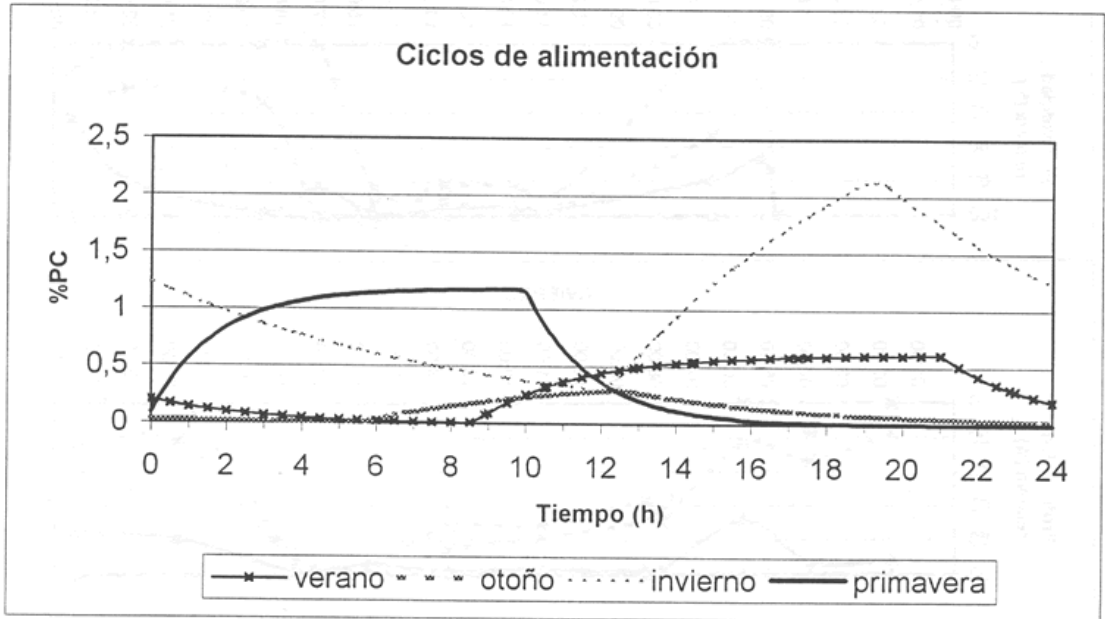


Figura 14 Ajuste del modelo de Sainsbury (1986) al ciclo de alimentación sobre presas invertebradas, para cada estación del año.

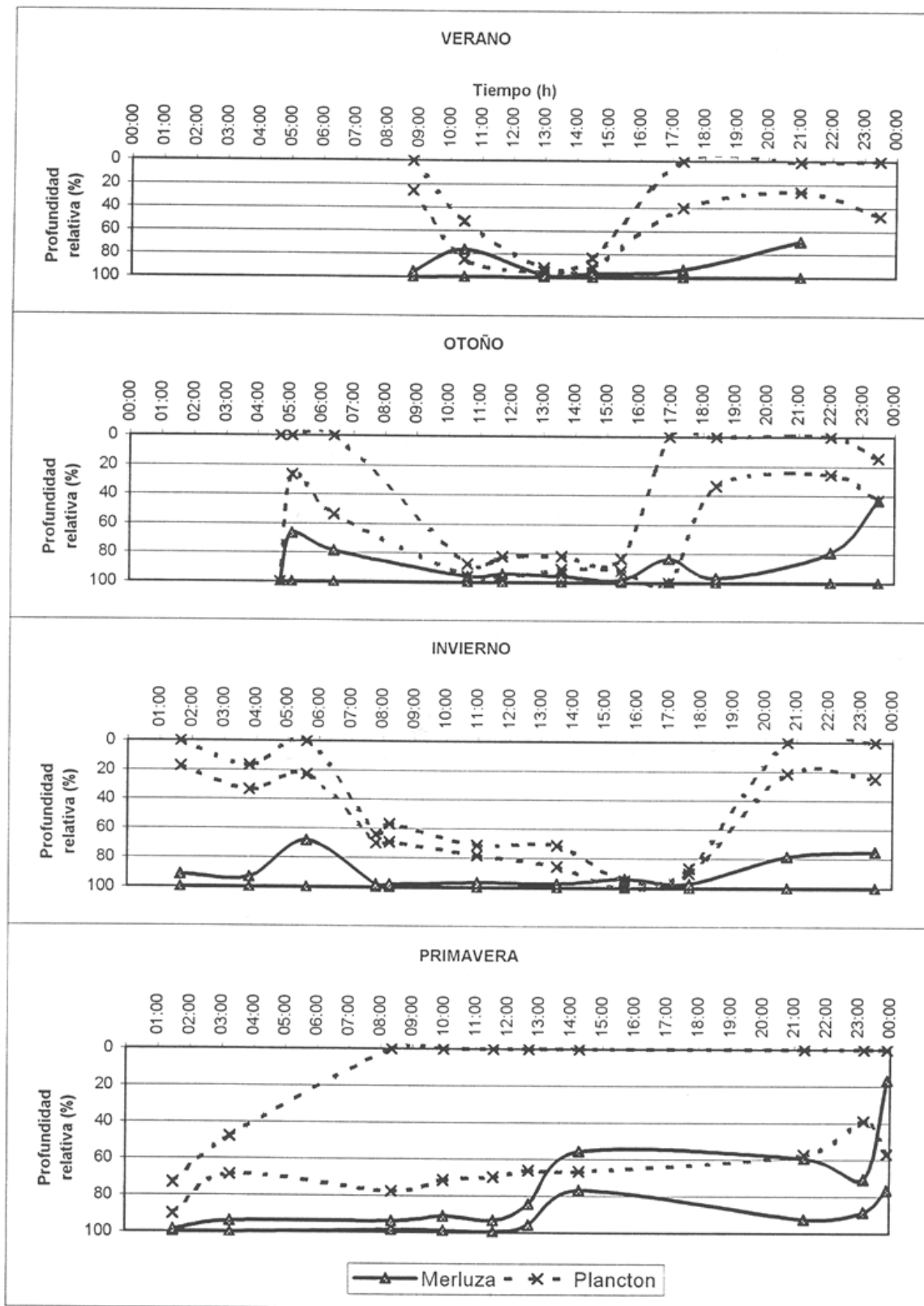


Figura 15 Patrones de distribución vertical de plancton y merluza común, a través de un ciclo diario. Papudo, 1998.

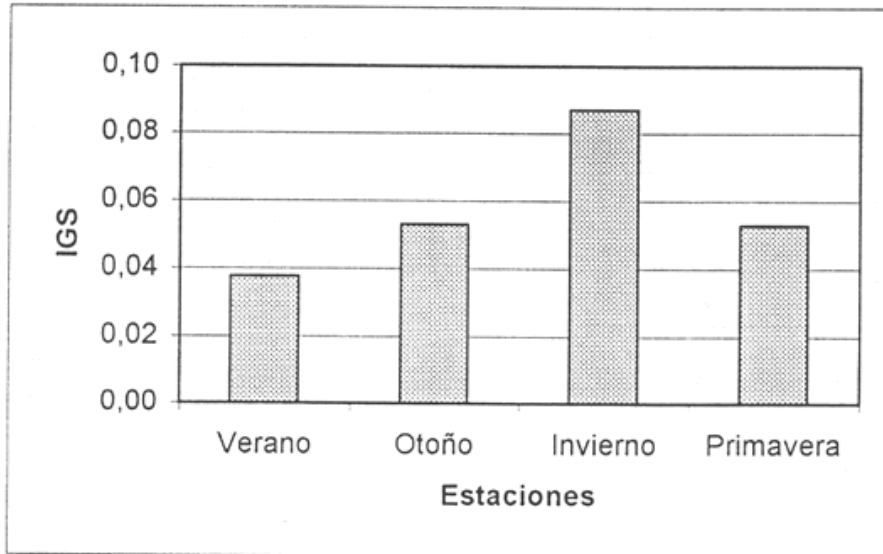


Figura 16. Índice gonadosomático de merluza común. Cruceros estacionales 1998.

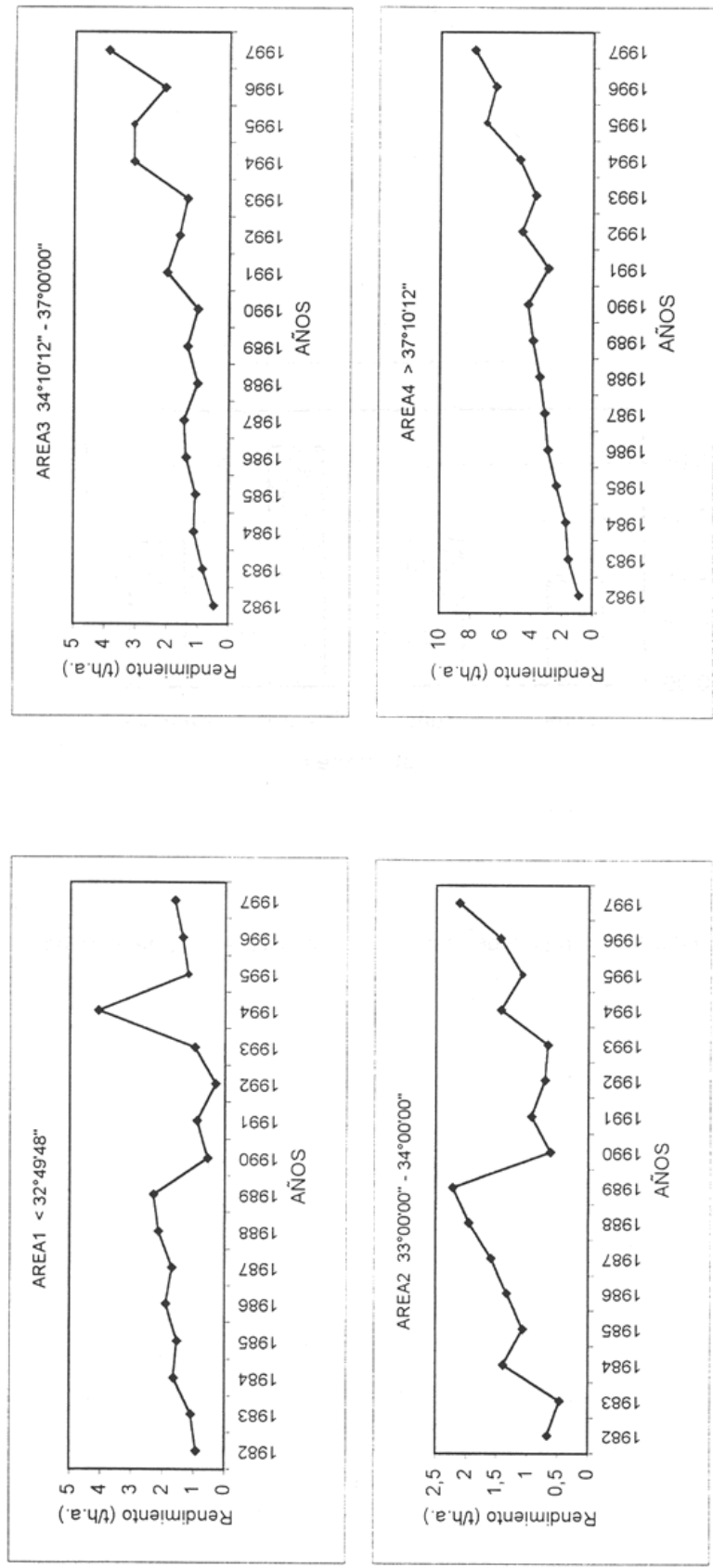


Figura 17 Distribución interanual de la captura por unidad de esfuerzo no estandarizada, en la 4 áreas utilizadas por Payá et al (1996) para estandarizar el esfuerzo desplegado en la pesquería de merluza común en el período 1982 - 1993.

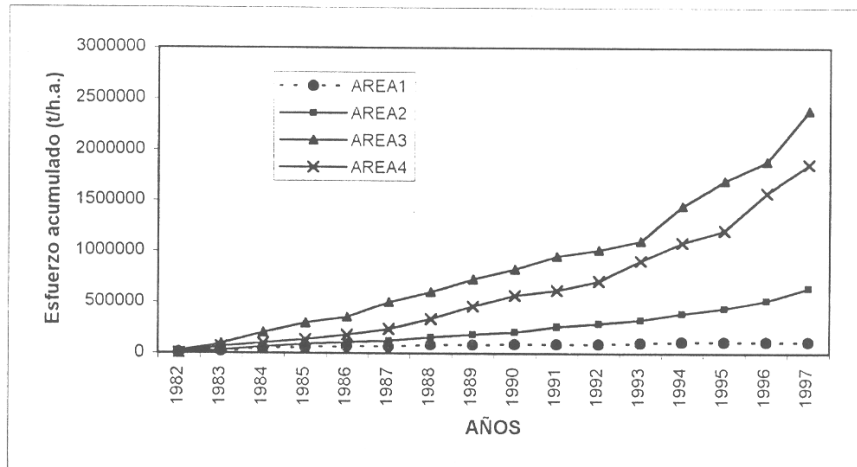
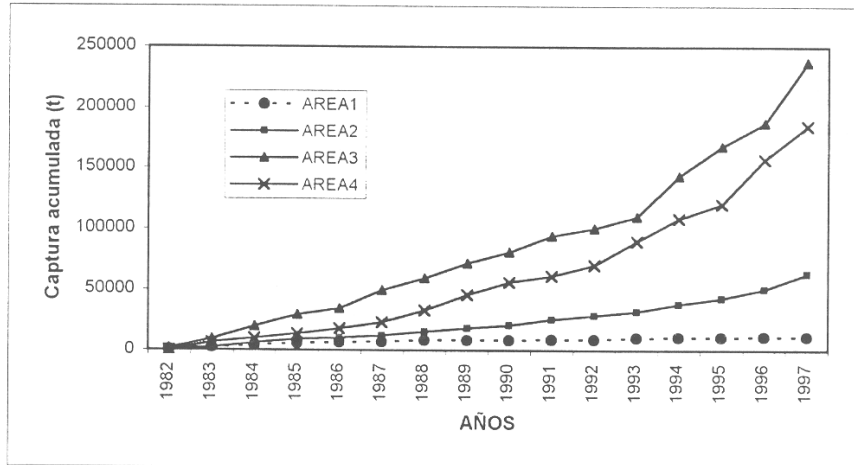
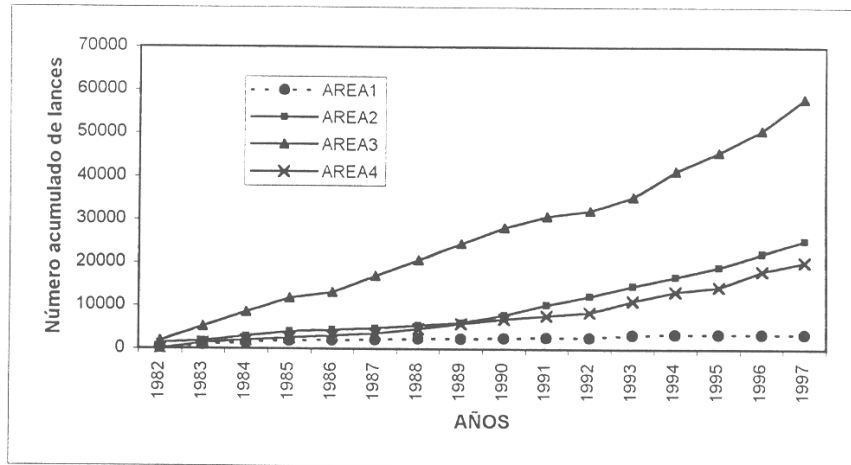


Figura 18 Número de lances acumulados, captura acumulada y esfuerzo acumulado en cuatro áreas latitudinales definidas por Payá *et al* (1996) para la pesquería de merluza común.

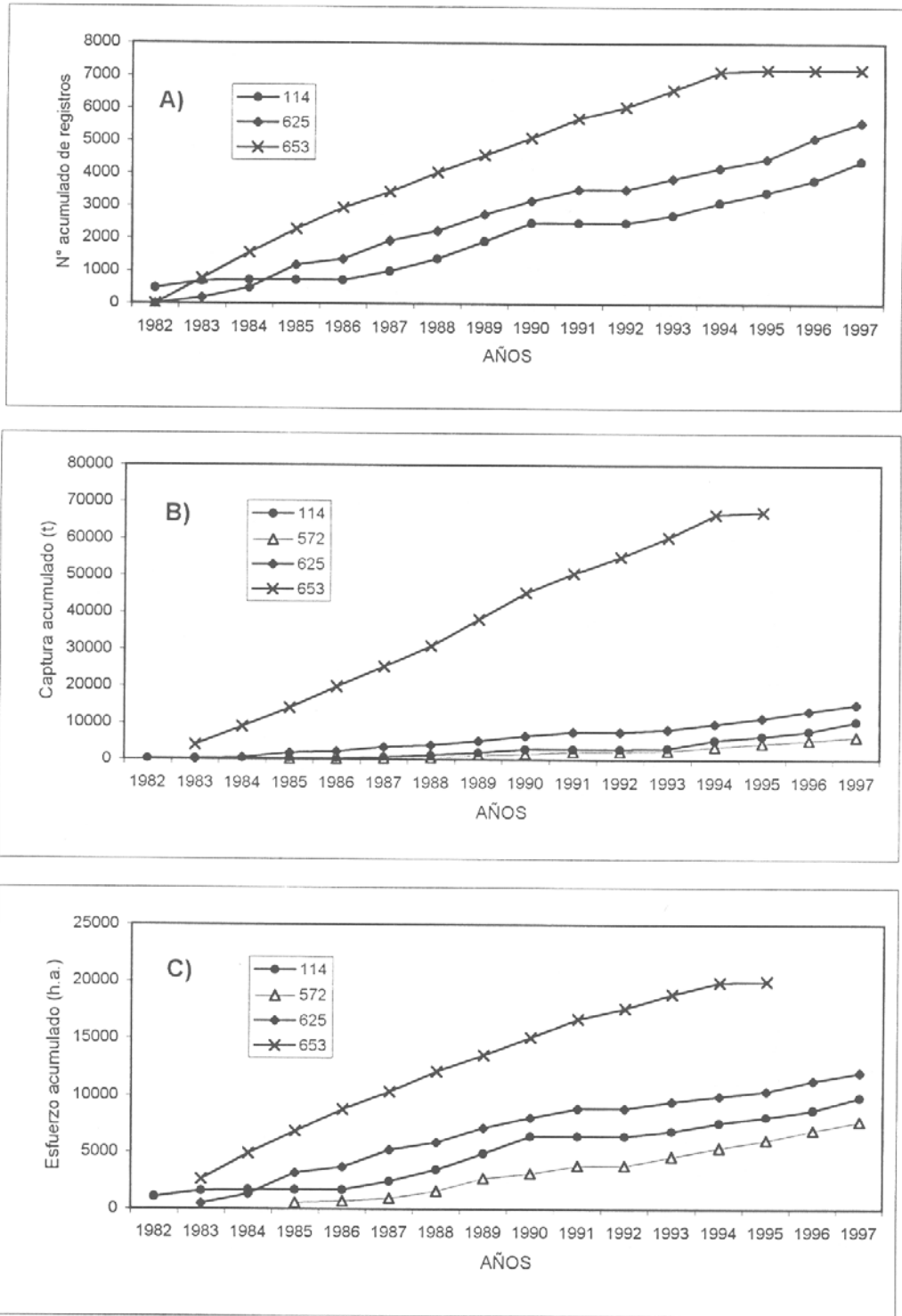


Figura 19 Número de registros acumulados A); captura acumulada B); Esfuerzo acumulado C), de cuatro embarcaciones de la flota industrial de la pesquería de merluza común. Los números corresponden a códigos de identificación del IFOP.

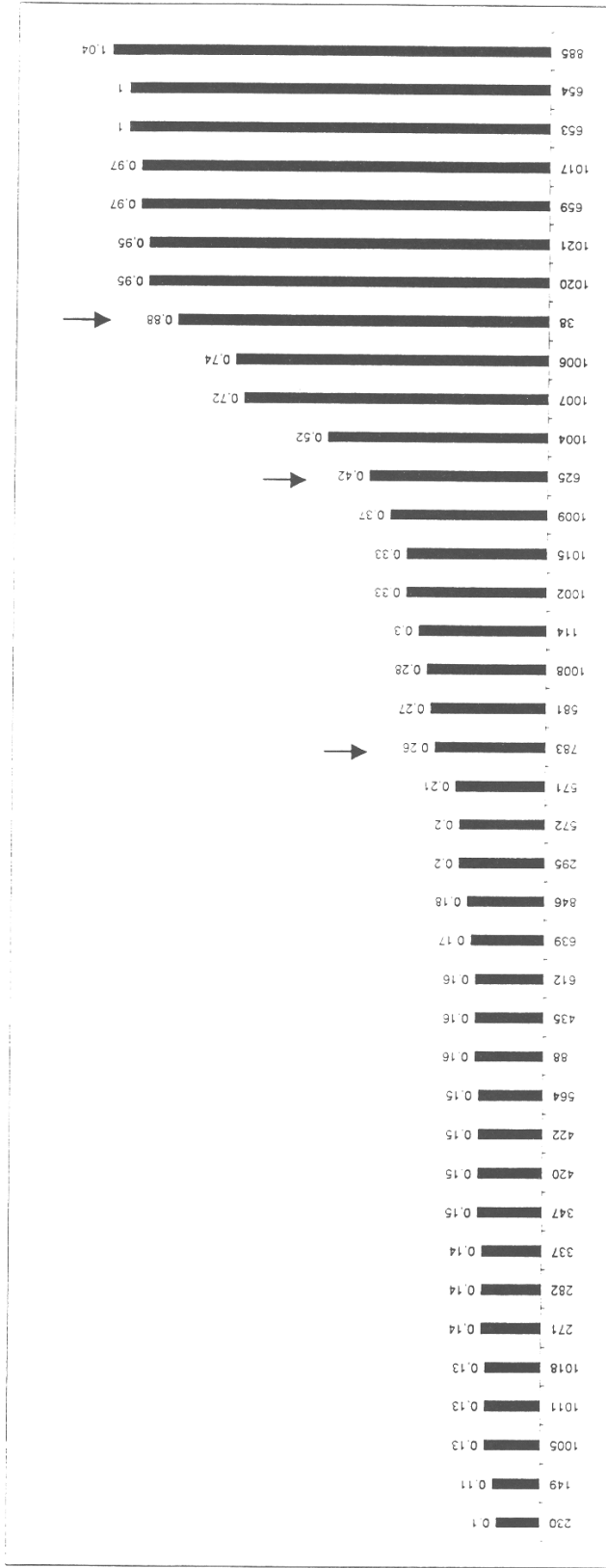


Figura 20 Poderes de pesca estimados por Payá *et al.*, 1997 para la flota industrial de merluza común. Las flechas representan los límites cuyas equivalencias en caballos de fuerza, establecen las categorías de embarcación.

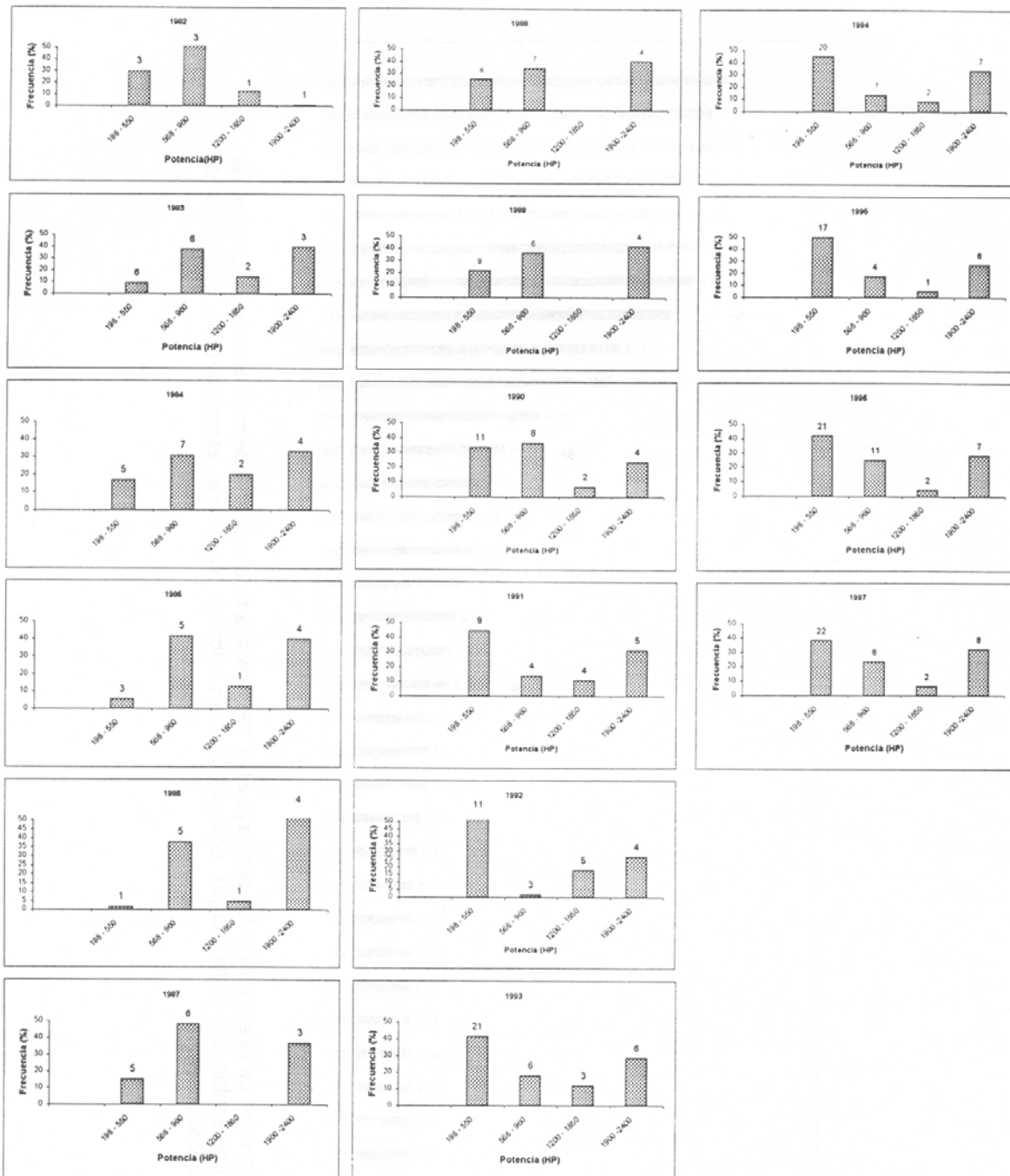


Figura 21 Frecuencia porcentual de lances por año y clase de potencia en caballos de fuerza (HP) de la flota arrastrera de merluza común para el período marzo de 1982 a diciembre de 1997. Los números sobre las barras indican el número de embarcaciones por clase de potencia.

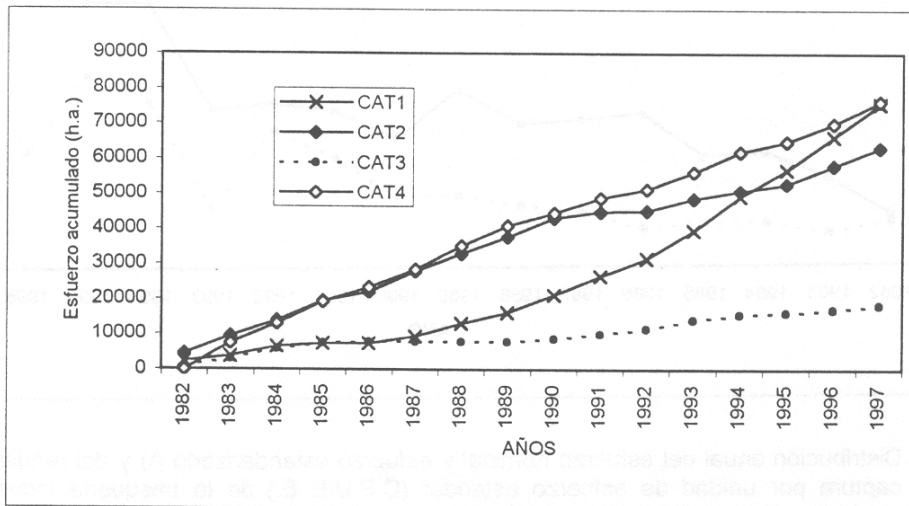
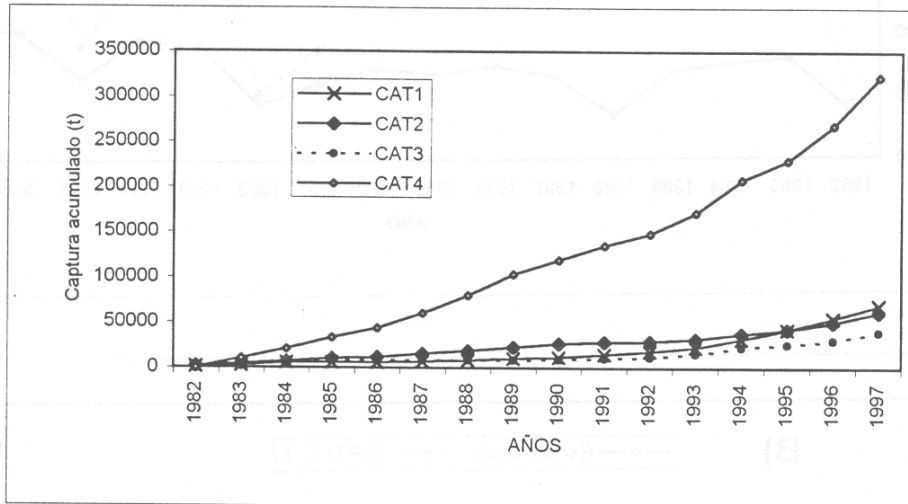
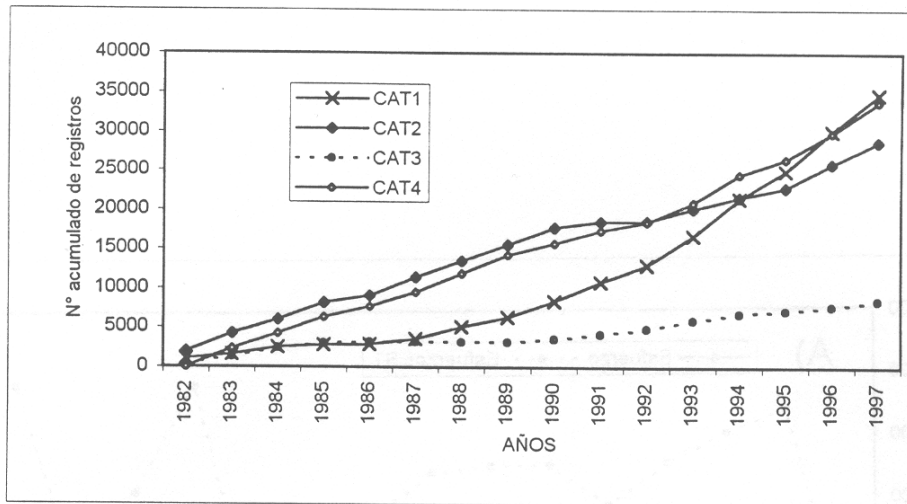


Figura 22 Número de registros acumulados A); captura acumulada B); esfuerzo acumulado, de cuatro categorías de potencia de motor de embarcaciones industriales que operan en la pesquería de merluza común

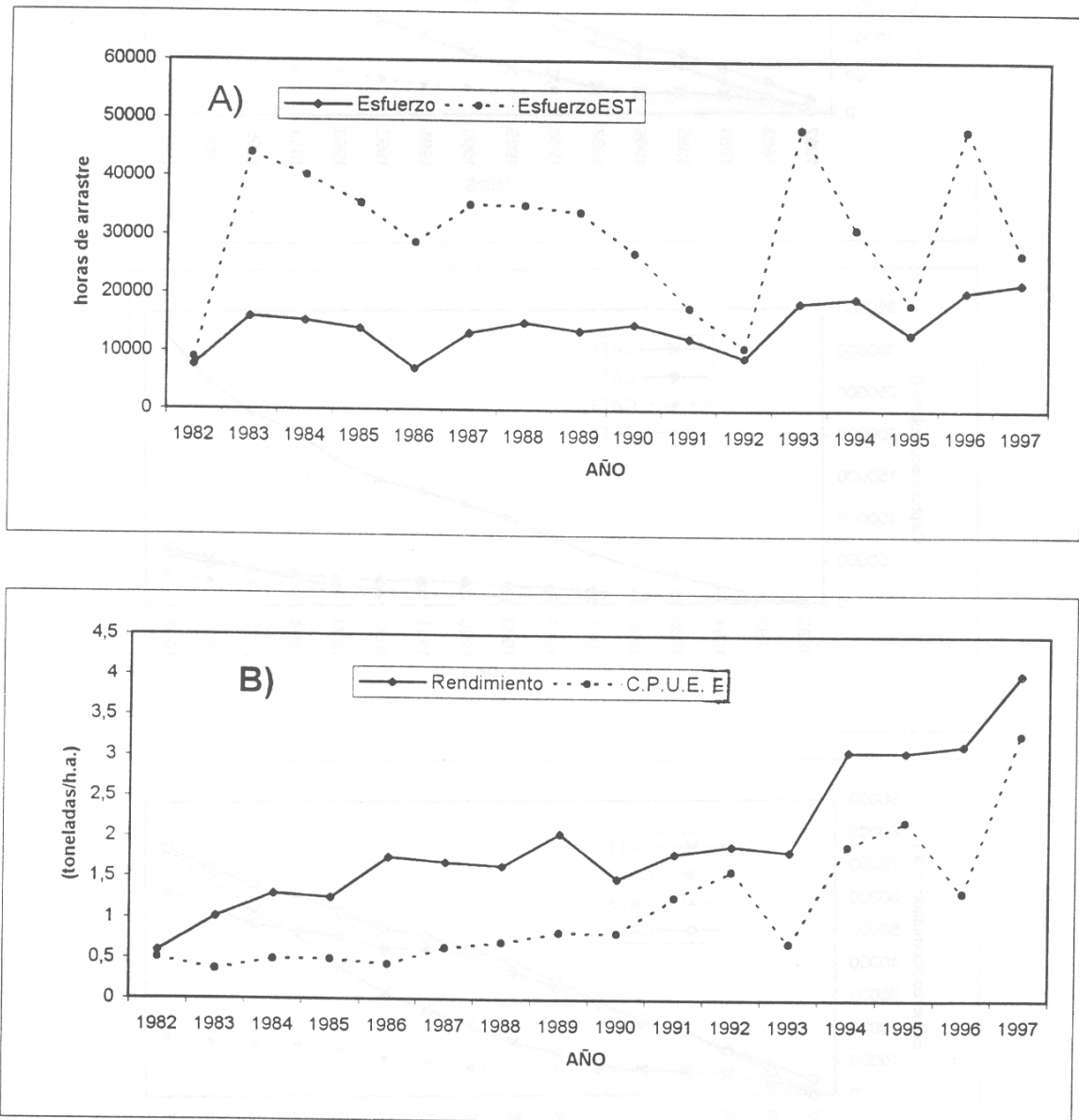


Figura 23 Distribución anual del esfuerzo nominal y esfuerzo estandarizado A) y del rendimiento y captura por unidad de esfuerzo estandar (C.P.U.E..E.) de la pesquería industrial de merluza común periodo 1982 – 1997

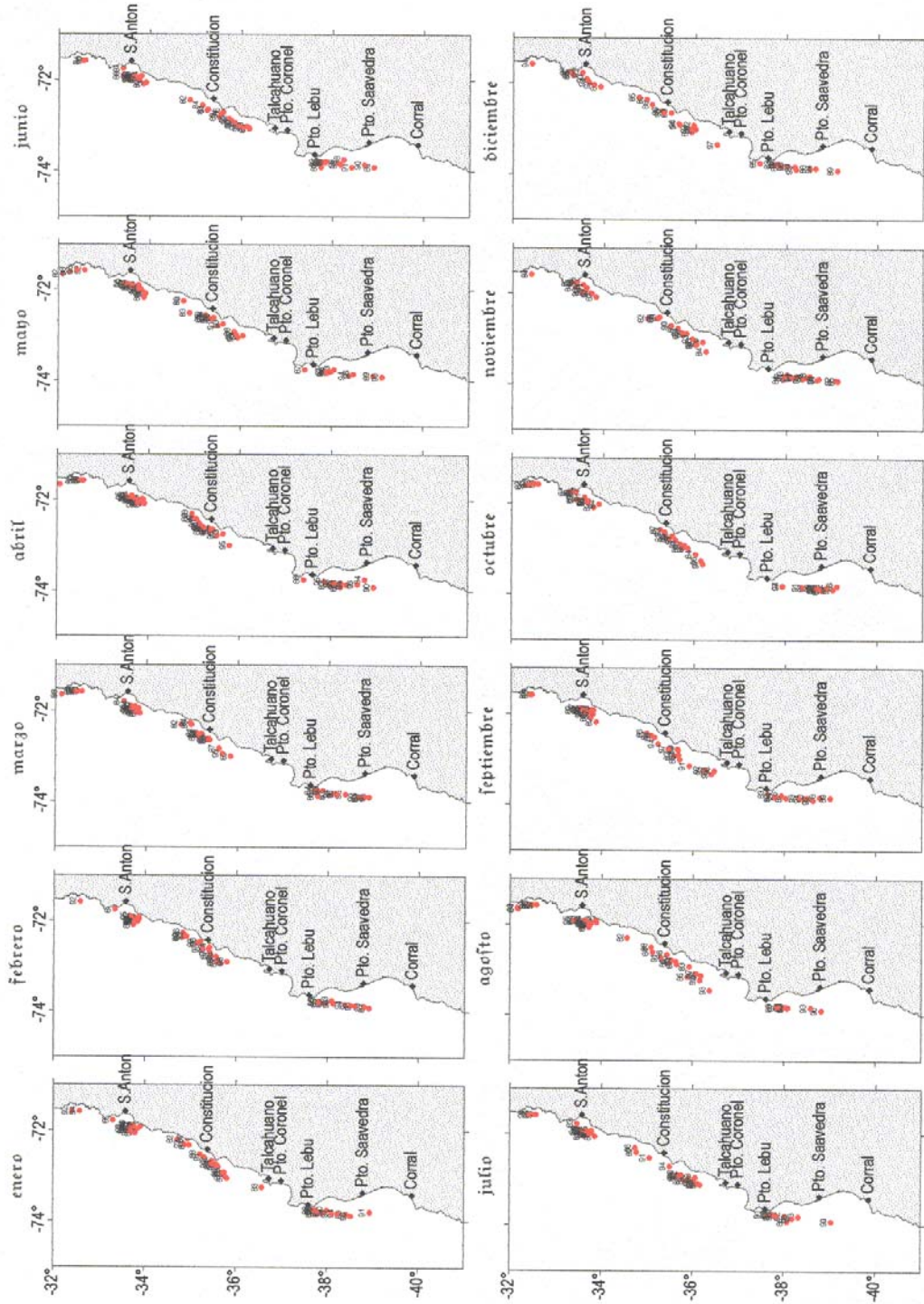


Figura 24. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, por zona, periodo 1982 - 1997.

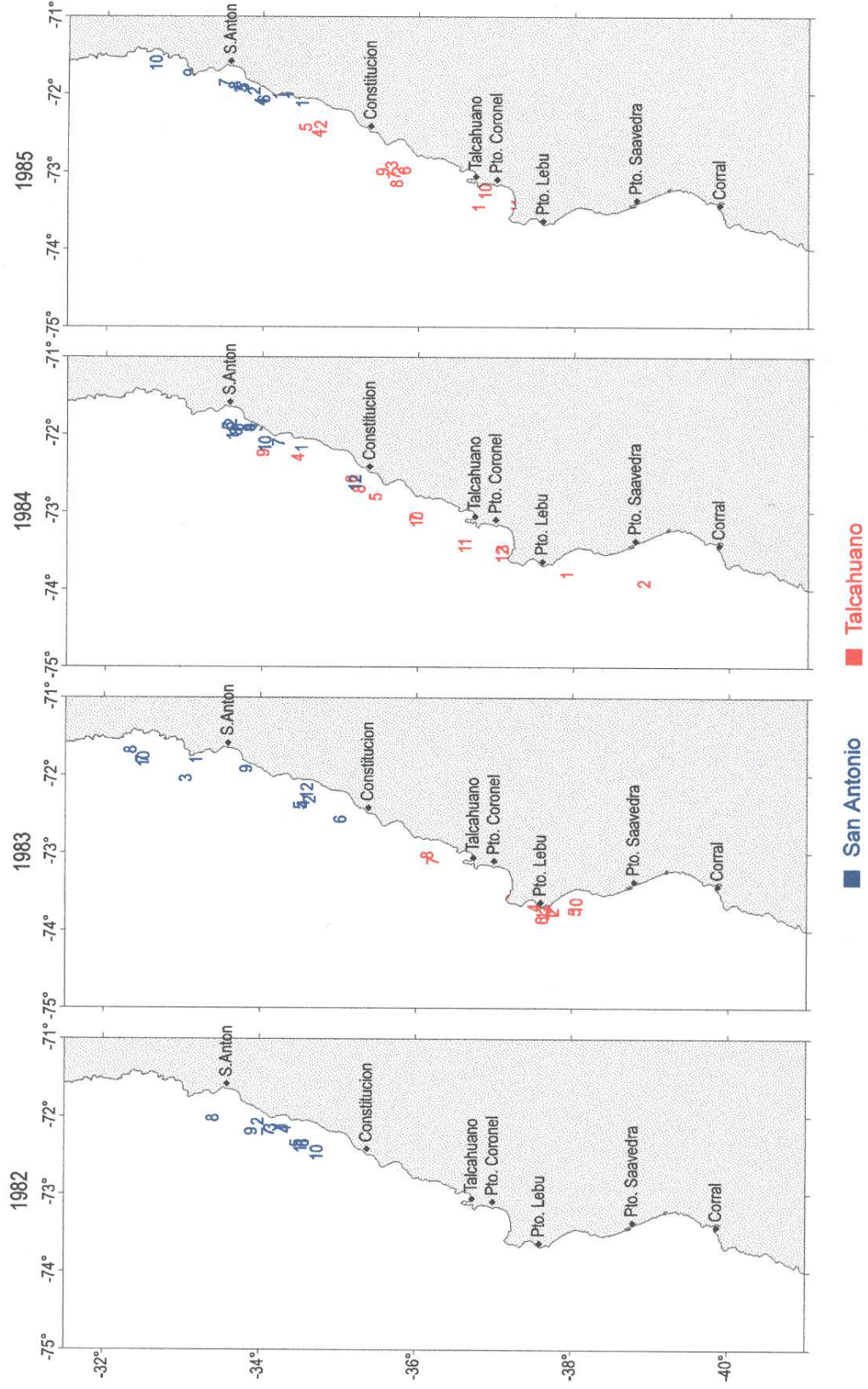


Figura 25. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1982 - 1985.

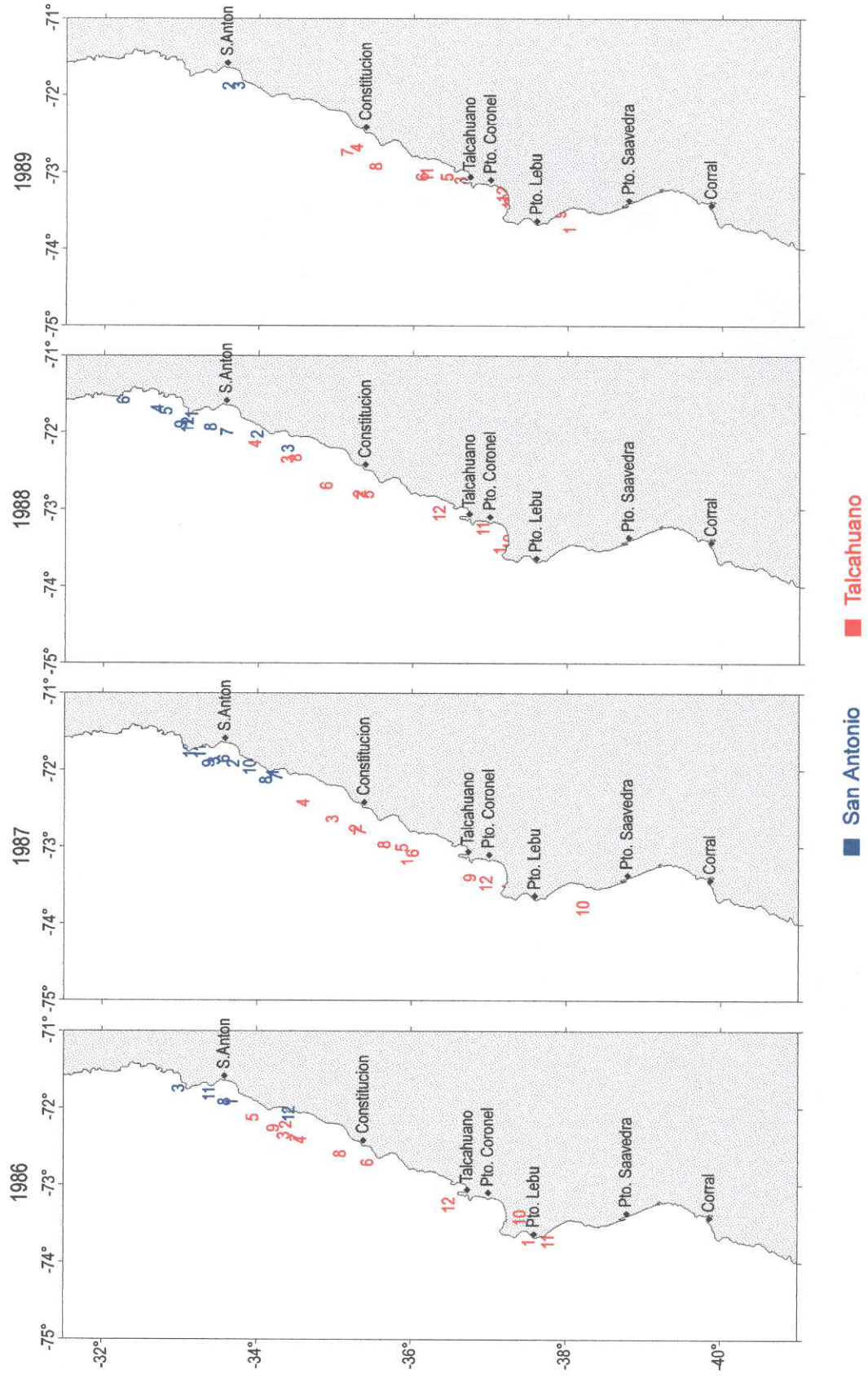


Figura 26. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1986 - 1989.

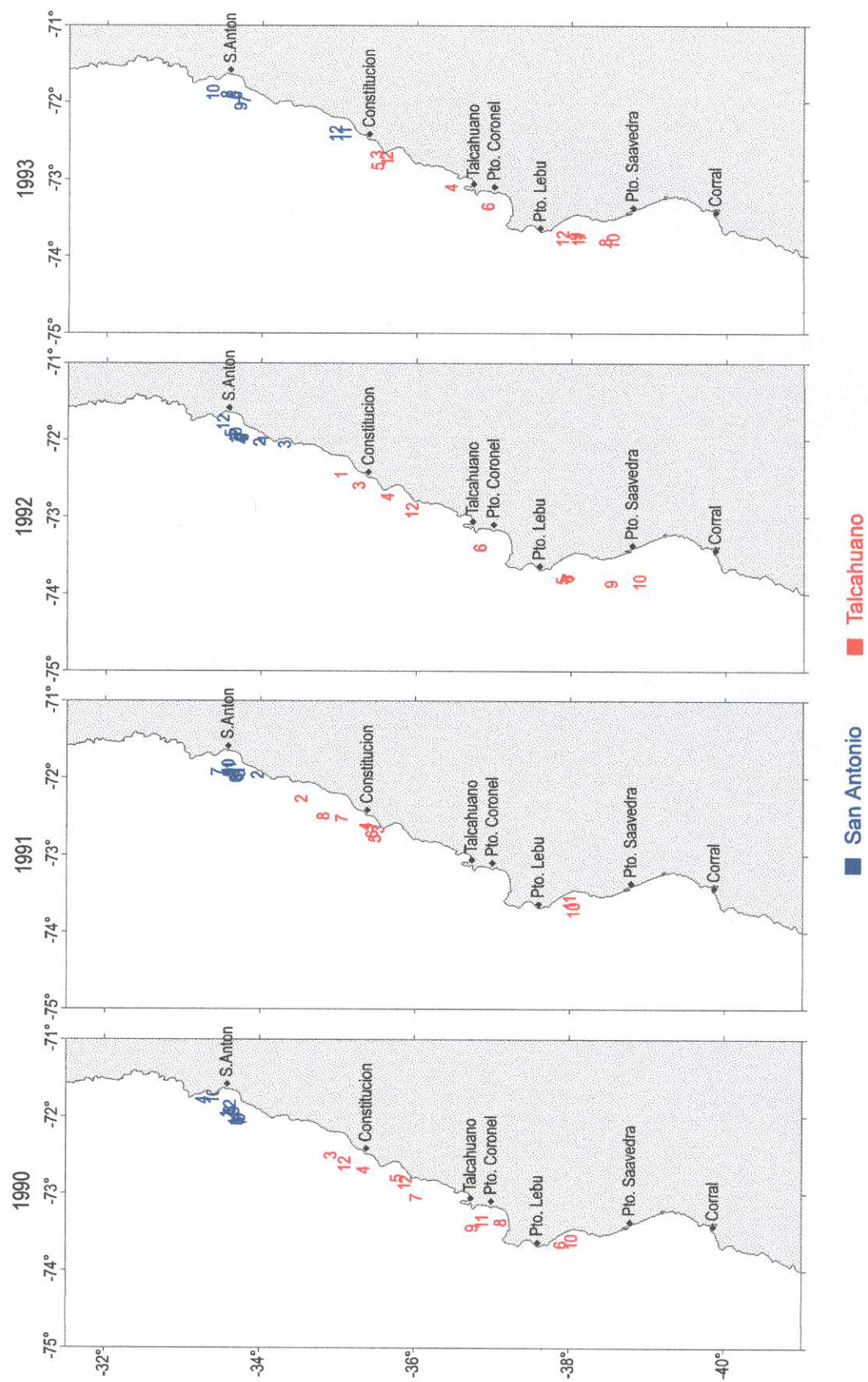


Figura 27. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1990 - 1993.

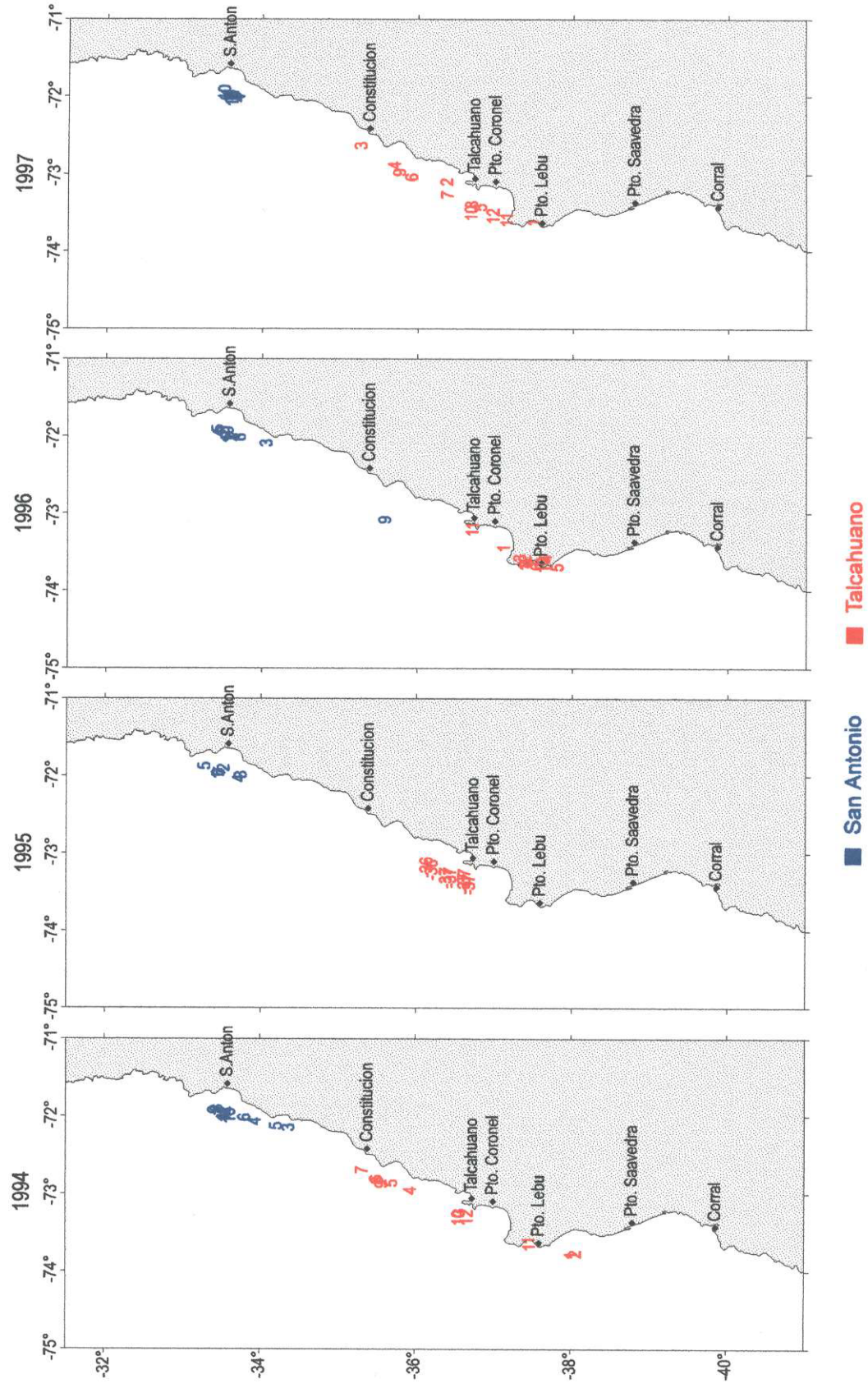


Figura 28. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, de los puertos de San Antonio y Talcahuano, 1994 - 1997.

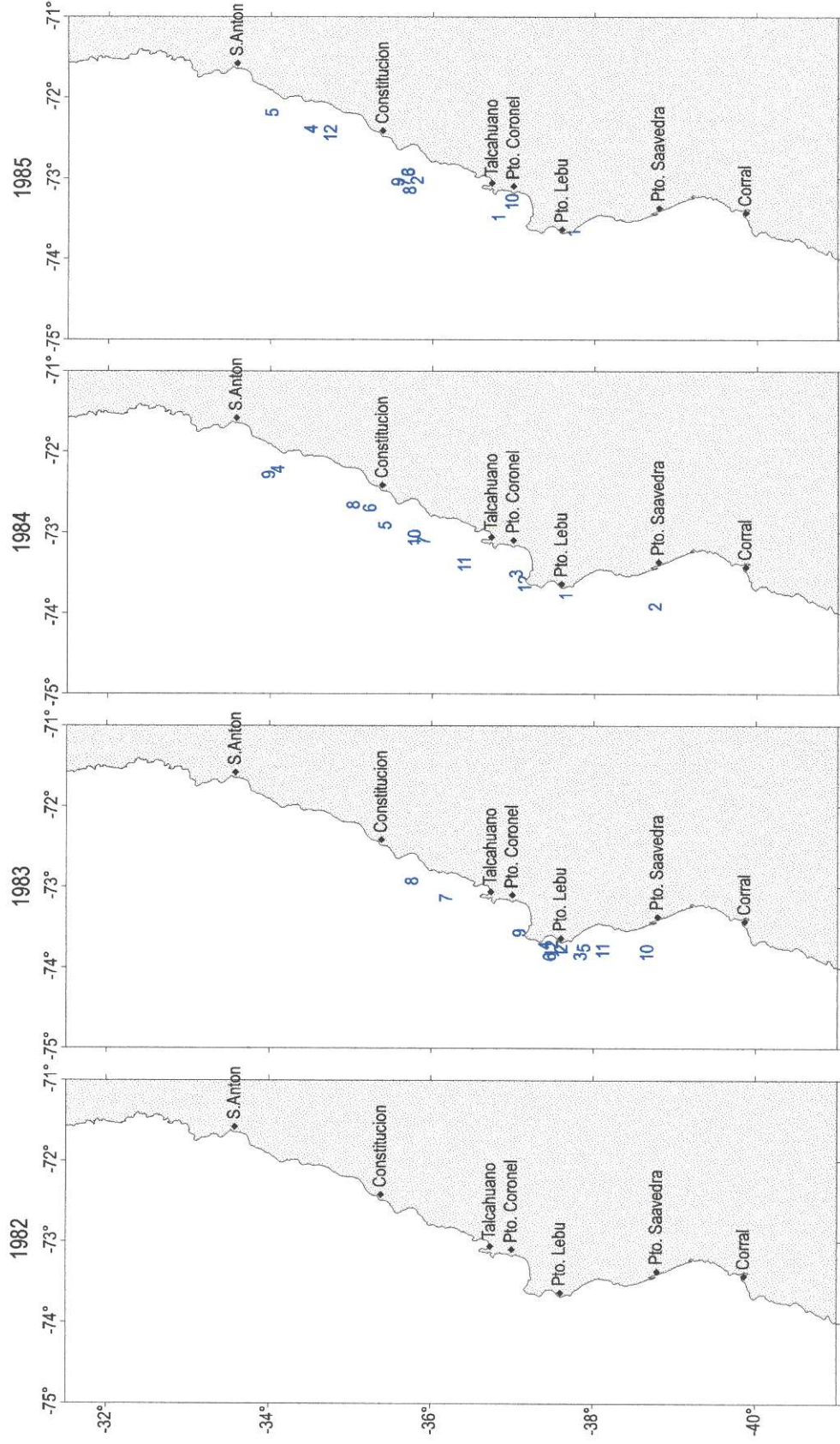


Figura 29. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1982 - 1985.

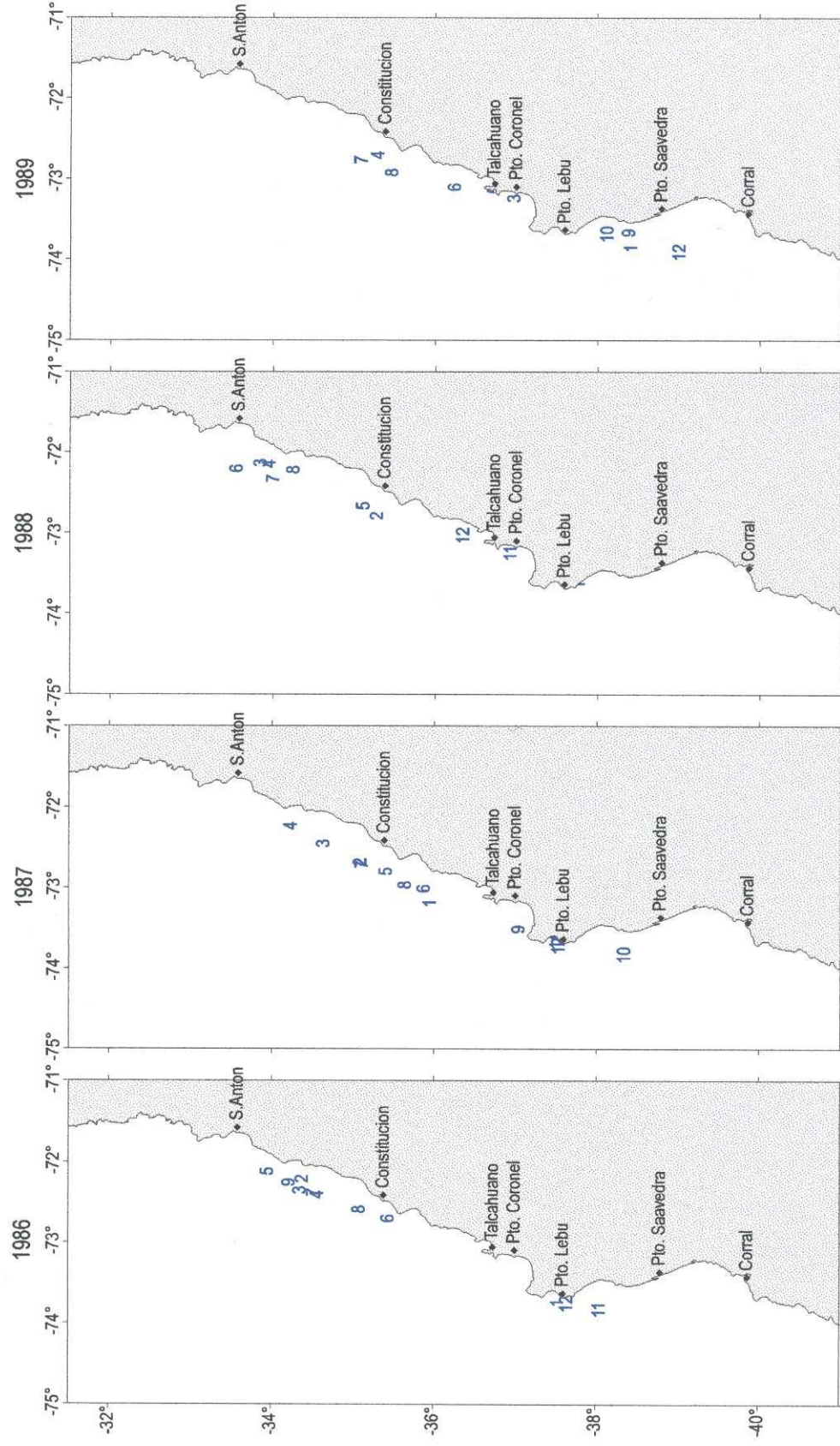


Figura 30. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1986 - 1989.

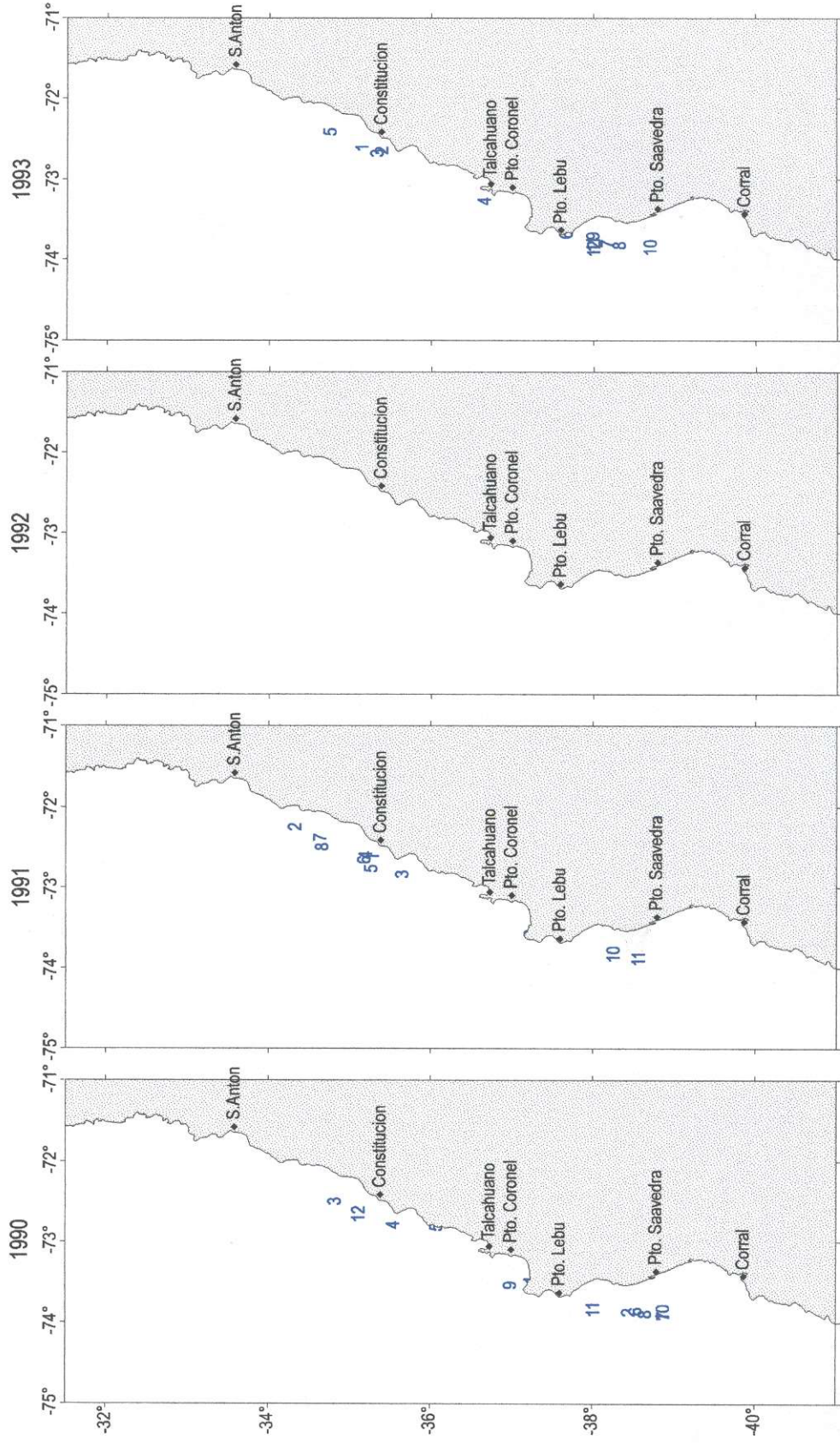


Figura 31. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1990 - 1993.

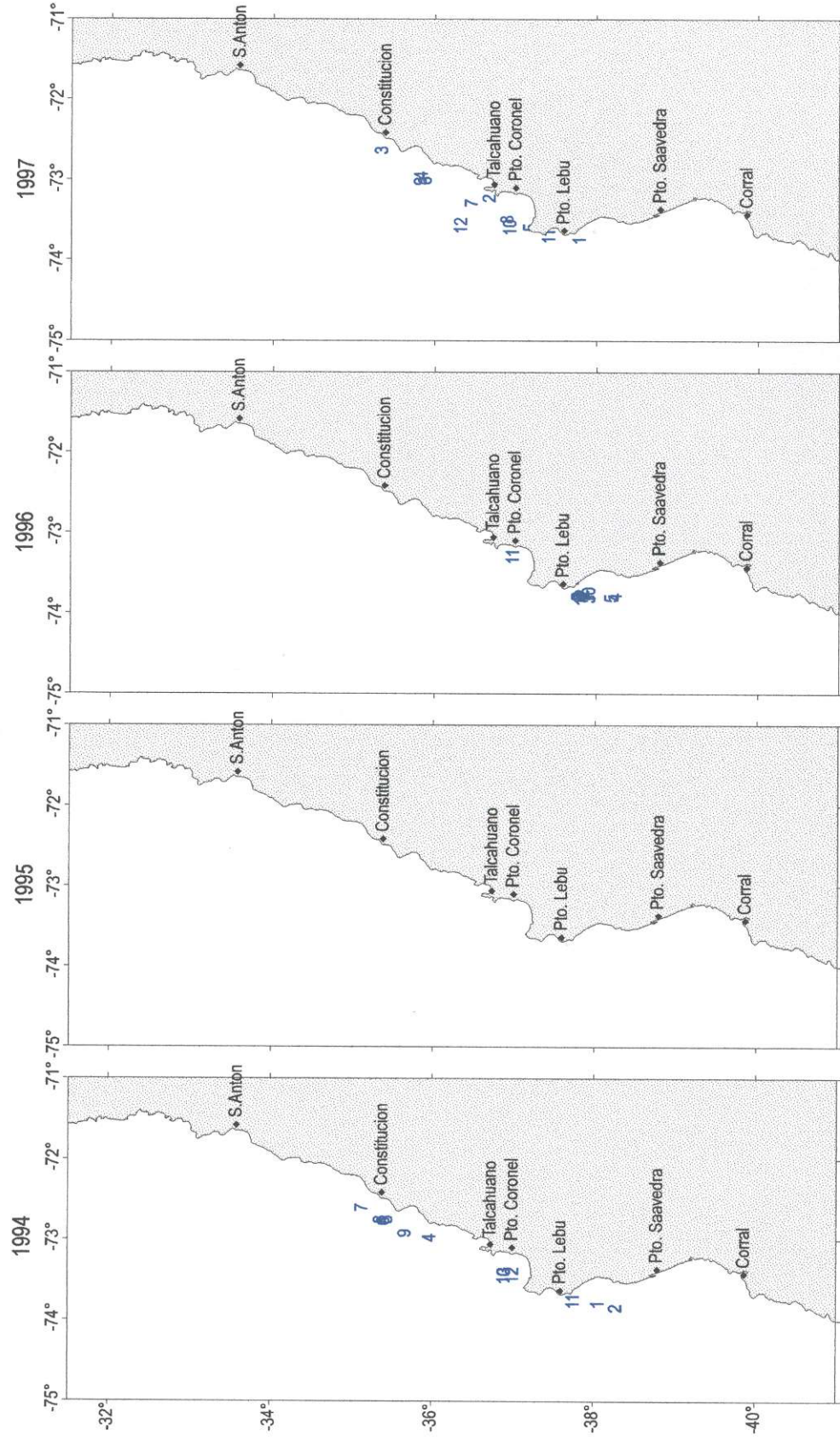


Figura 32. Distribución de los centros de gravedad mensual de CPUE, categoría de embarcación 4, Talcahuano, 1994 - 1997.

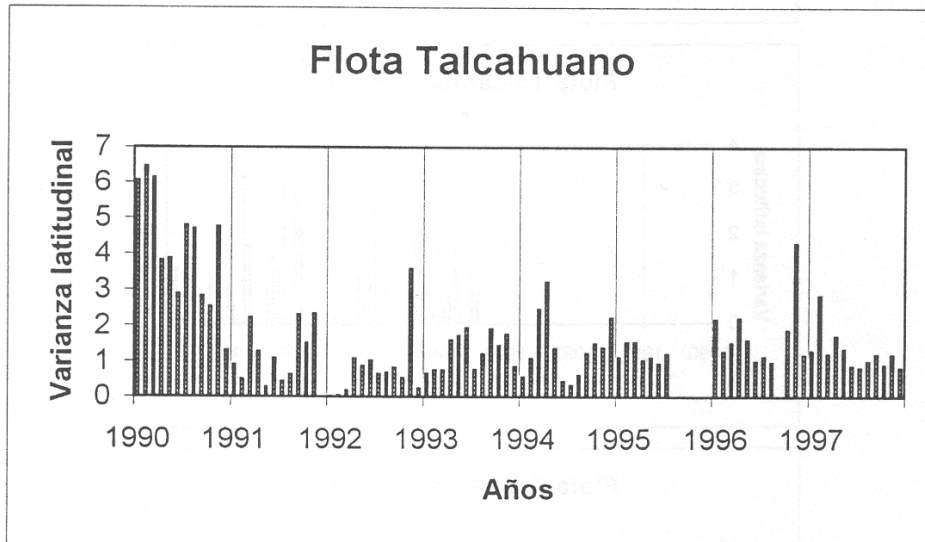
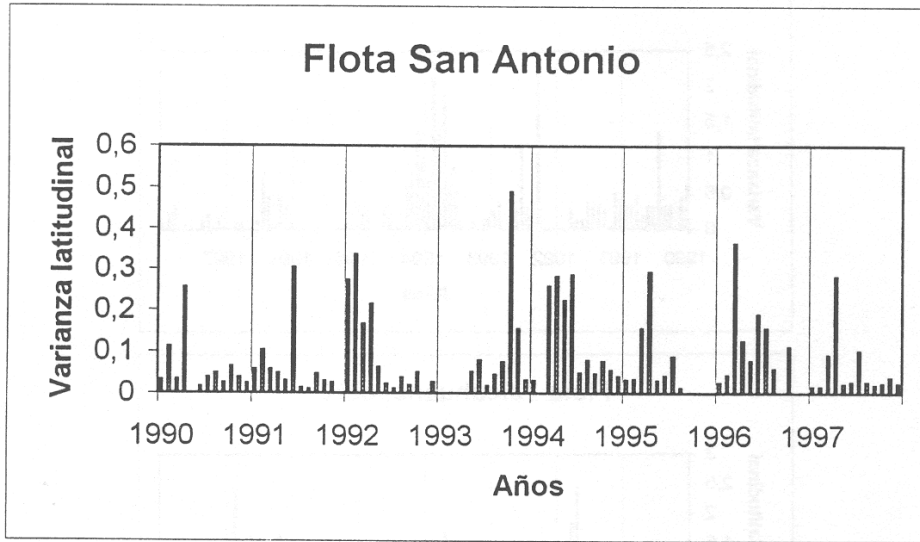


Figura 33. Varianza latitudinal de la operación de la flota sobre el recurso merluza común según puerto de operación, entre 1990 y 1997

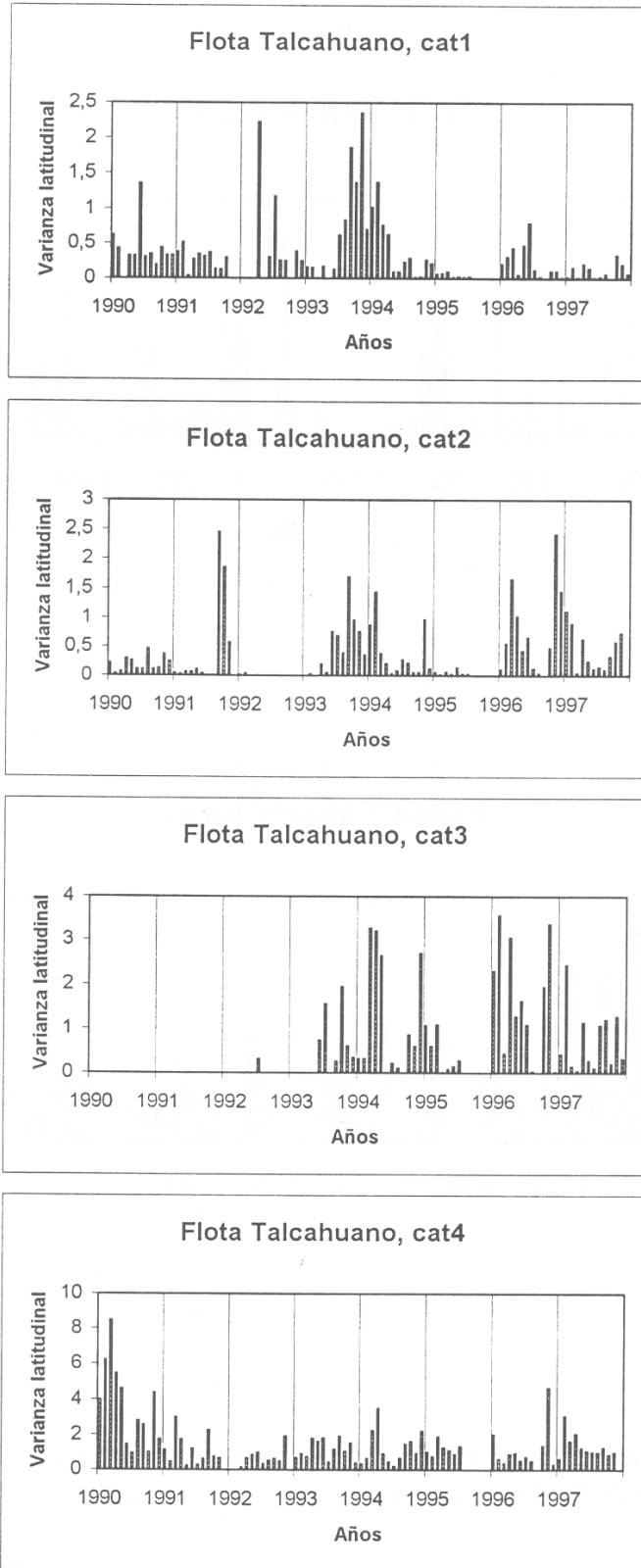


Figura 34. Varianza latitudinal de la operación de la flota del puerto de Talcahuano sobre el recurso merluza común, por categoría de barco, entre 1990 y 1997

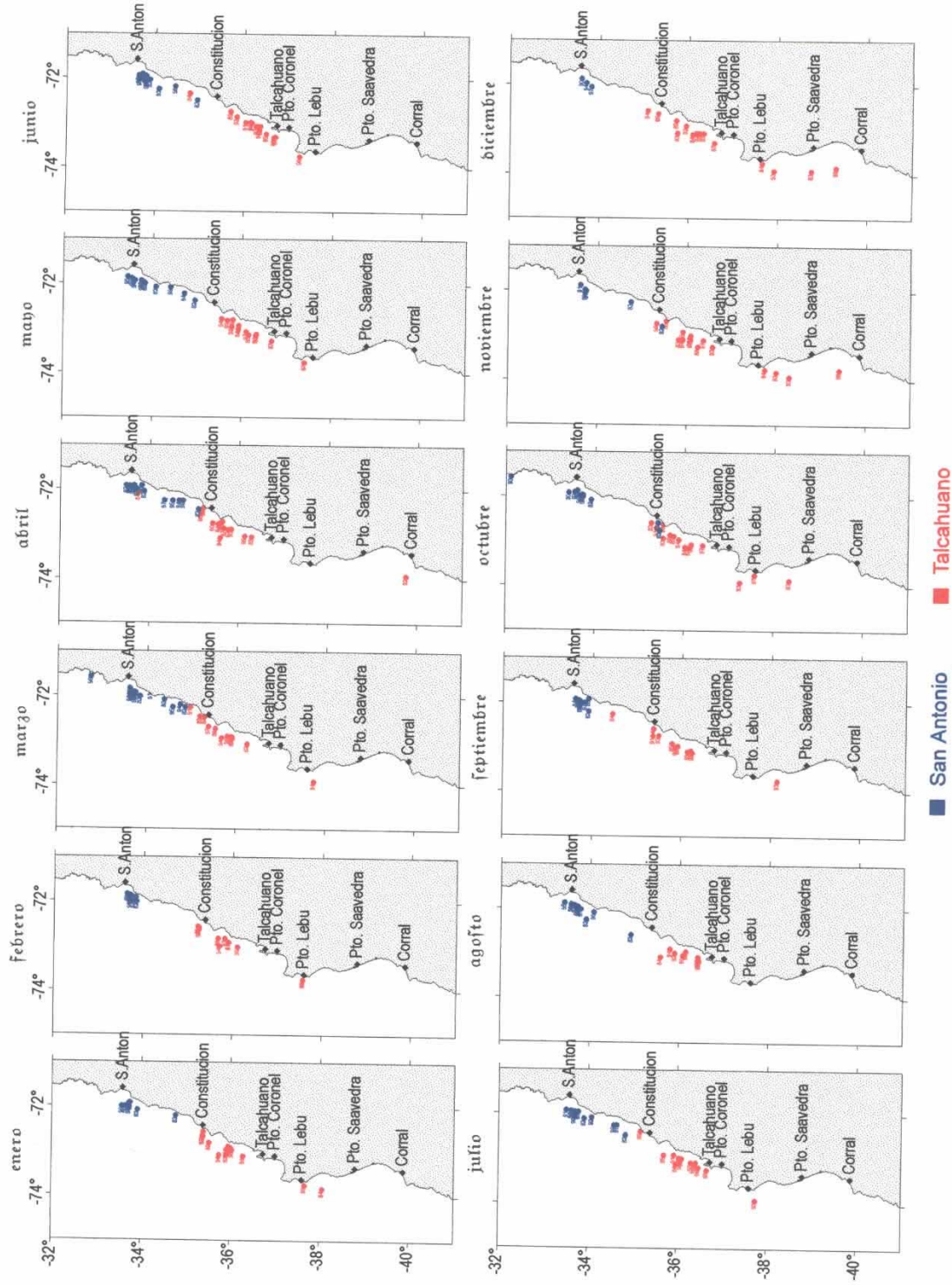


Figura 35. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 1. 1982 - 1997.
Las etiquetas indican los años correspondientes a cada punto

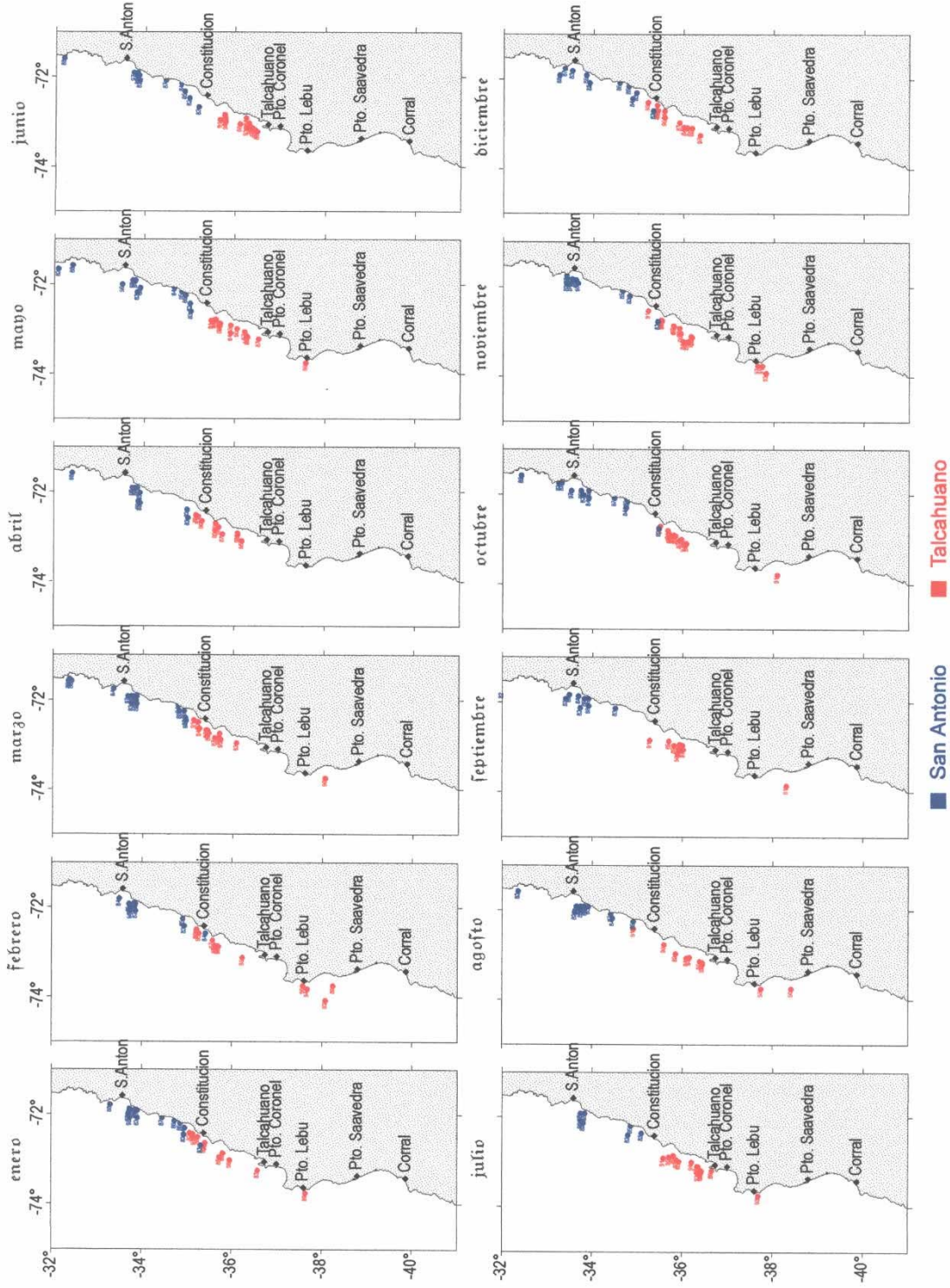


Figura 36. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 2. 1982 - 1997.
Las etiquetas indican los años correspondientes a cada punto

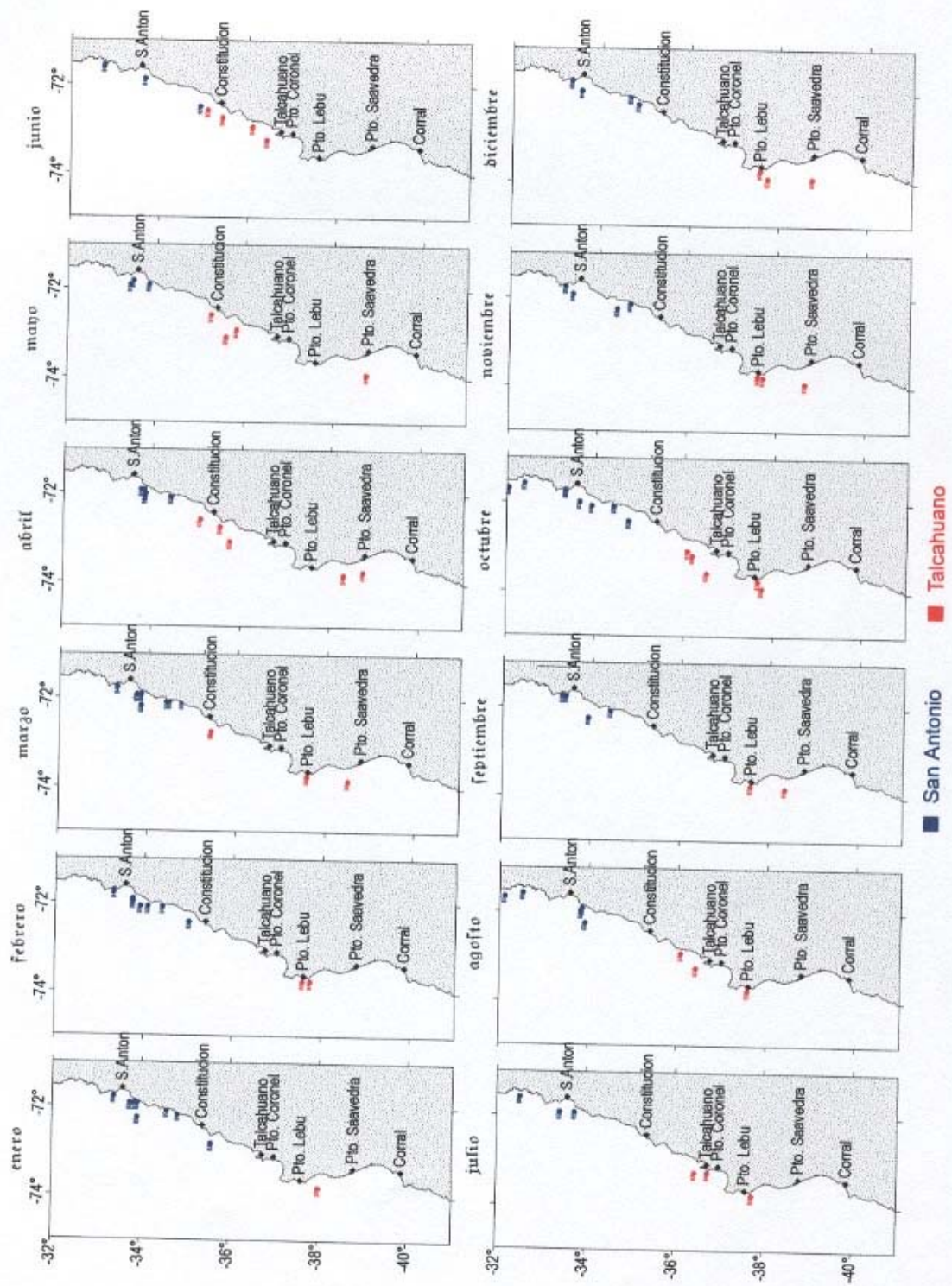


Figura 37. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 3. 1982 - 1997.
 Las etiquetas indican los años correspondientes a cada punto

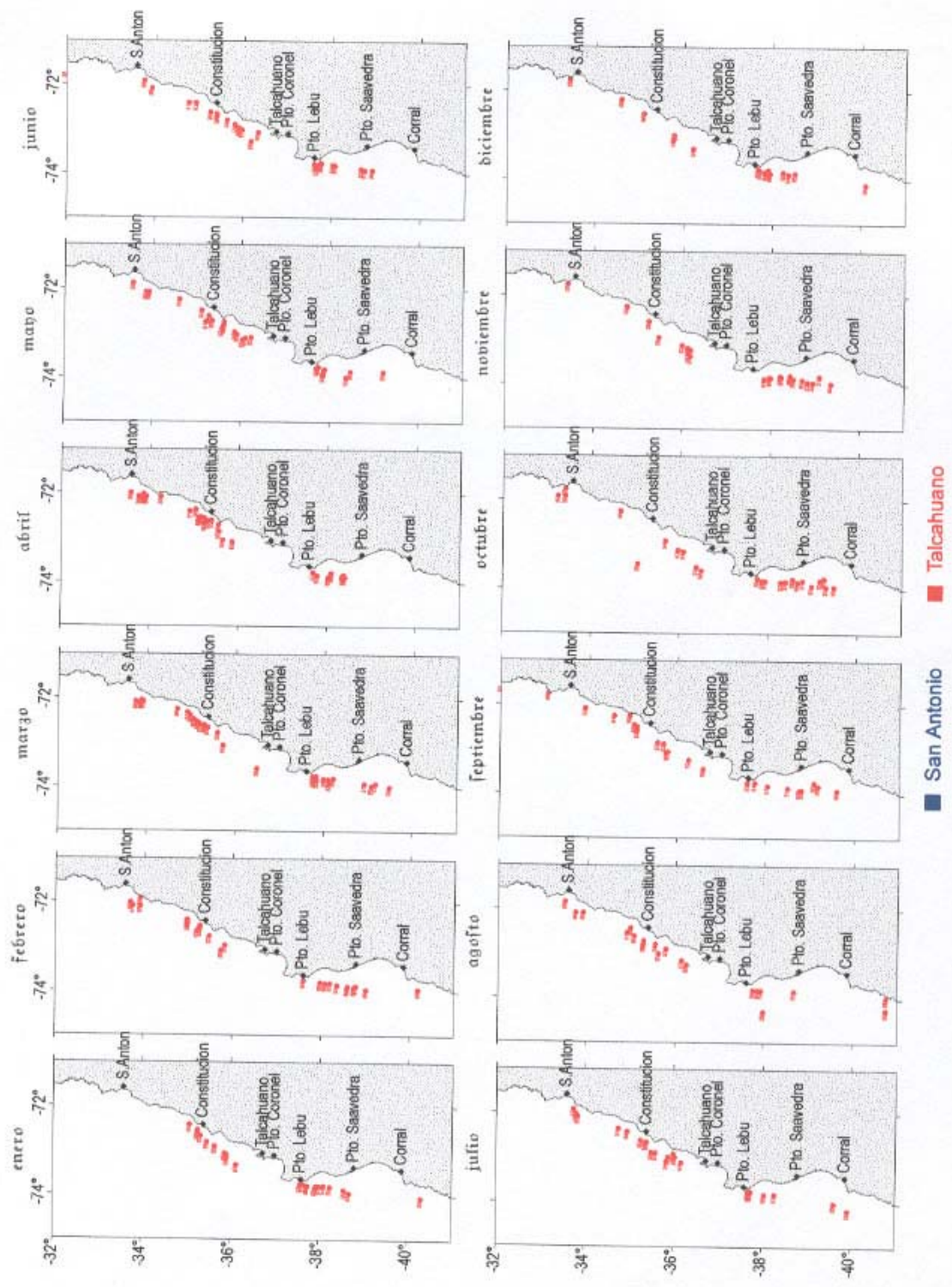


Figura 38. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, categoría de embarcación 4. 1982 - 1997.
Las etiquetas indican los años correspondientes a cada punto

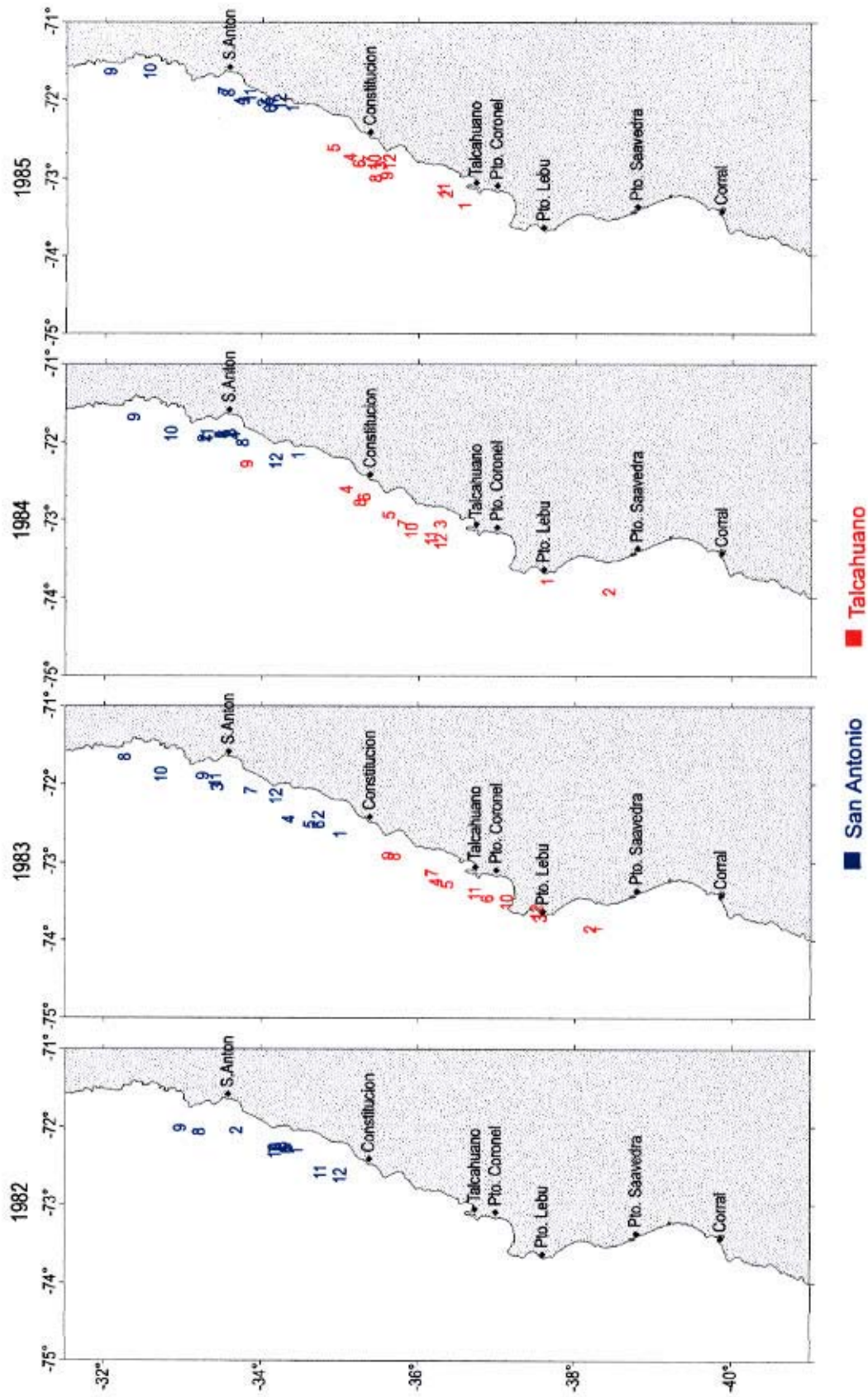


Figura 39. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1982 - 1985.

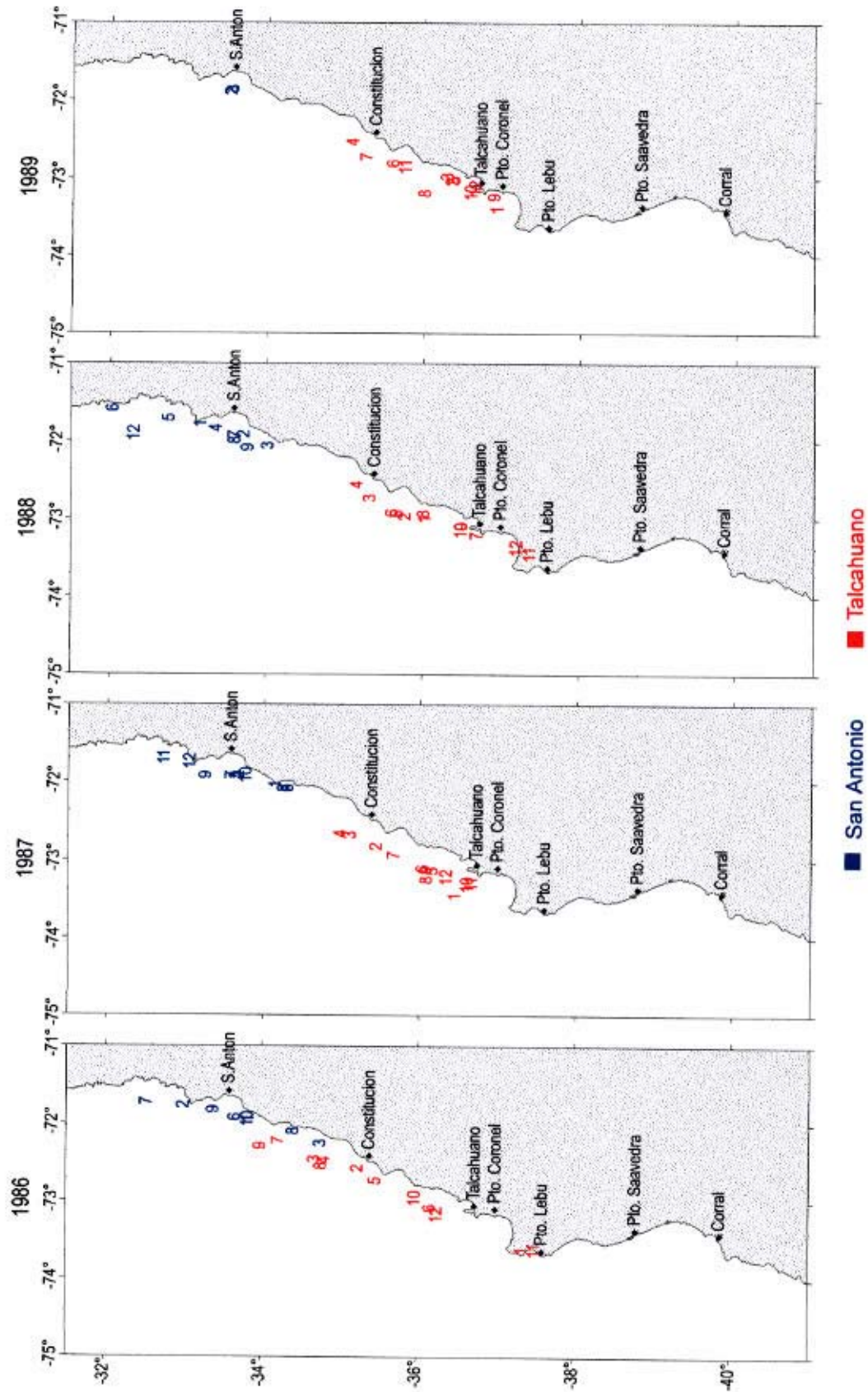


Figura 40. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1986 - 1989.

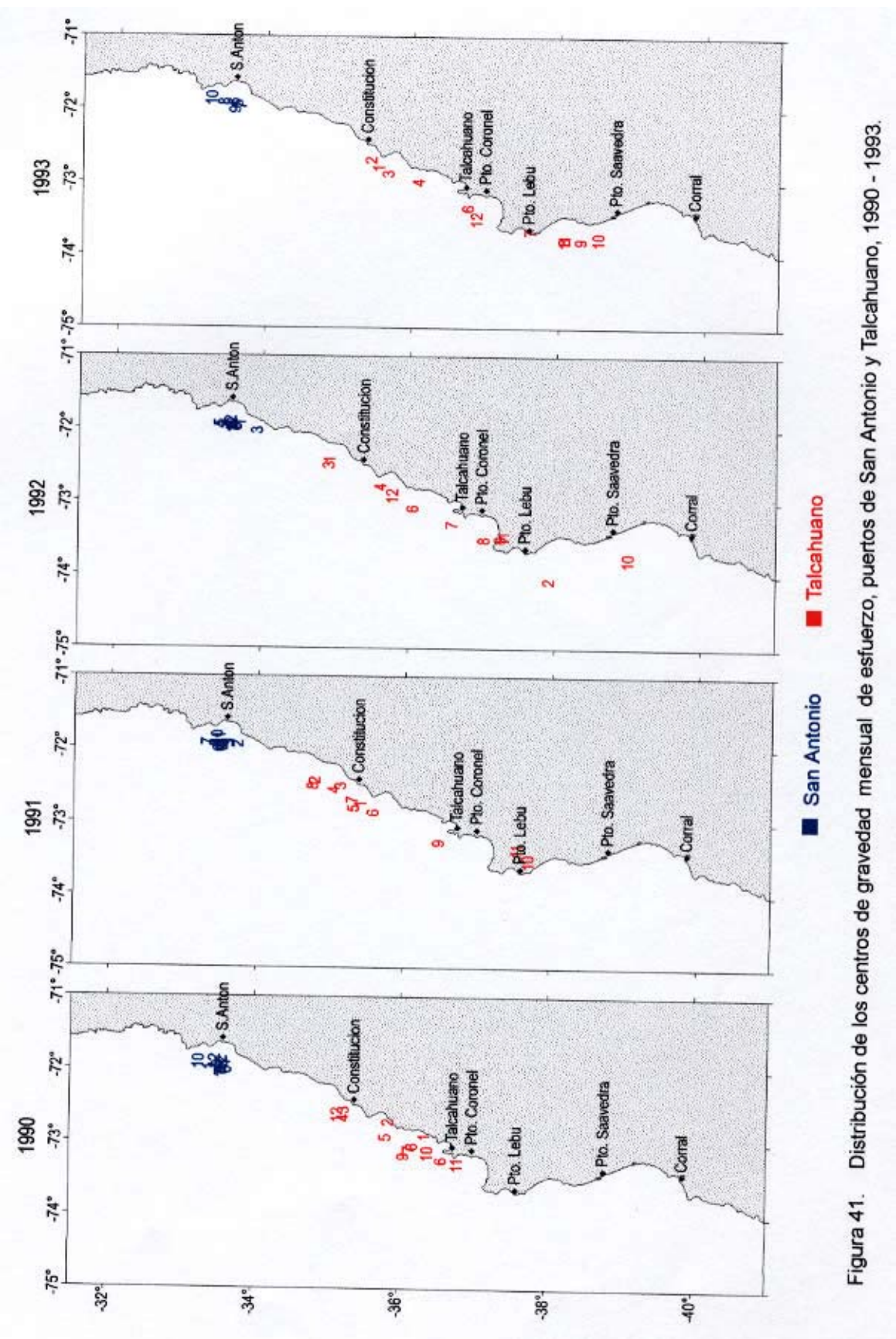


Figura 41. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1990 - 1993.

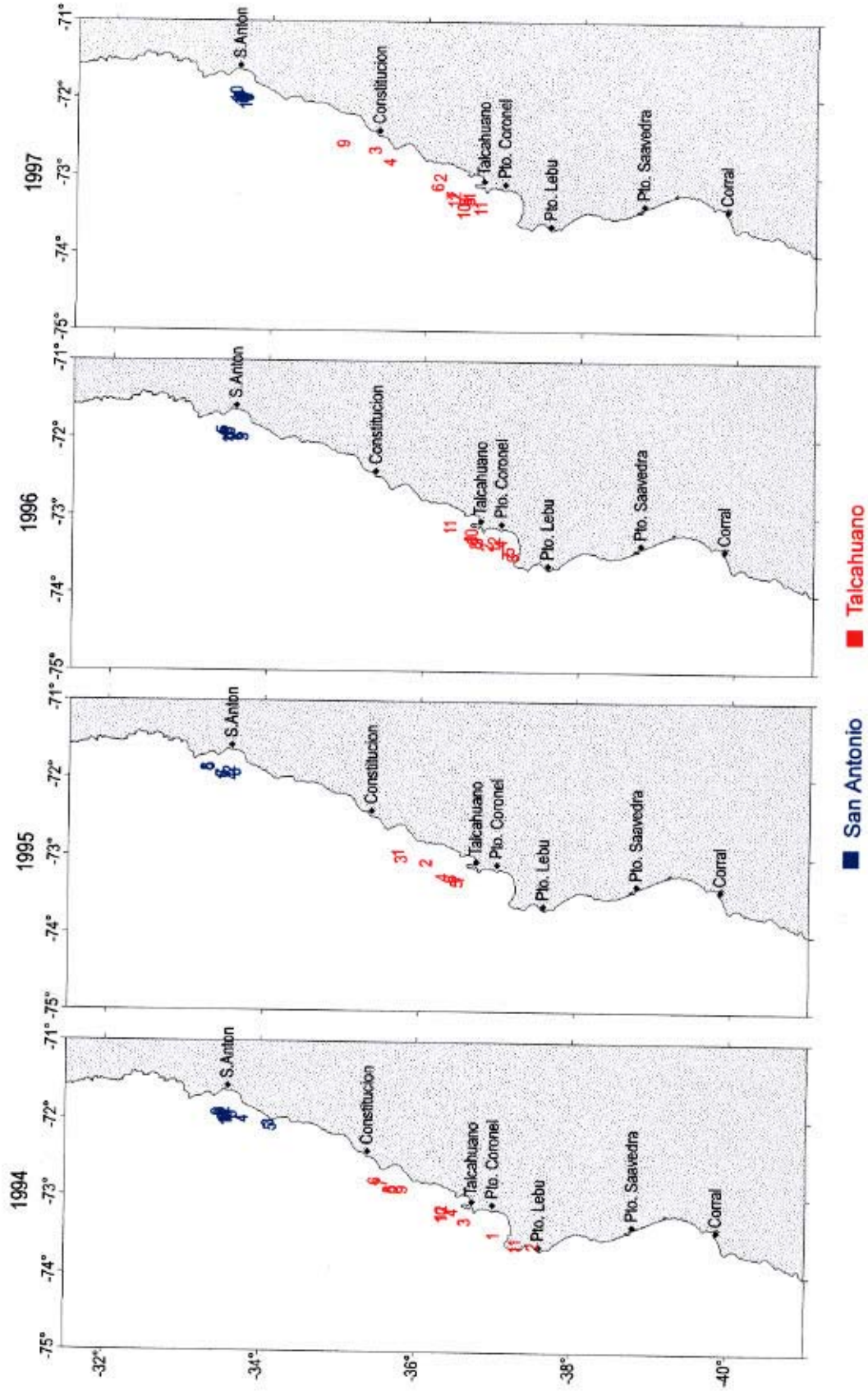


Figura 42. Distribución de los centros de gravedad mensual de esfuerzo, puertos de San Antonio y Talcahuano, 1994 - 1997.

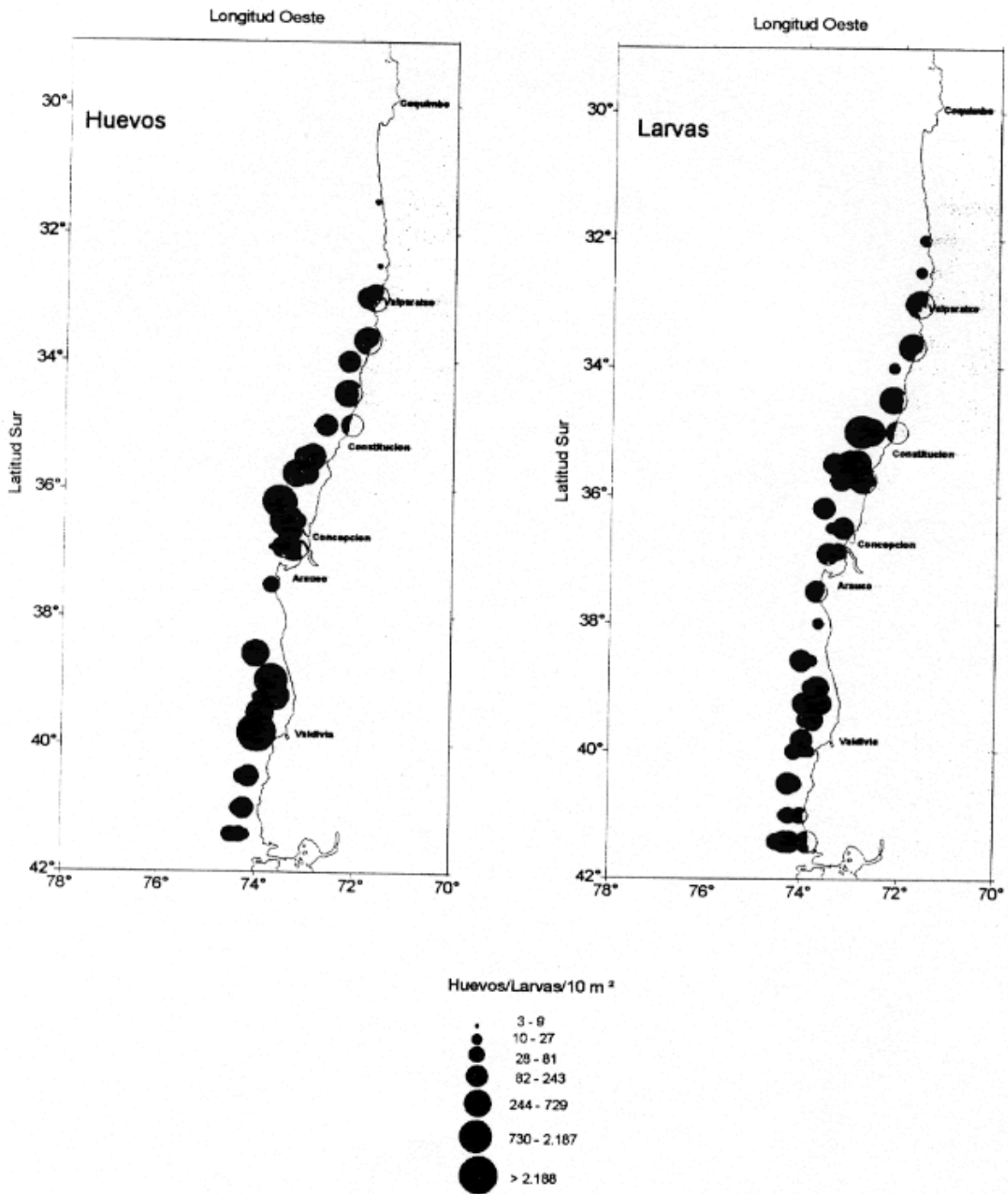


Figura 43 .- Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común. Crucero 361(3)93AM. Invierno 1993.

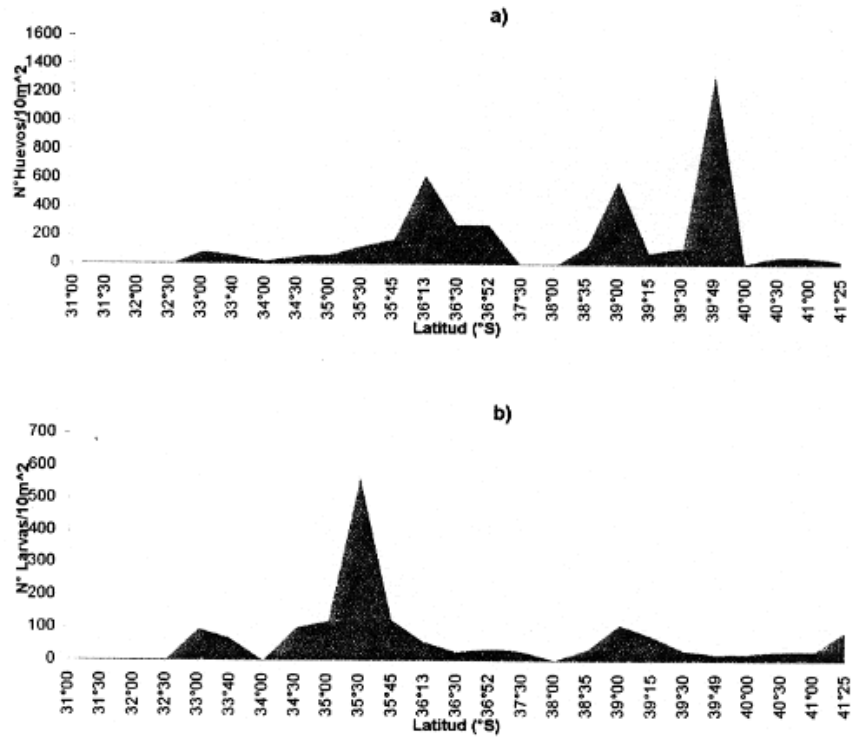


Fig. 44 Abundancia promedio de (a) huevos y (b) larvas de merluza común con respecto a la latitud. Invierno 1993.

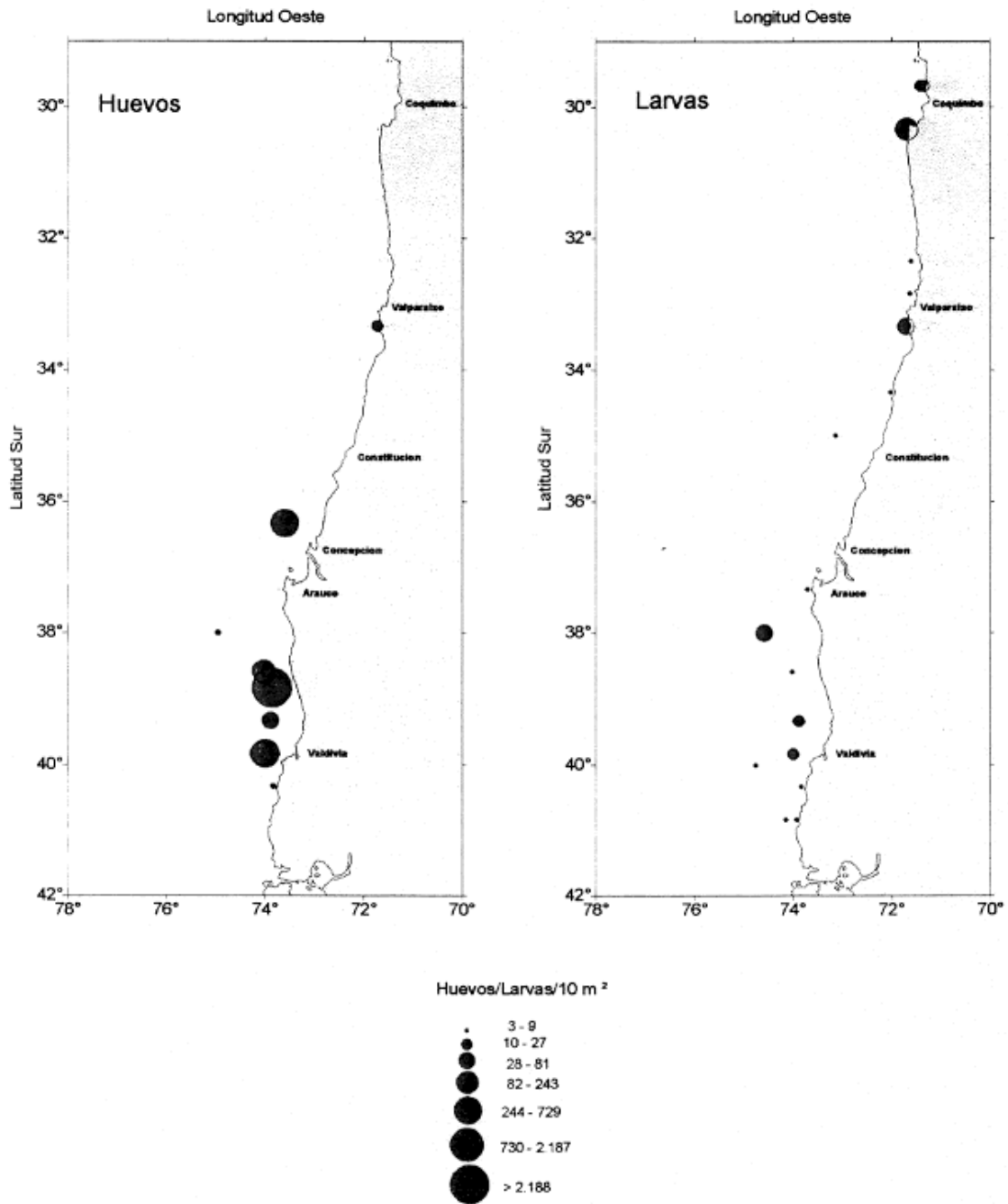


Figura 45 .- Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común. Crucero 381(3)95AM. Invierno 1995.

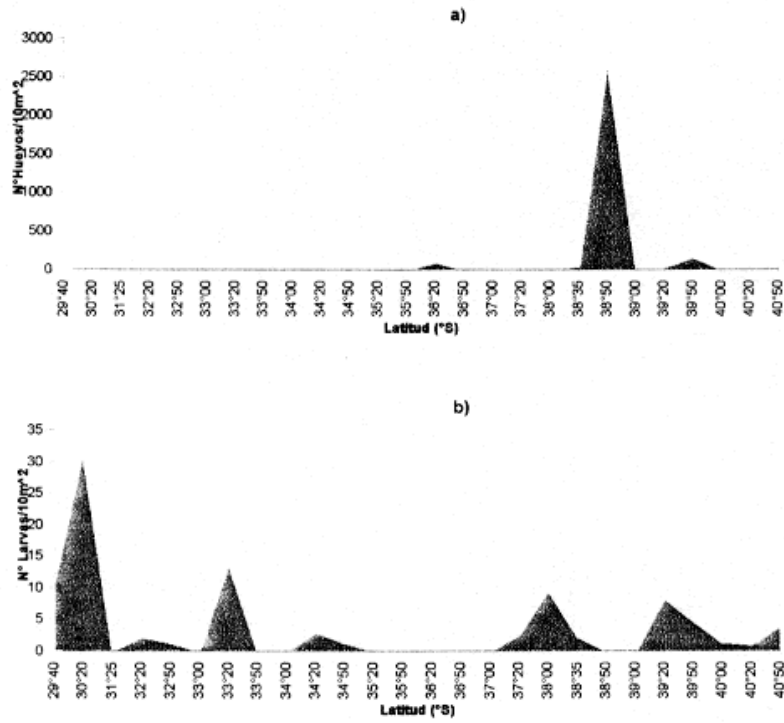


Fig. 46 Abundancia promedio de a) huevos y b) larvas de merluza común con respecto a la latitud. Invierno 1995.

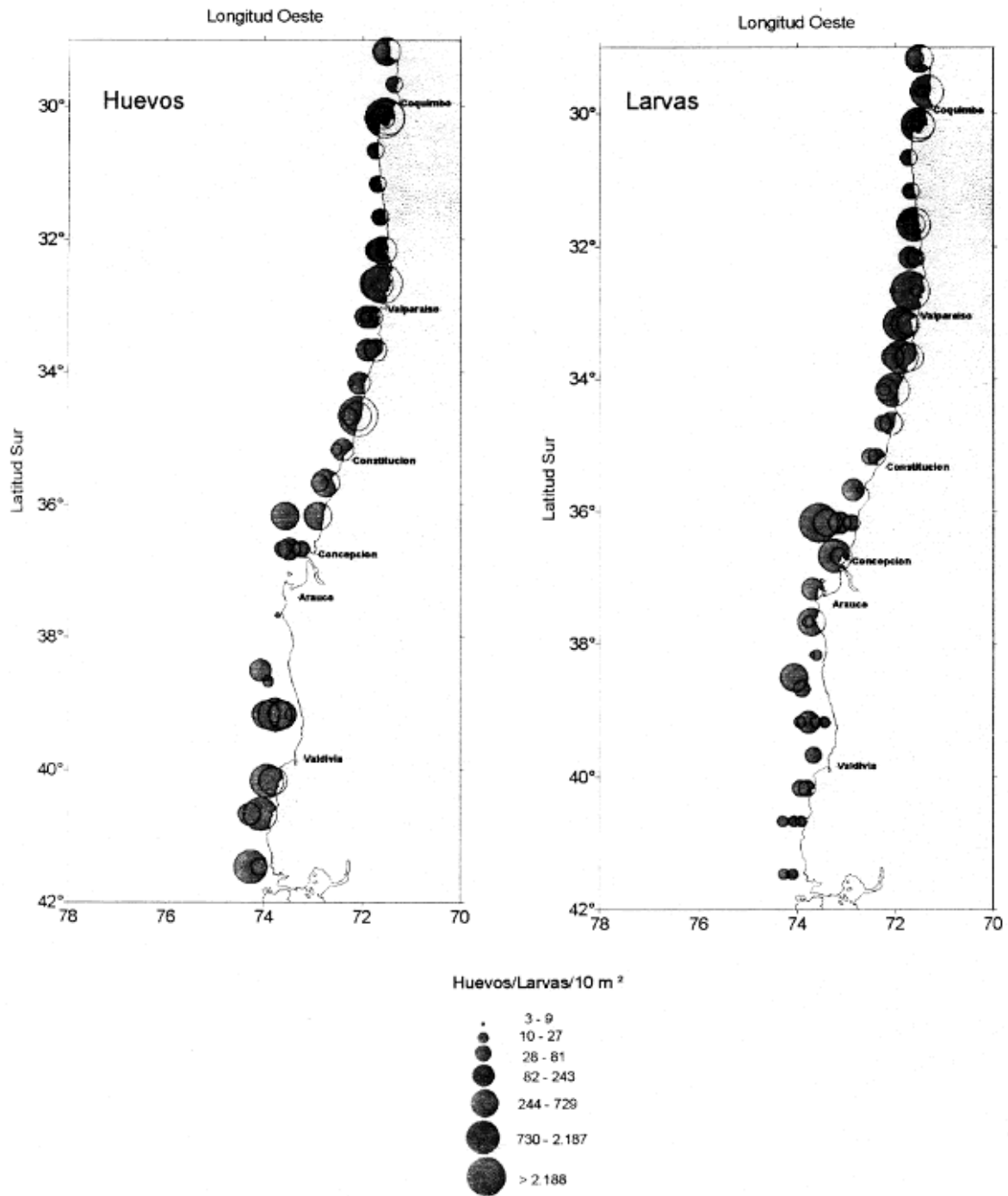


Figura 47 .- Distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común.
Crucero 403(3)97AM. Invierno 1997.

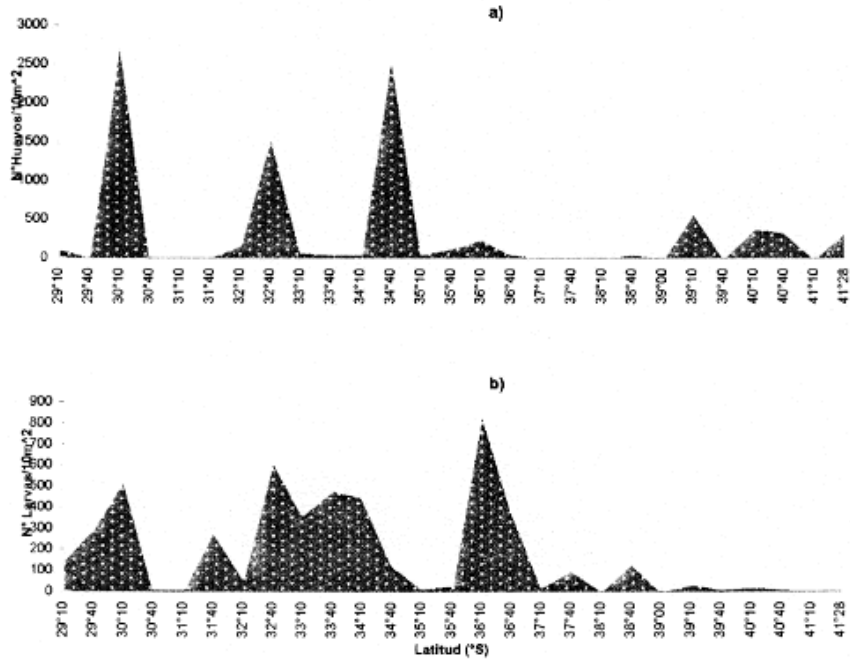


Fig. 48 Abundancia promedio de a) huevos y b) larvas de merluza común con respecto a la latitud. Invierno 1997.

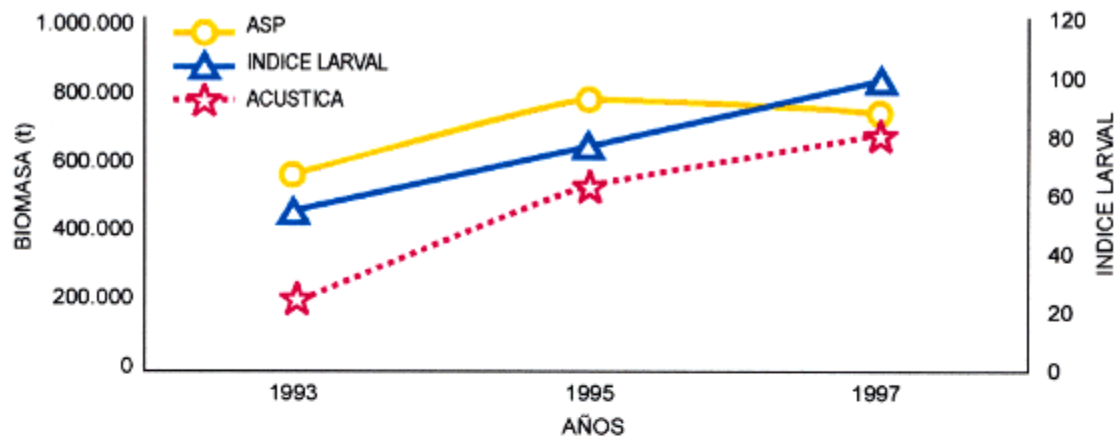


Figura 49.- Comparación entre el índice de abundancia larval, biomasa total estimada por hidroacústica y biomasa parental cuantificada por ASP, para el stock de merluza común de la zona centro sur de Chile, 1993/97.

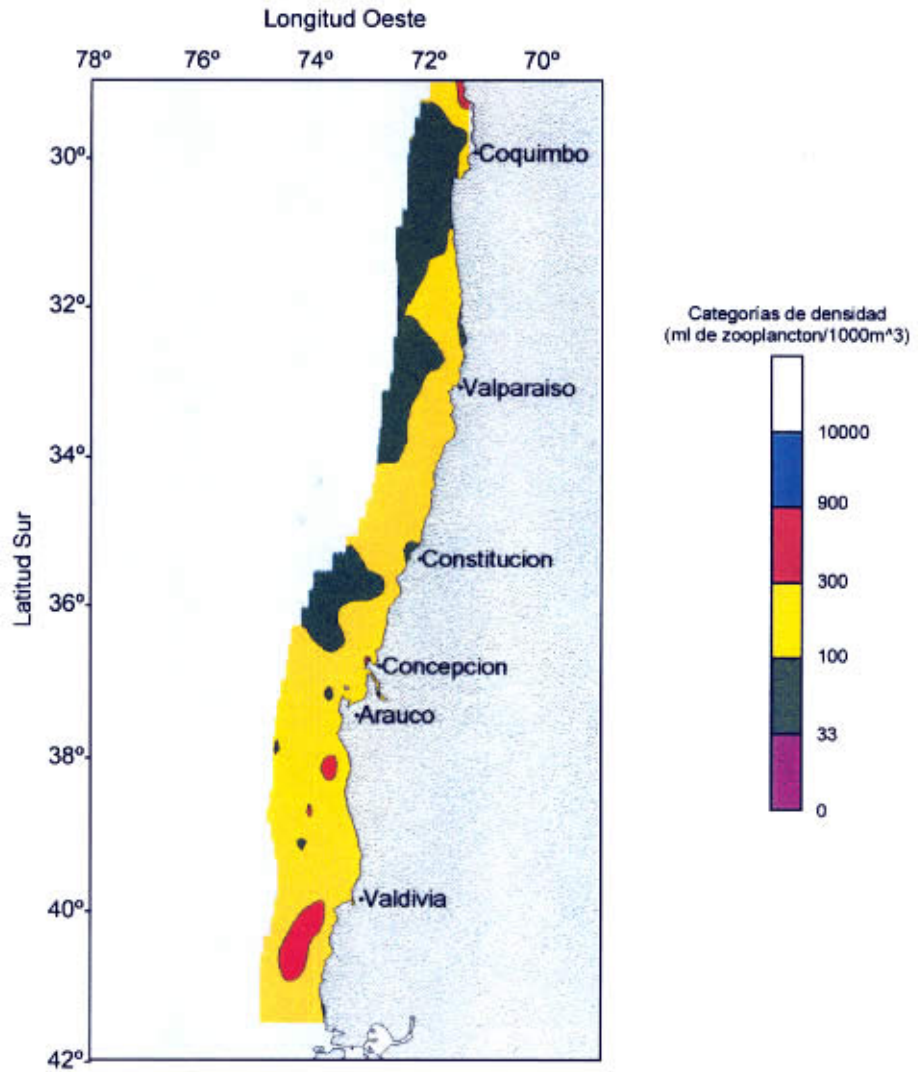


Figura 50 .-Distribución y Abundancia de la biomasa zooplanctónica-
Crucero 403 (3) 97 AM. Invierno 1997.

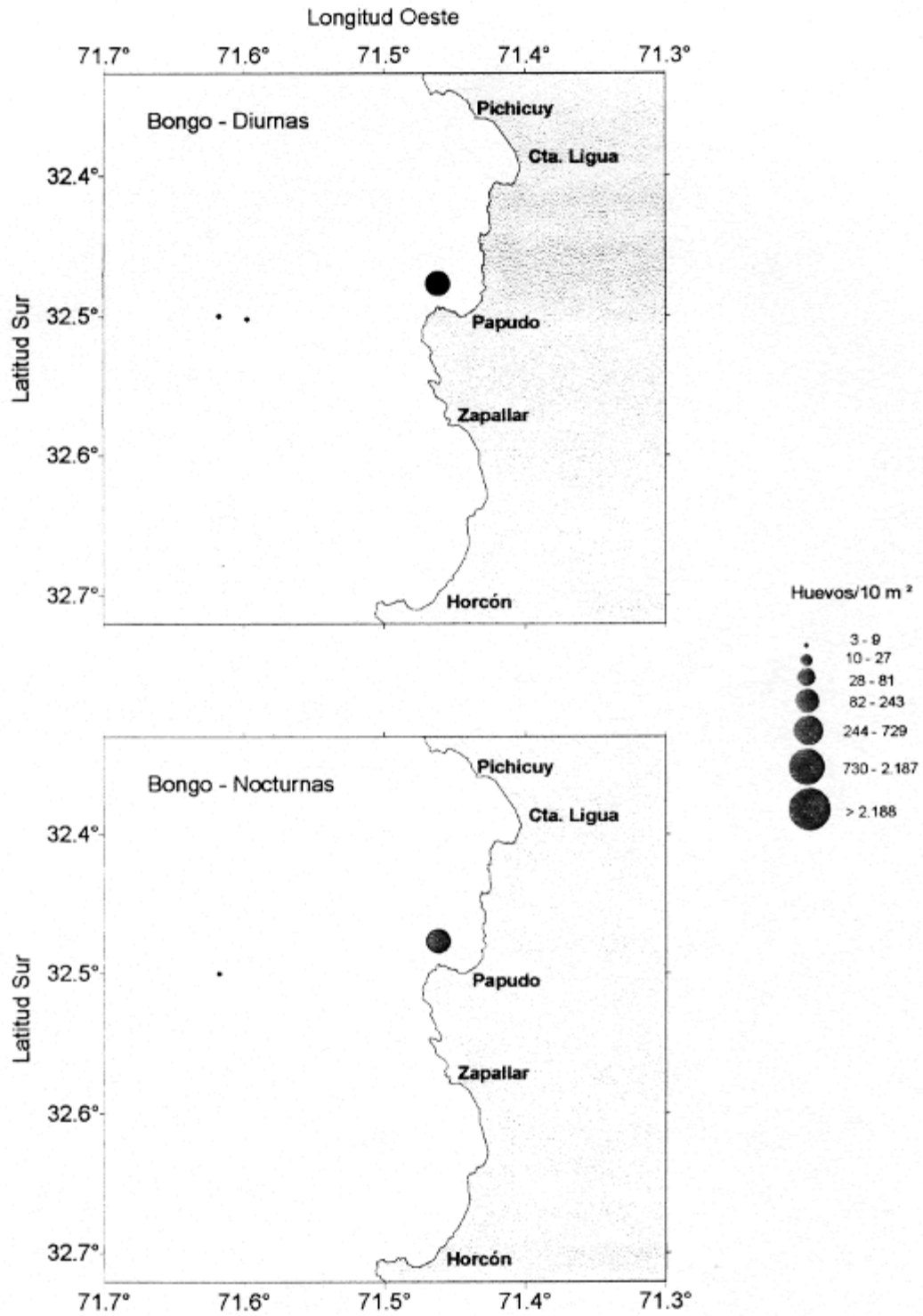


Figura 51 .- Abundancia y distribución de huevos de Merluza común.
Crucero 415(3) 98 AM. Red BONGO- Pescas Diurnas y Nocturnas.

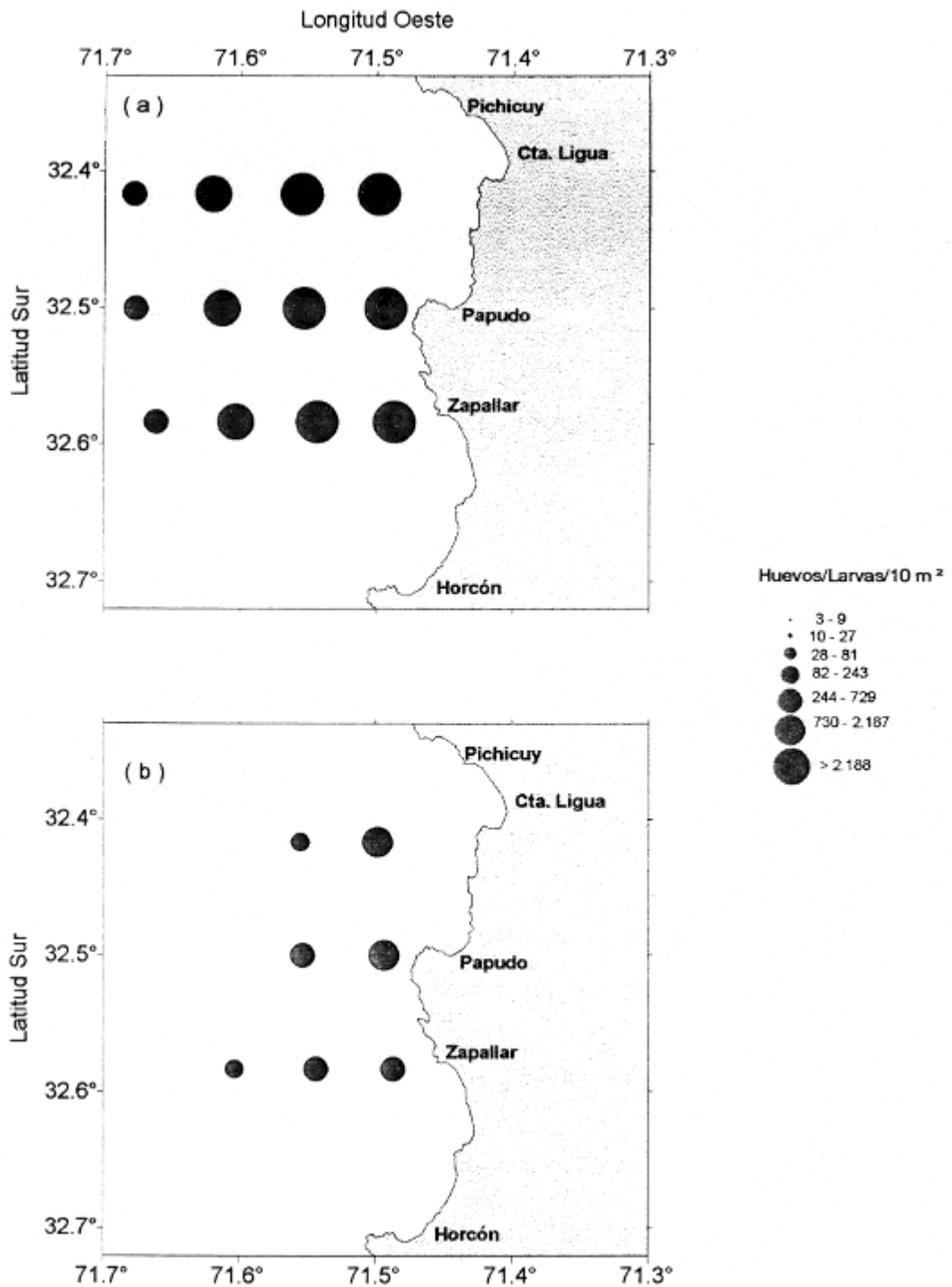


Figura 52.- Abundancia y distribución de (a) Huevos y (b) Larvas de Merluza común. Crucero 417(4)98AM. Red WP-2.

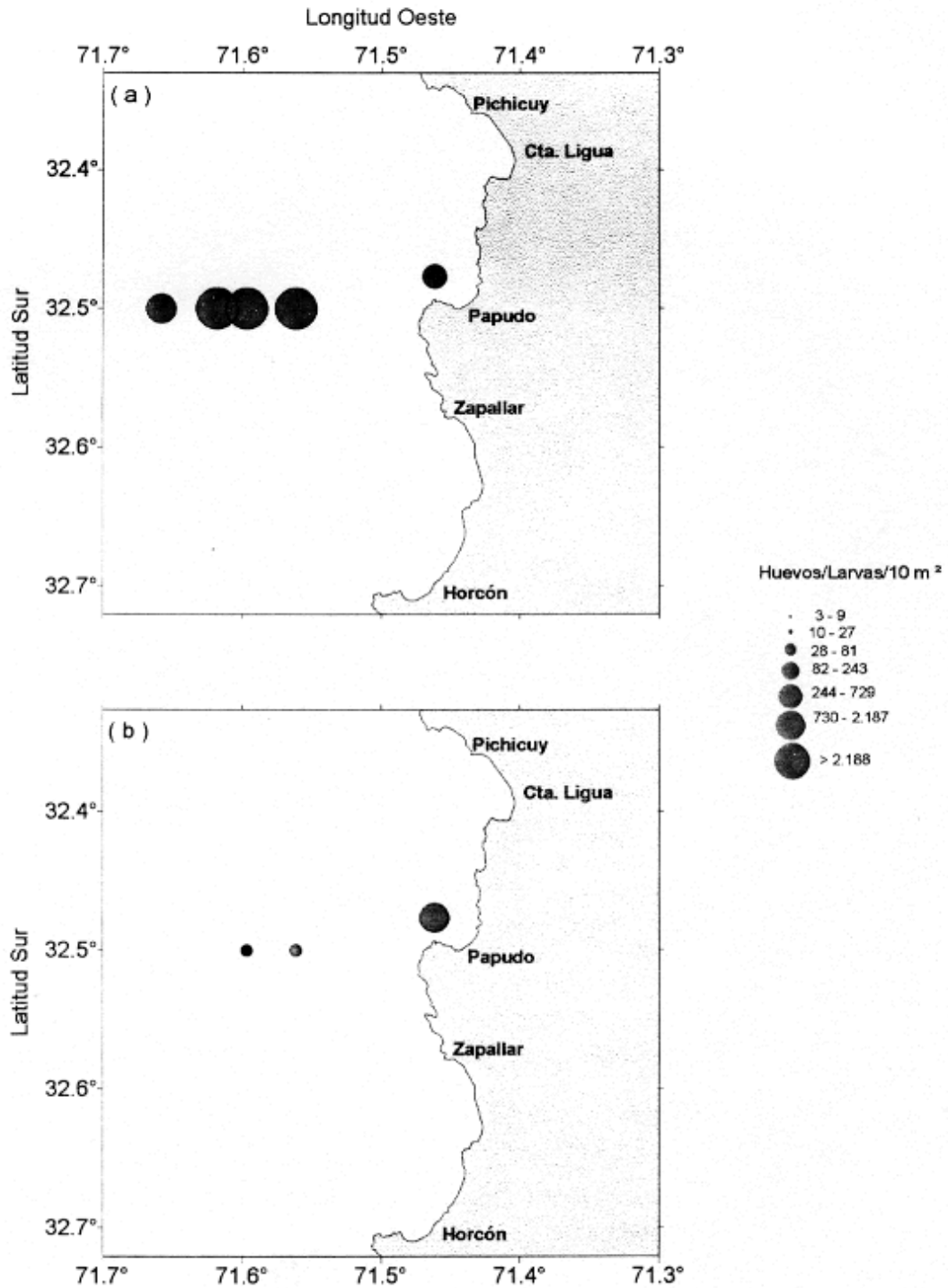


Figura 53.- Abundancia y distribución de (a) Huevos y (b) Larvas de Merluza común. Crucero 417(4)98AM. Red BONGO- Pescas Diurnas.

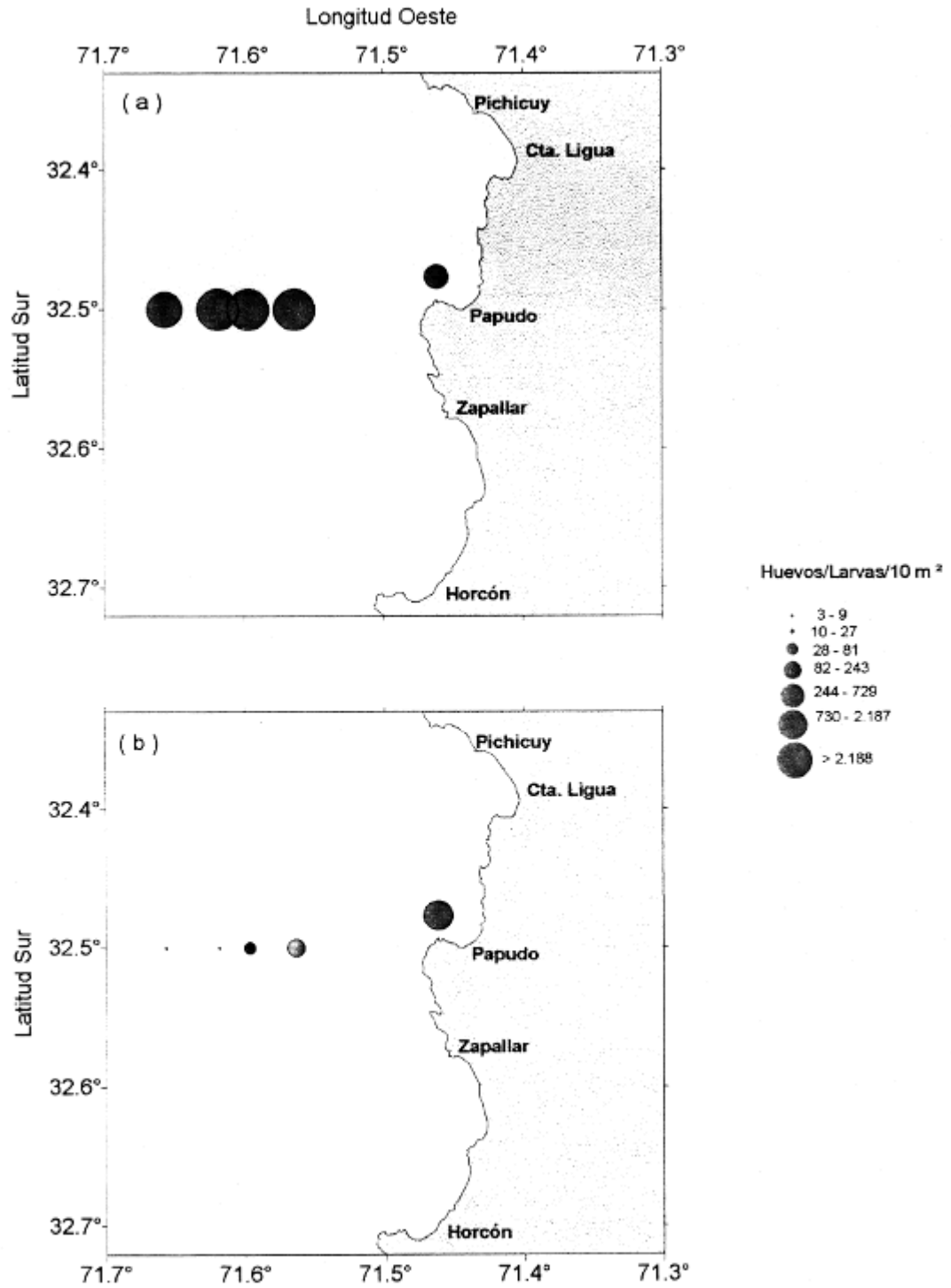


Figura 54.- Abundancia y distribución de (a) Huevos y (b) Larvas de Merluza común. Crucero 417(4)98AM. Red BONGO- Pesca Nocturnas.

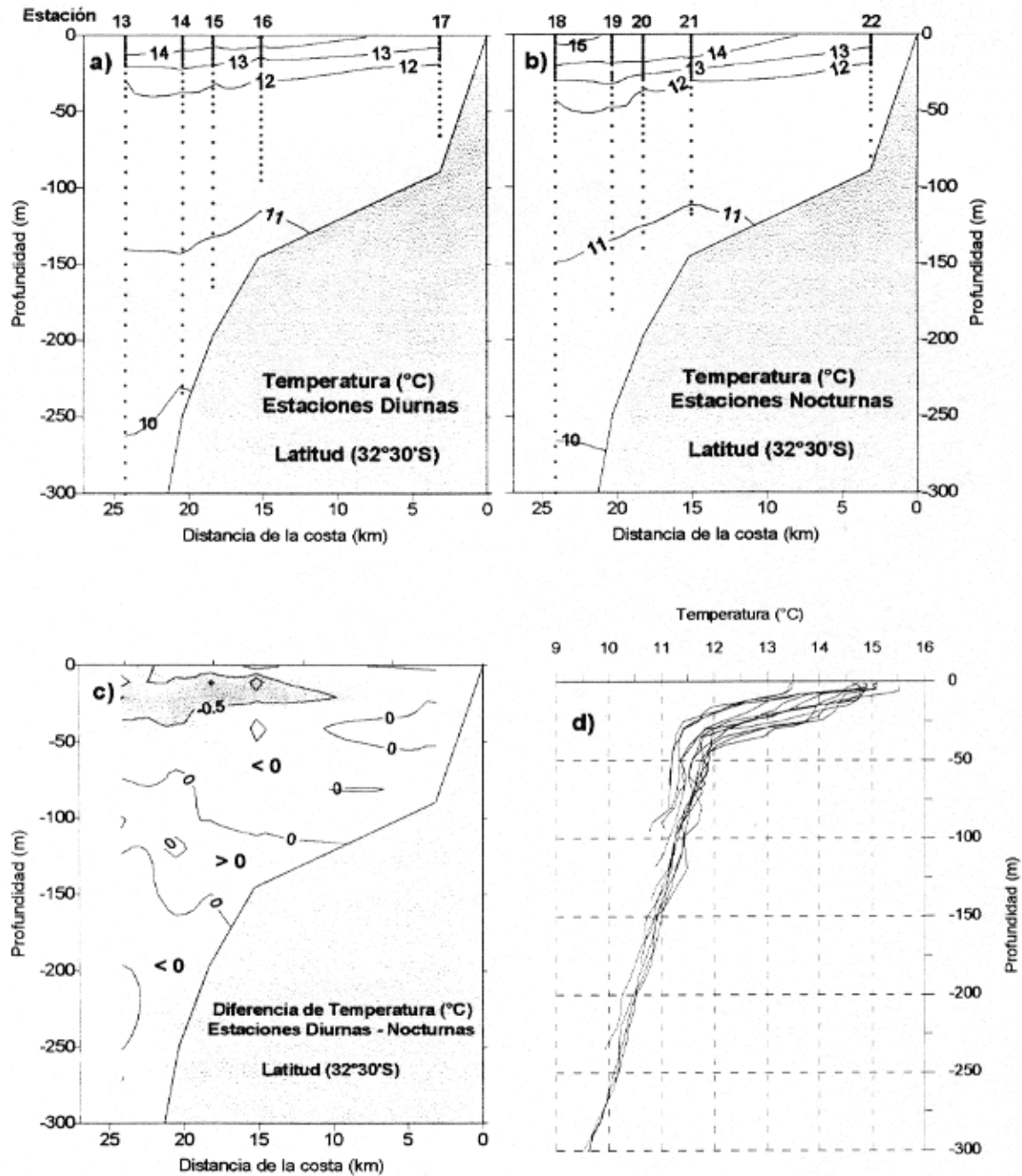


Figura 55.- Distribución vertical de temperatura (Latitud 32°30'S) : a) estaciones diurnas, b) estaciones nocturnas, c) diferencia entre estaciones diurnas y nocturnas. d) Perfil de temperatura de todas las estaciones. Noviembre 1998.

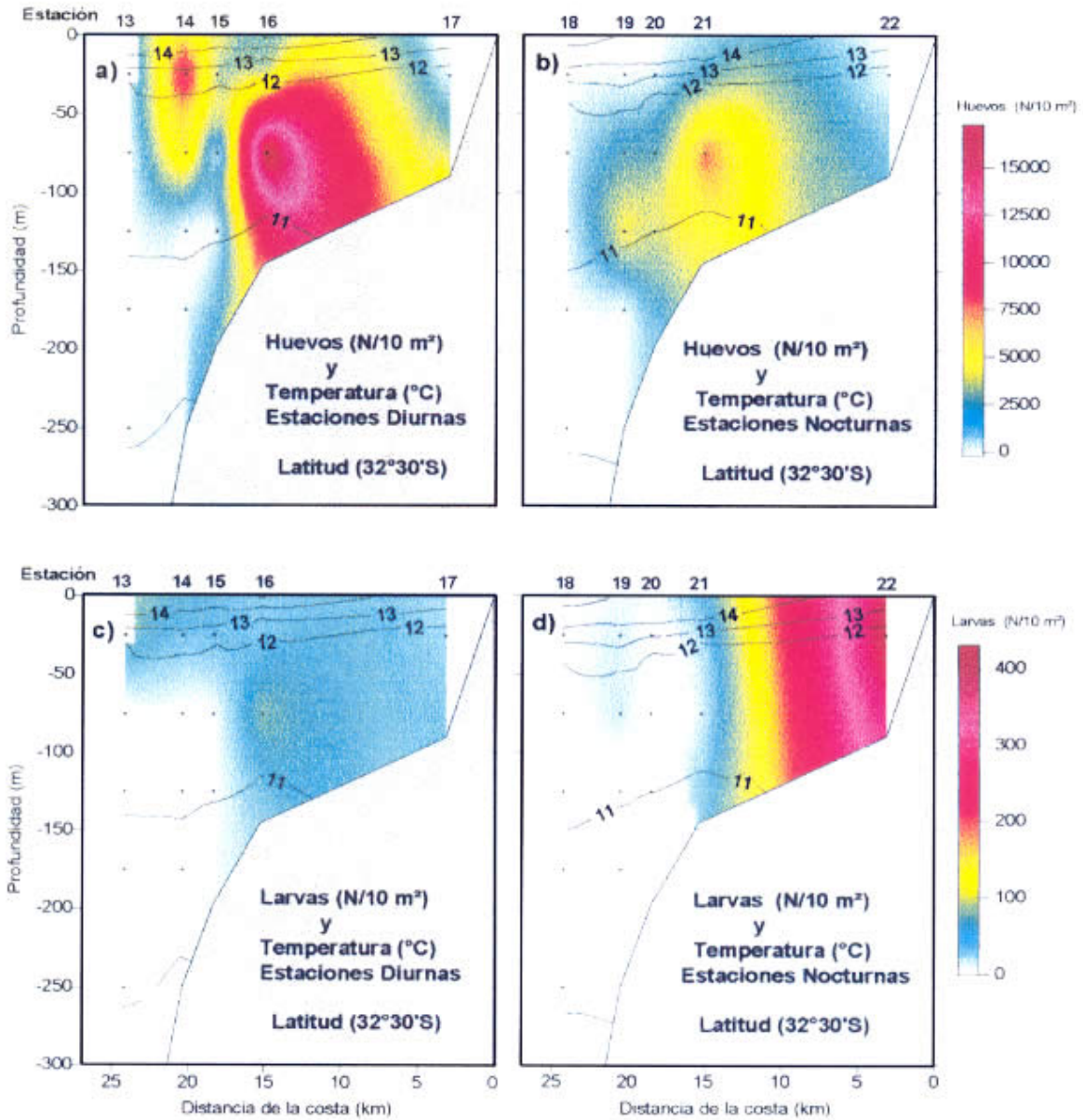


Figura 56.- Distribución vertical de temperatura y huevos y larvas de merluza común. Noviembre 1998.

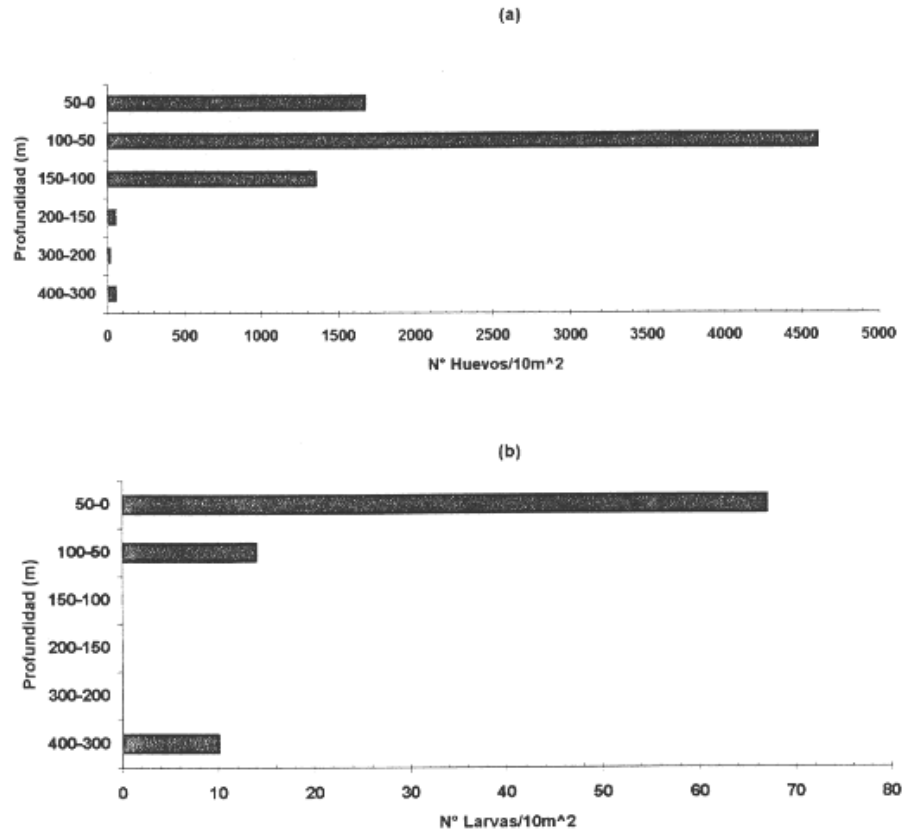


Fig. 57 Distribución vertical de las densidades promedio de (a) huevos y (b) larvas de merluza común. Crucero Primavera de 1998.

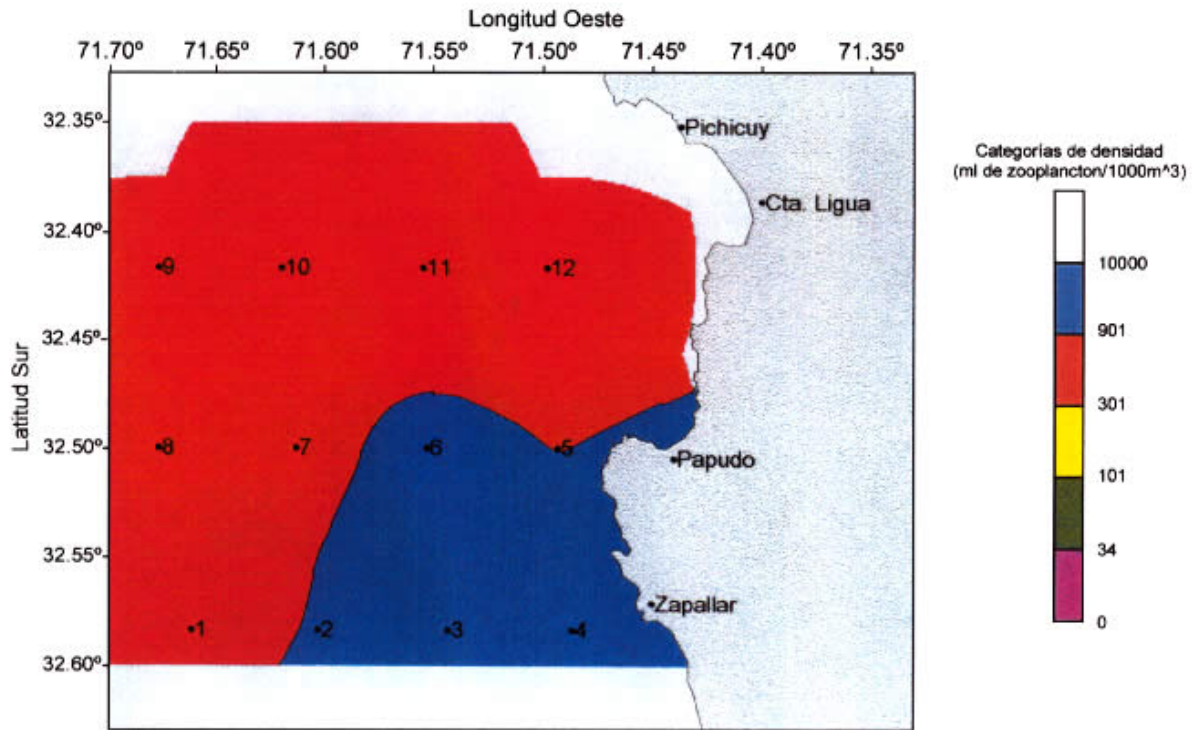


Figura 58 .-Distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica.
Red WP-2. Crucero primavera 1998.

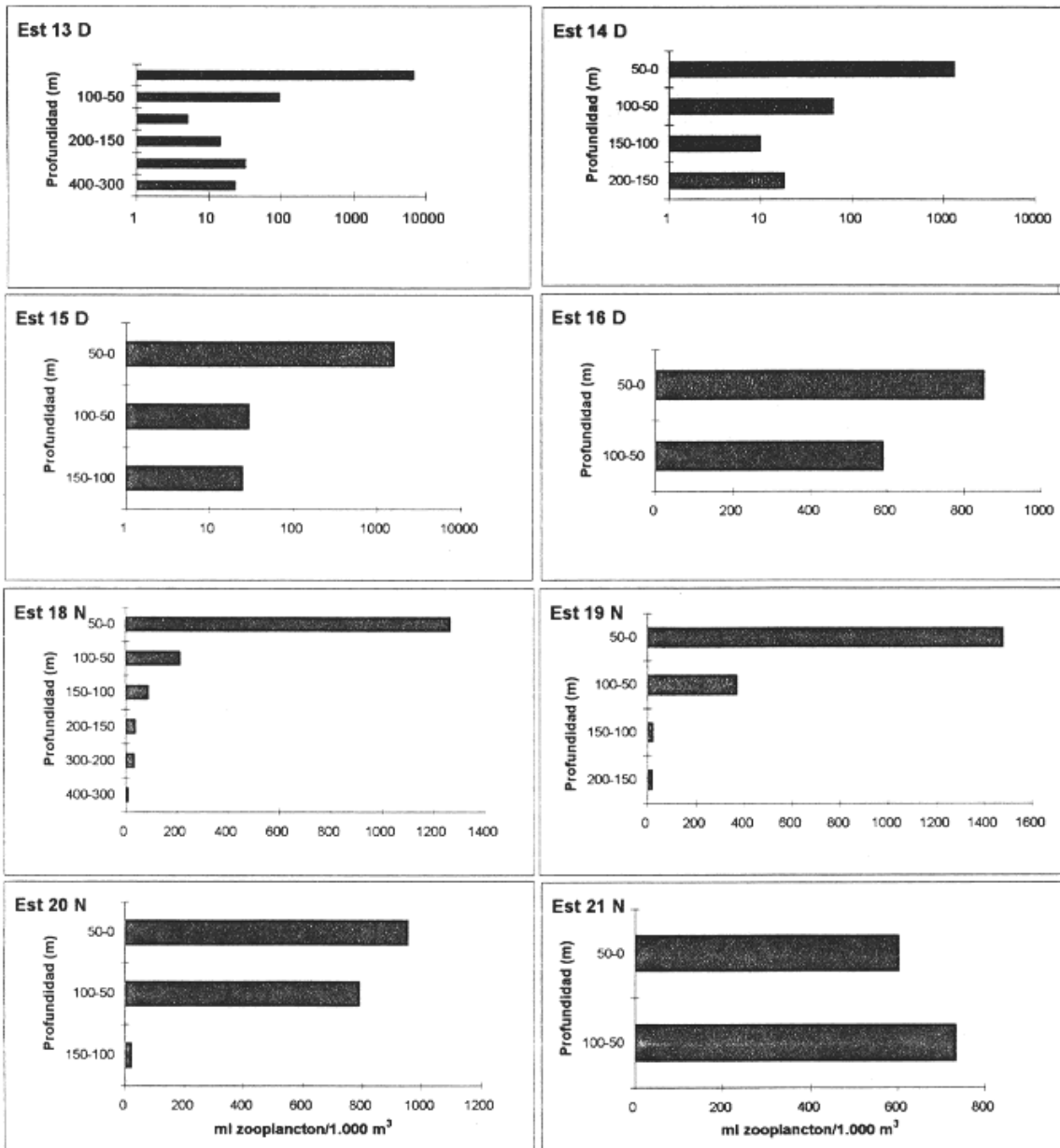


Fig. 59 Distribución vertical de la biomasa zooplanctónica (log) por estaciones diurnas(D) y nocturnas (N). Red WP-2 estratificada. Crucero Primavera 1998.

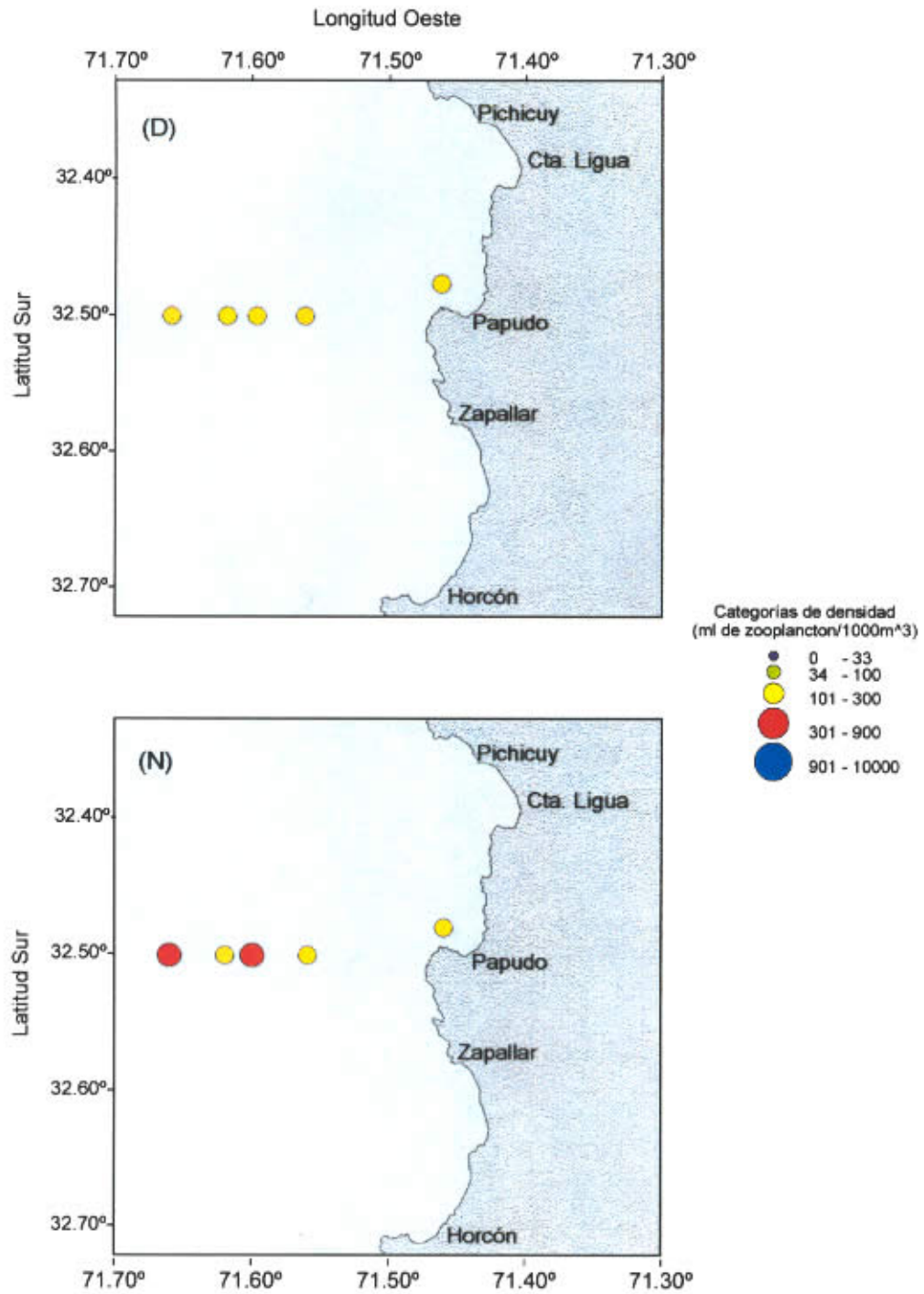


Figura 60.- Distribución de la biomasa zooplanctónica, pescas diurnas (D) y nocturnas (N) Red Bongo. Crucero primavera 1998.

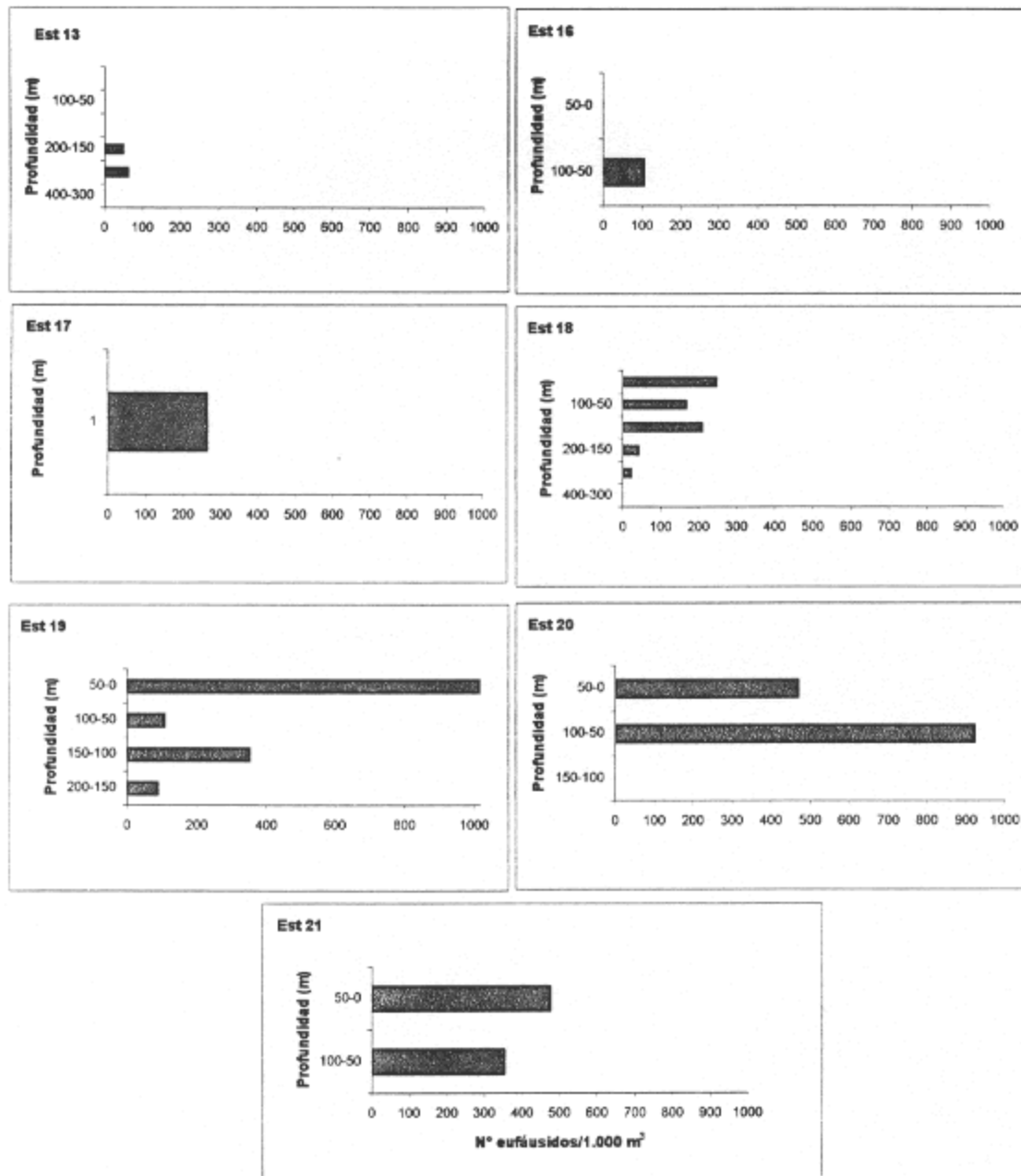


Fig. 61 Abundancia y distribución batimétrica de los euphausiidos por estación. Red WP-2 estratificada. Crucero Primavera 1998.

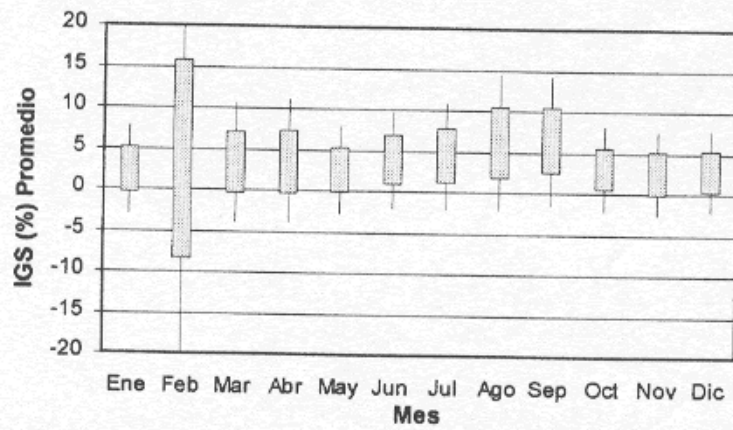
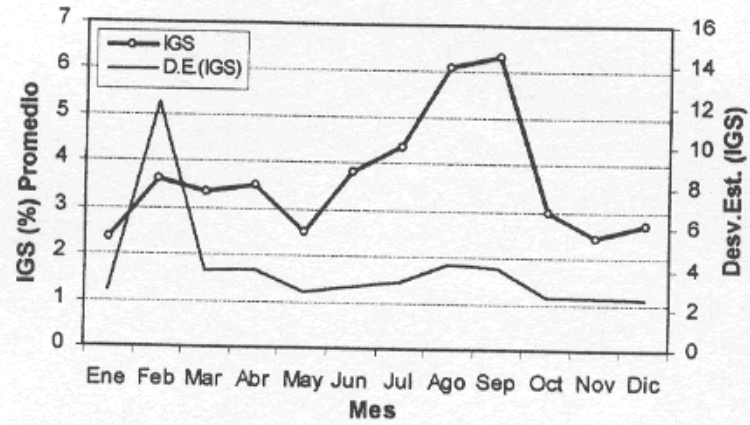


Figura 62. (Arriba) Índice gonadosomático (IGS) promedio mensual y desviación estándar del IGS. (Abajo) Cajón con bigotes para la variable IGS. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

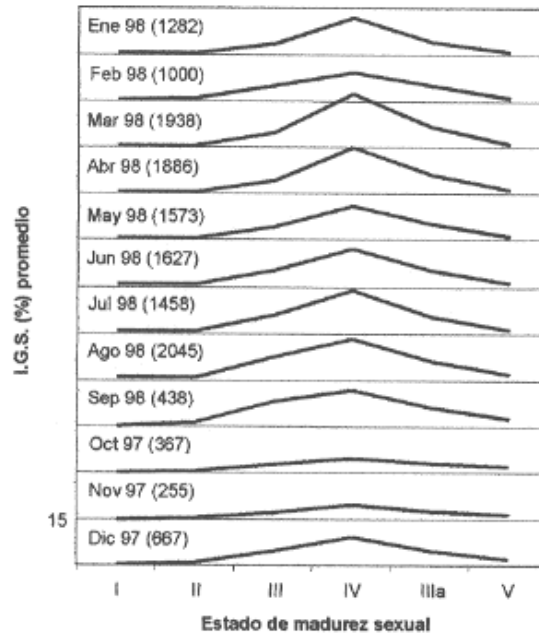


Figura 63. Índice gonadosomático (IGS) promedio mensual en función de los estados de madurez sexual definidos en la Tabla 1. Entre paréntesis se indica el número de individuos.

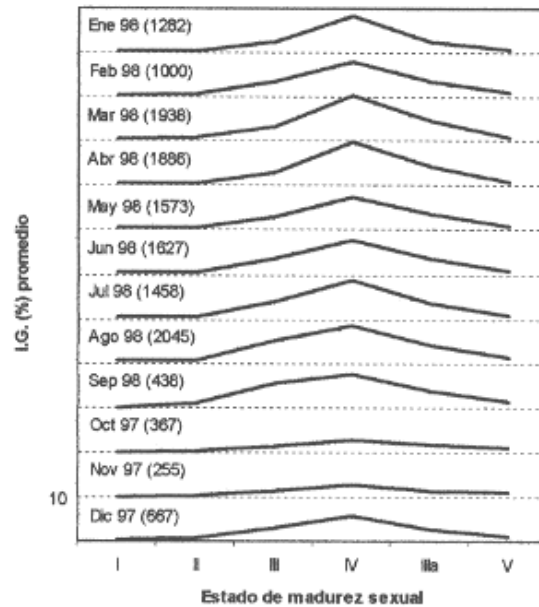


Figura 64. Índice gonádico (IG) promedio mensual en función de los estados de madurez sexual definidos en la Tabla 1. Entre paréntesis se indica el número de individuos. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

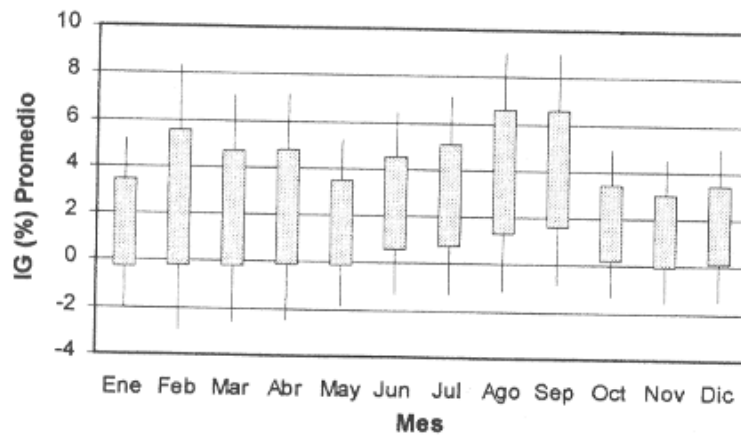
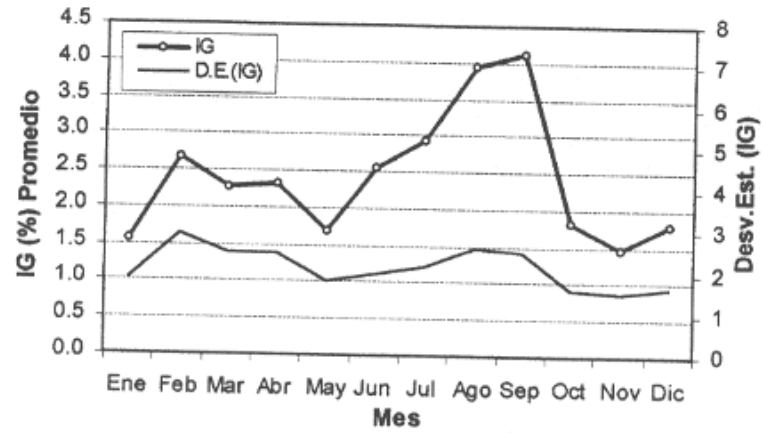


Figura 65. (Arriba) Índice gonádico (IG) promedio mensual y desviación estándar del IG. (Abajo) Cajón con bigotes para la variable IG. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

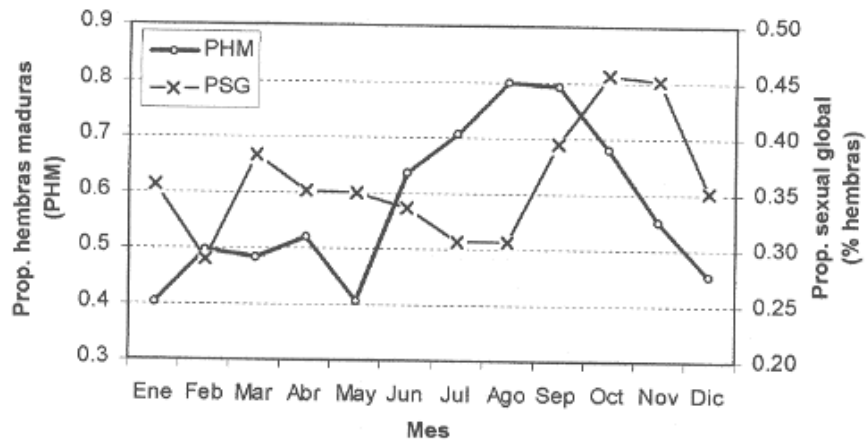


Figura 66. Proporción de hembras maduras (PHM, estados III, IV y IIIa) mensual y proporción sexual global (PSG, proporción de hembras) por mes. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

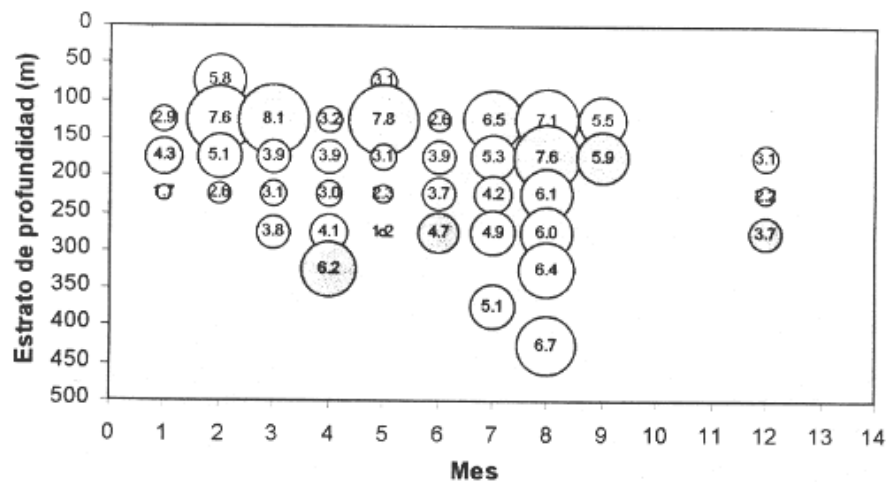


Figura 67. Índice gonadosomático (IGS) promedio de hembras de merluza común, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.

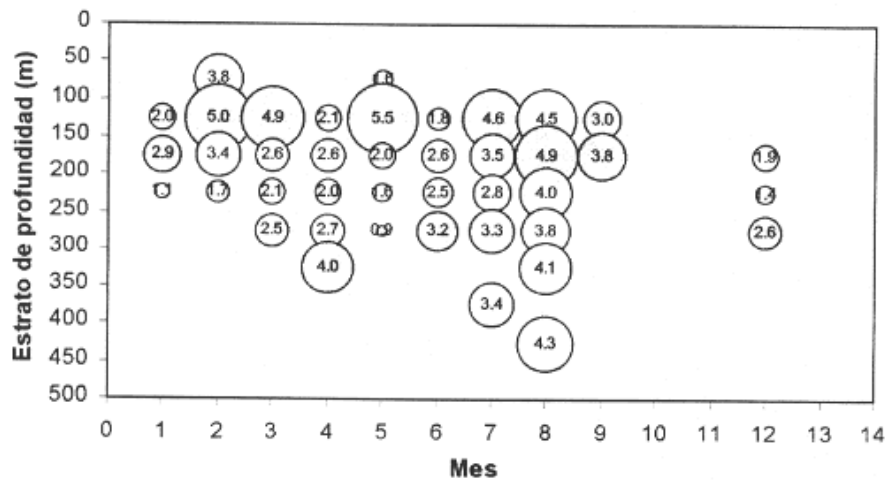


Figura 68. Índice gonádico (IG) promedio de hembras de merluza común, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.

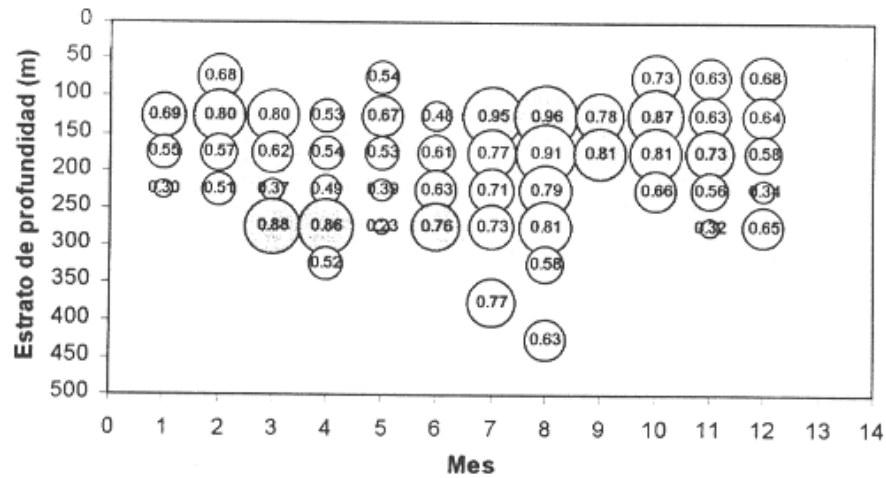


Figura 69. Proporción de hembras maduras (PHM, estados III, IV y IIIa) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.

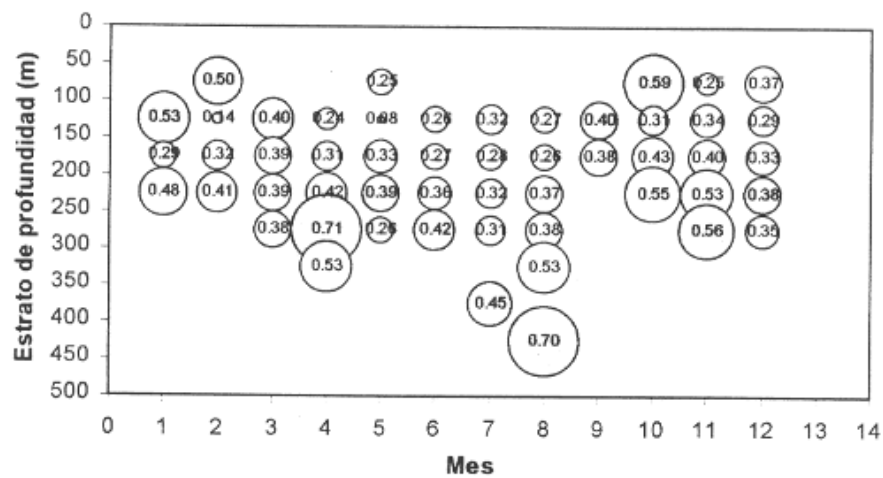


Figura 70. Proporción sexual global (PSG, proporción de hembras) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.

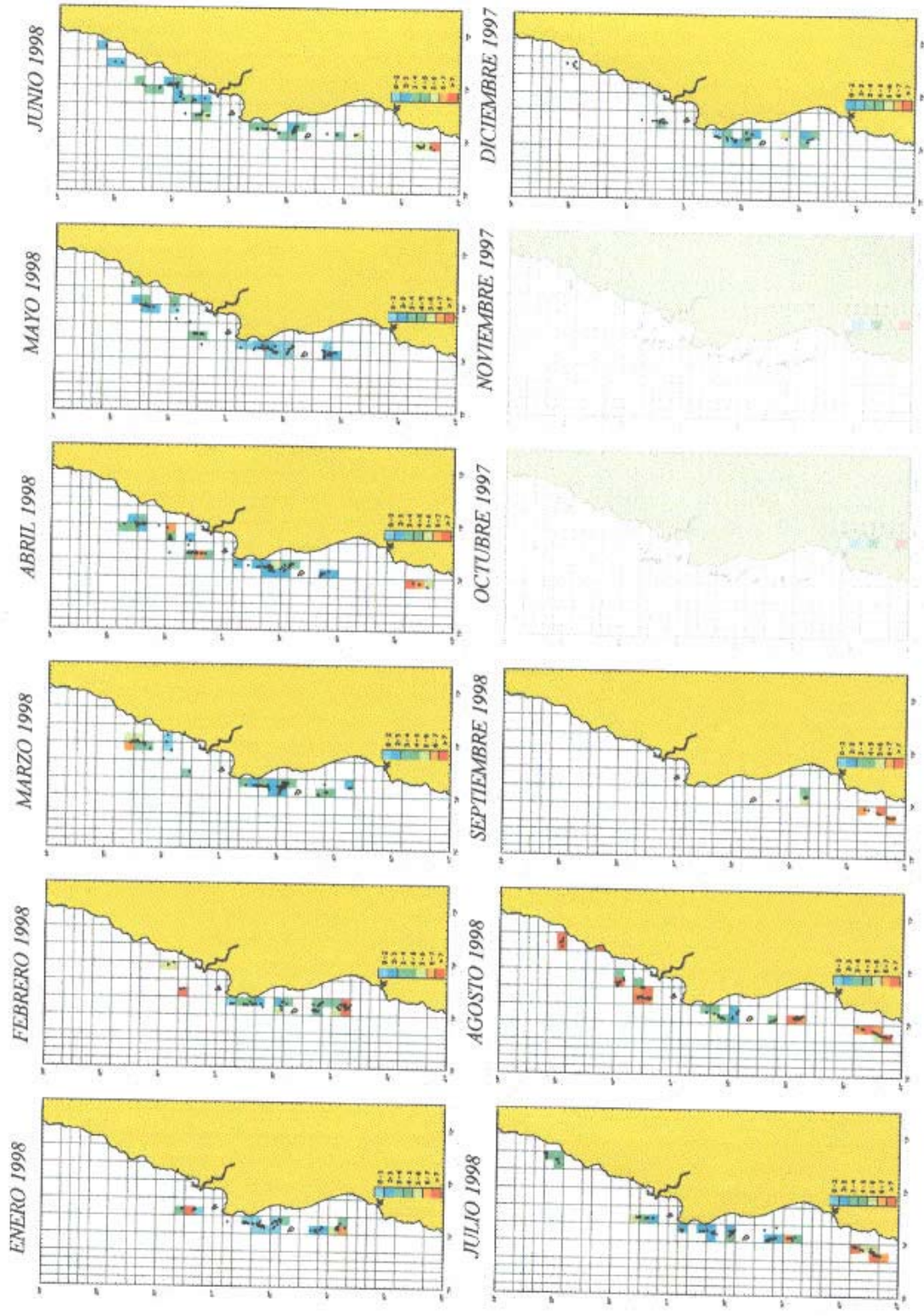


Figura 71. Cartografía del Índice Gonadosomático (IGS) promedio de hembras de merluza común, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998 (octubre y noviembre sin información).

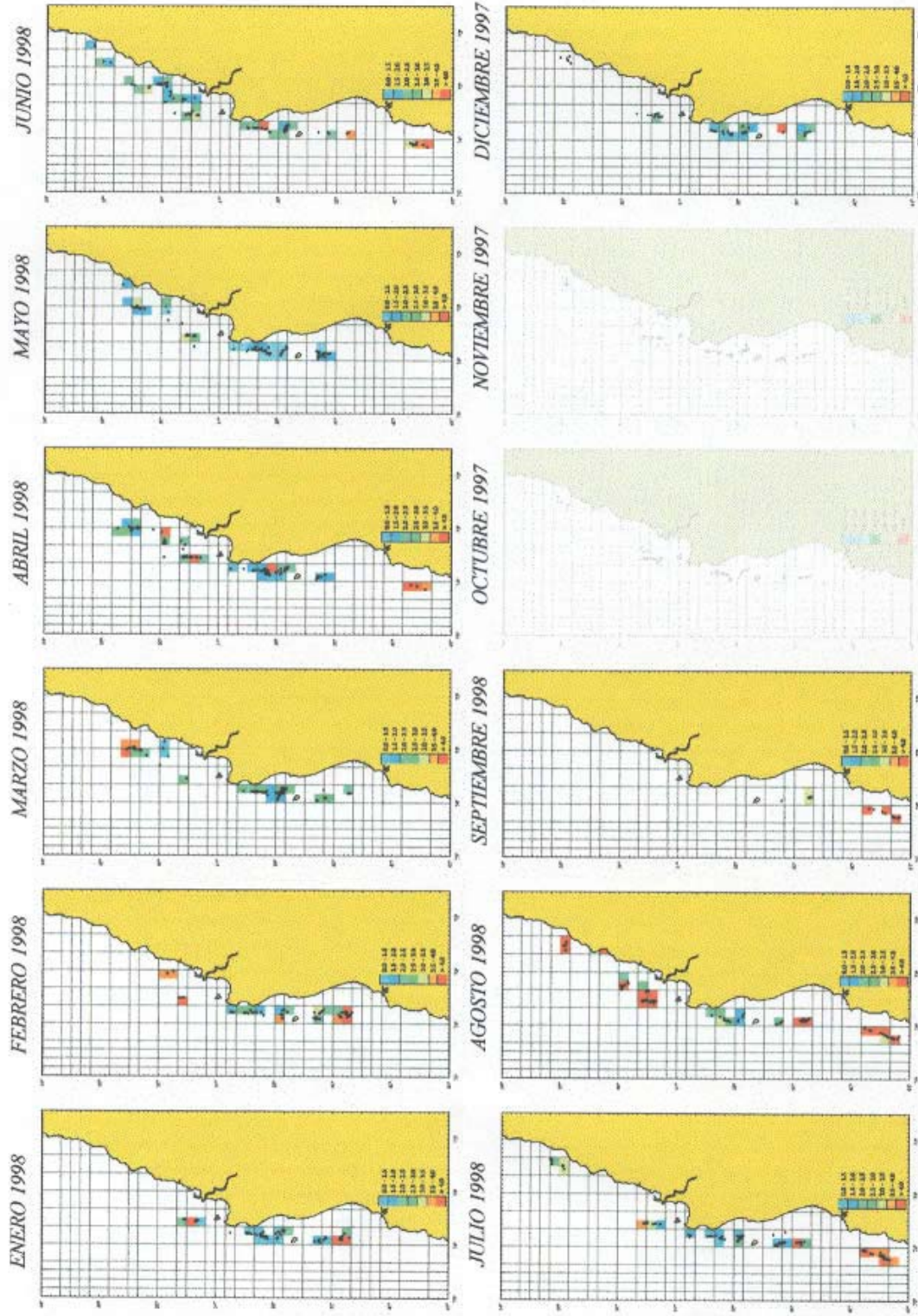


Figura 72. Cartografía del Índice Gonádico (IG) promedio de hembras de merluza común, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998 (octubre y noviembre sin información).

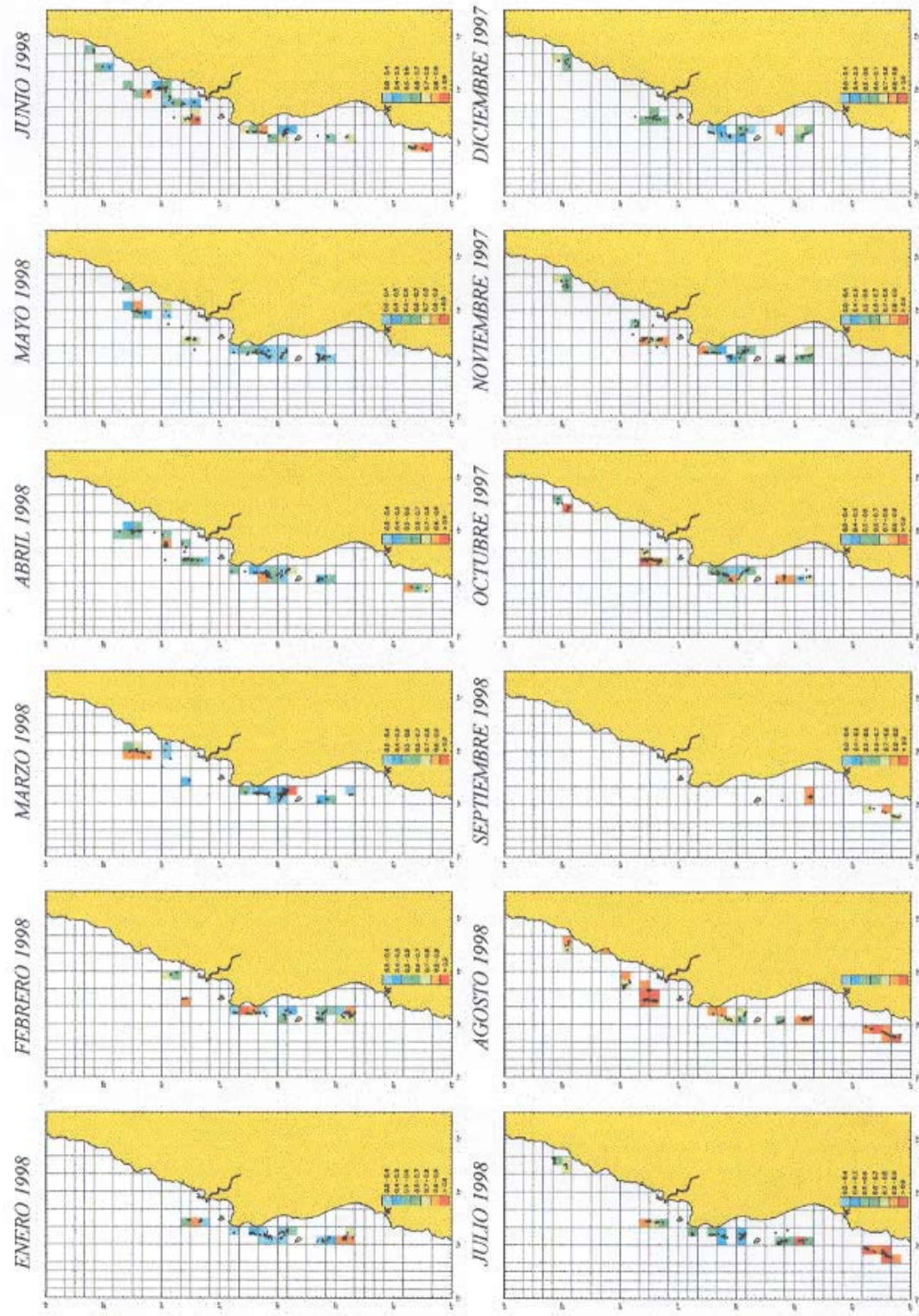


Figura 73. Cartografía de la proporción de hembras maduras (PHM, estados III, IV y IIIa) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

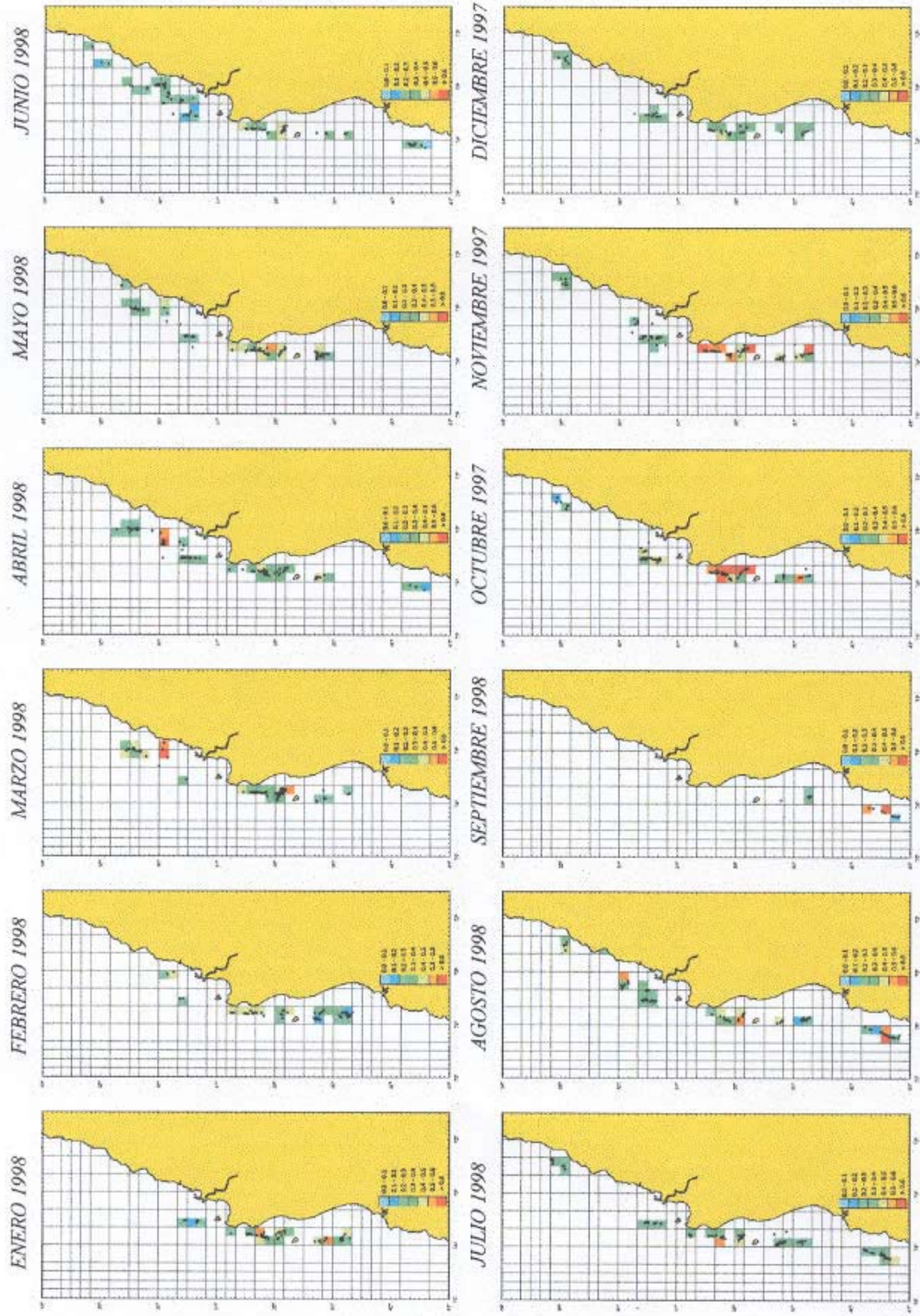


Figura 74. Cartografía de la proporción sexual global (PSG, % de hembras) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

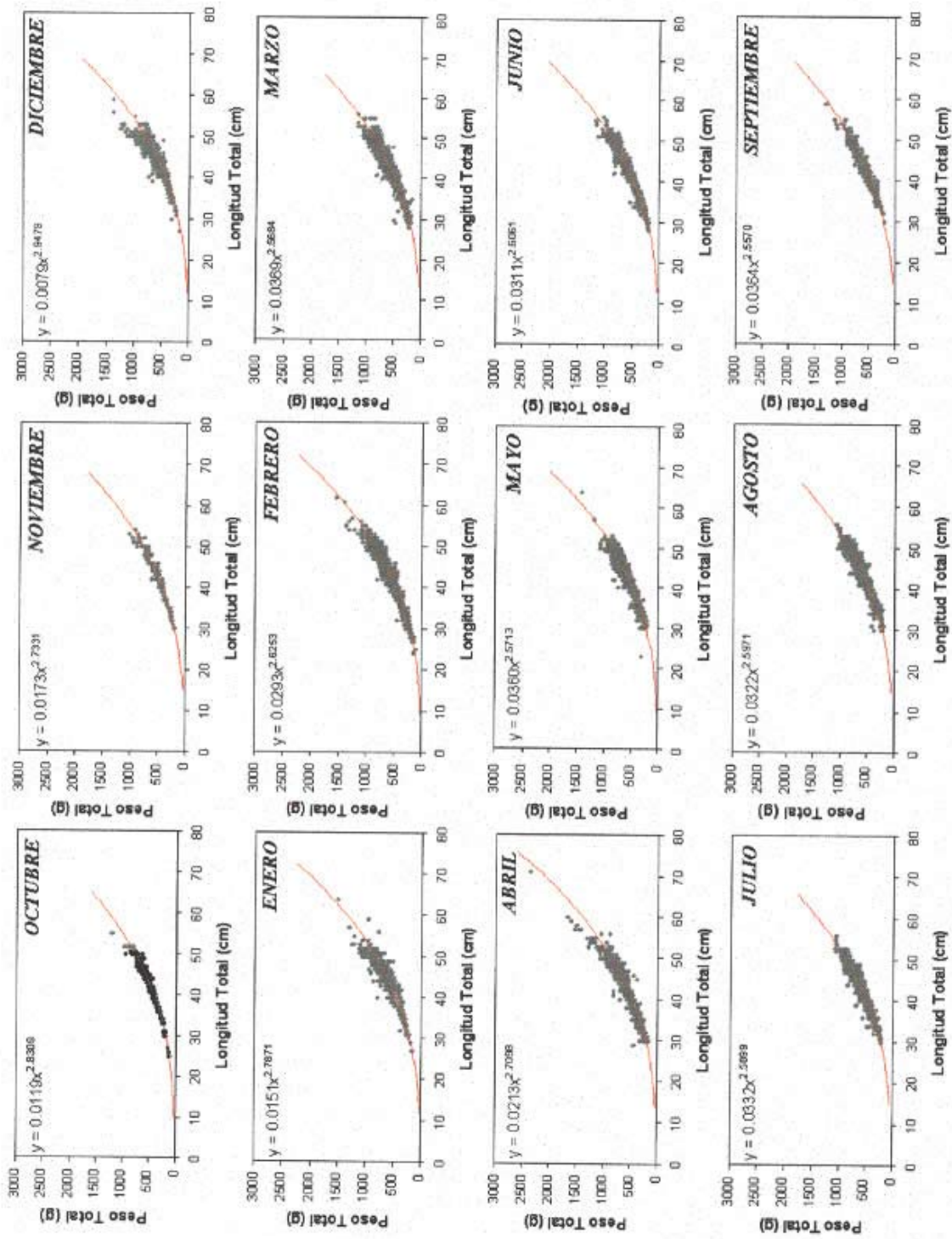


Figura 75. Relación talla-peso para machos de merluza común entre octubre de 1997 y septiembre de 1998.

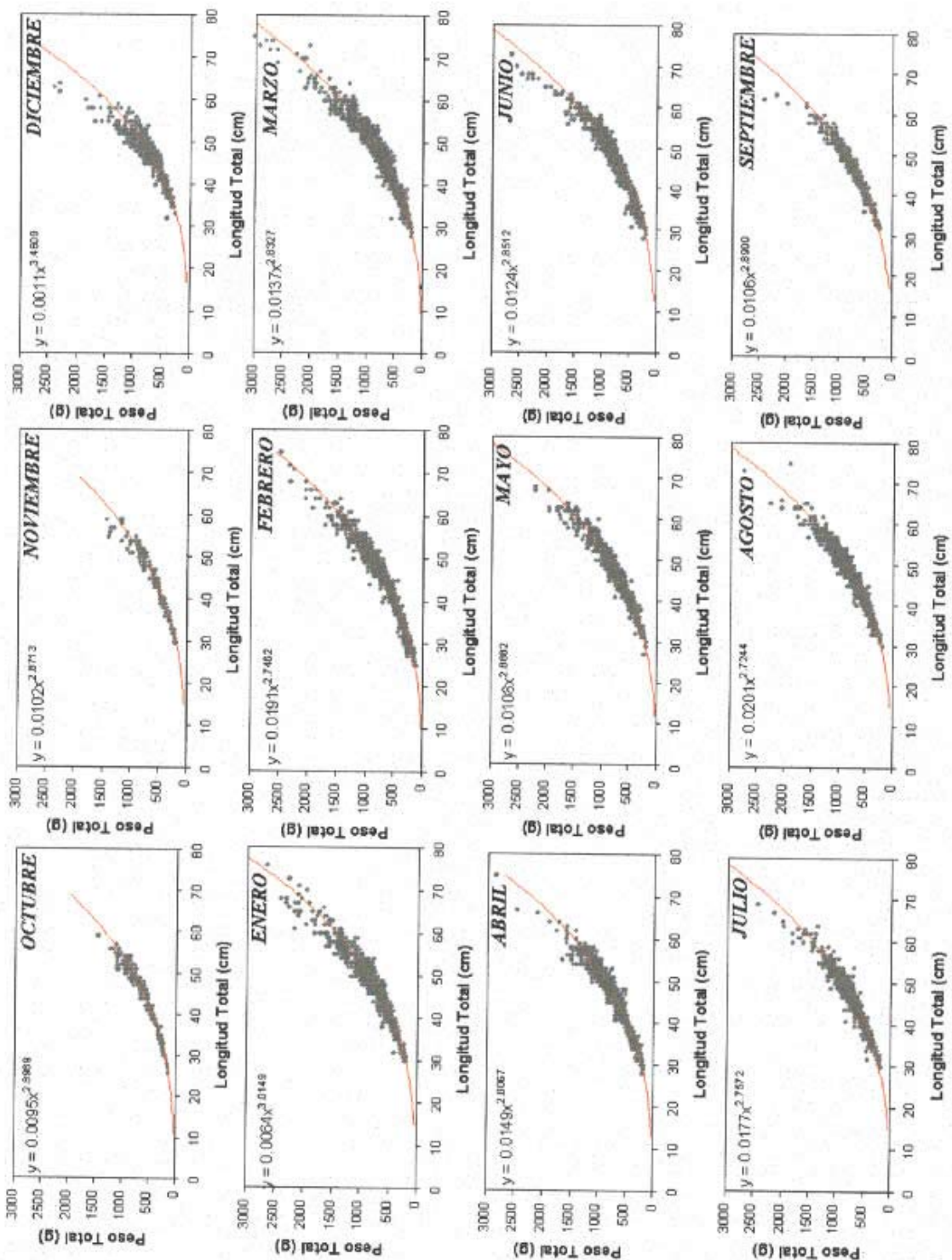


Figura 76. Relación talla-peso para hembras de merluza común entre octubre de 1997 y septiembre de 1998.

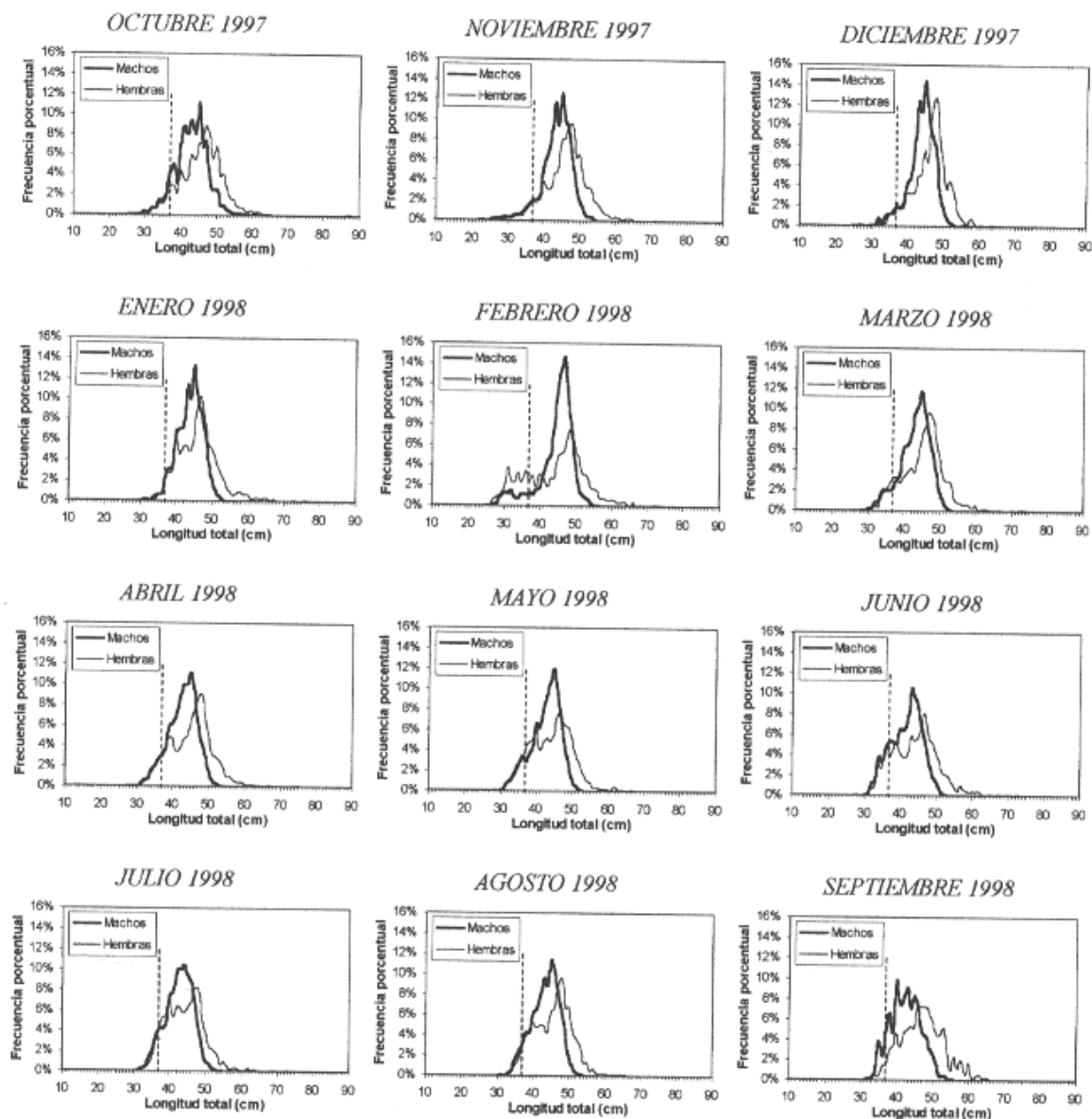


Figura 77. Distribución de frecuencias de tallas (machos y hembras) en las capturas industriales de merluza común, entre octubre de 1997 y septiembre de 1998. La línea vertical indica la fracción menor de 37 cm.

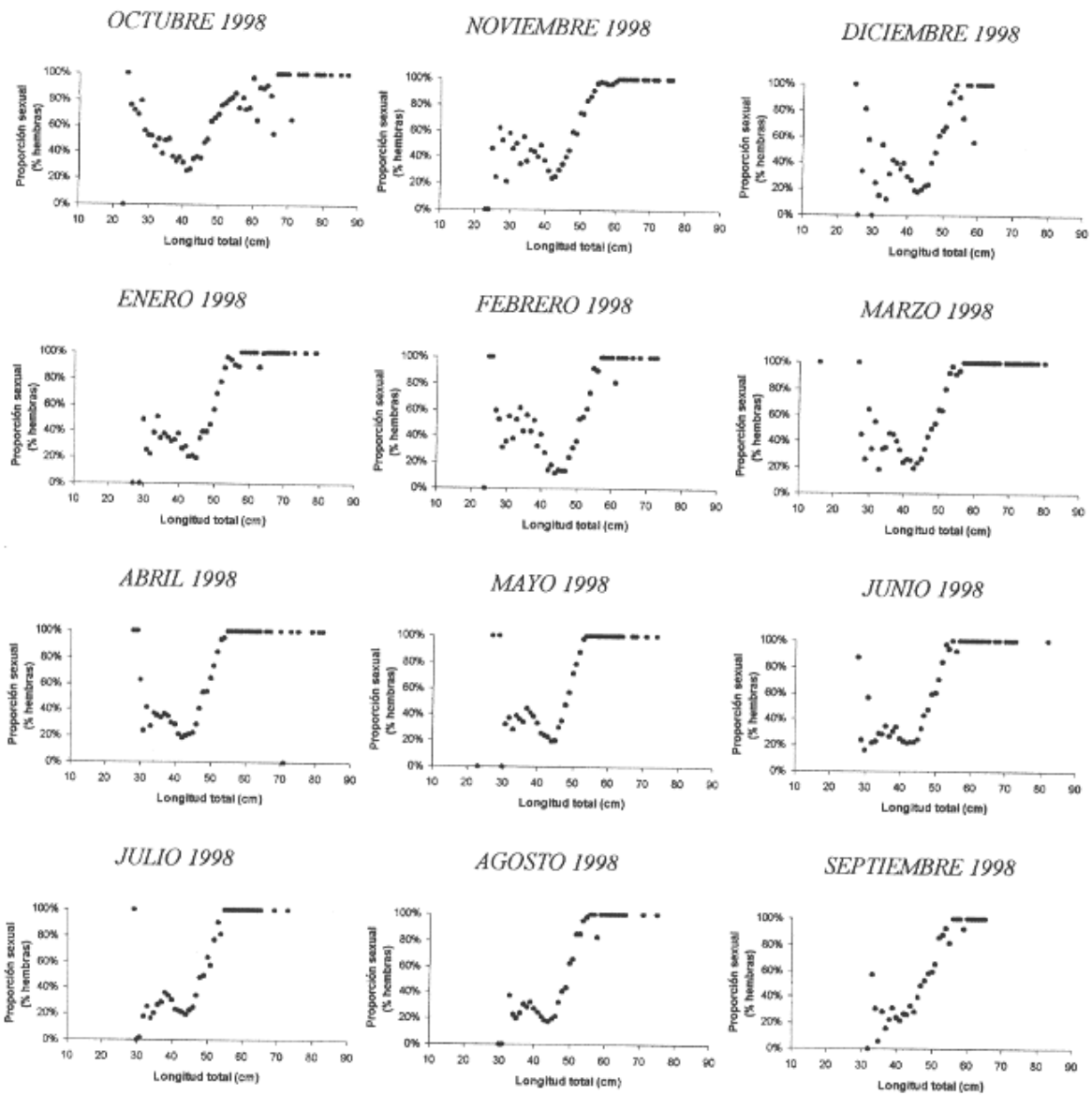


Figura 78. Proporción sexual (% de hembras) a la talla en merluza común. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

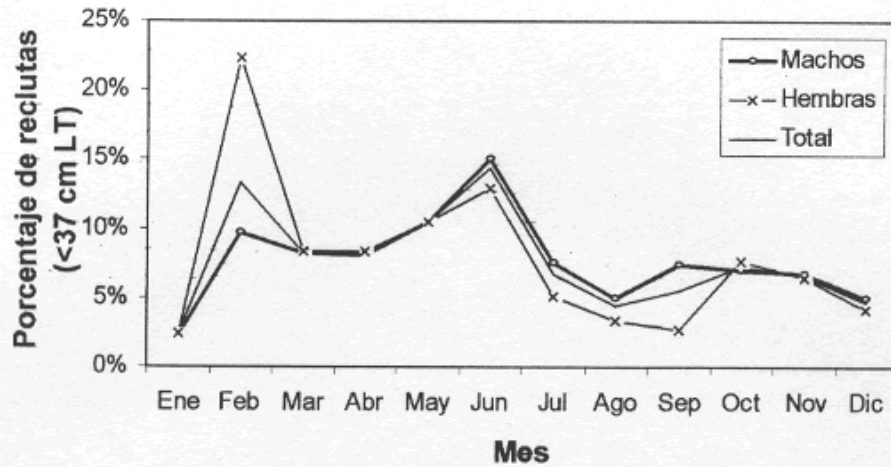


Figura 79. Porcentaje mensual de reclutas (individuos menores de 37 cm de LT), en función de la cantidad total de ejemplares del sexo, observados en las capturas industriales de merluza común. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

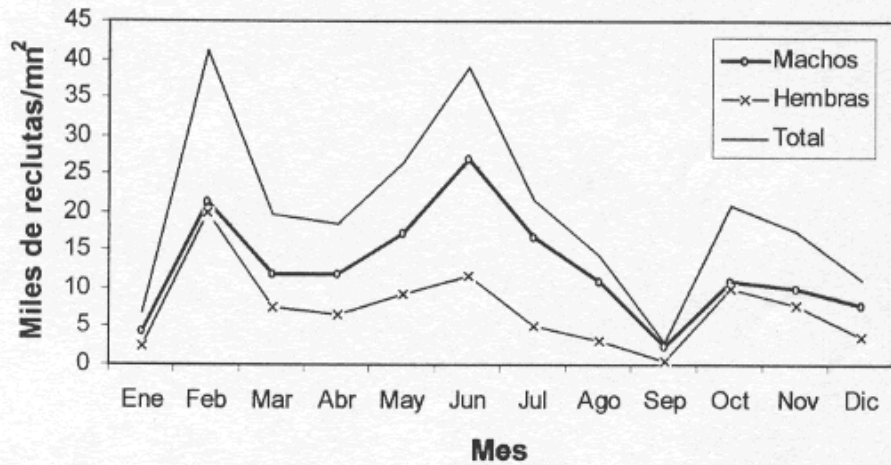


Figura 80. Índice de reclutamiento (miles de reclutas en las capturas/mn²), por sexo en merluza común. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

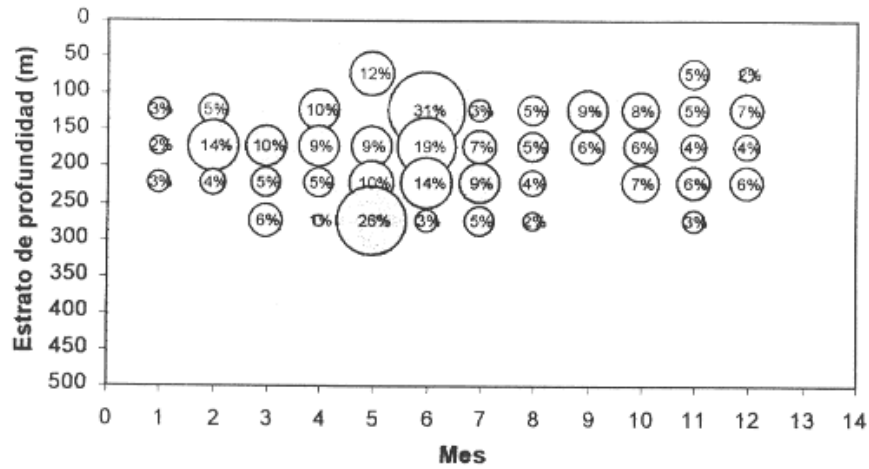


Figura 81. Porcentaje de reclutas (individuos menores de 37 cm de LT) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.

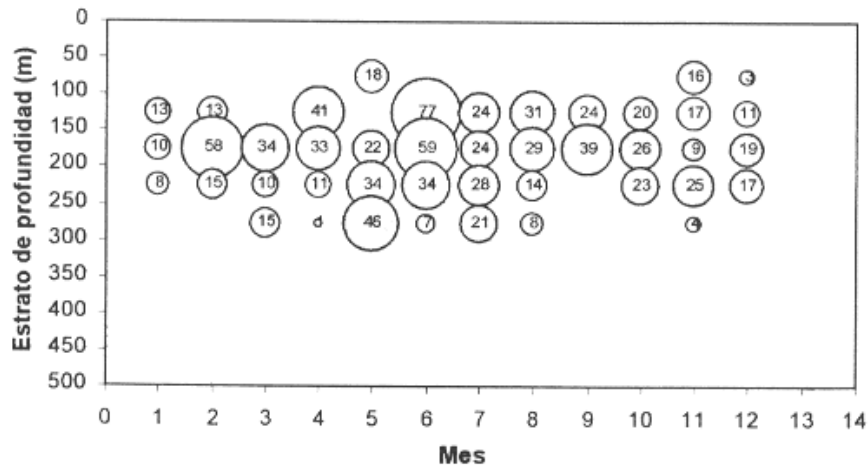


Figura 82. Índice de reclutamiento (miles de reclutas en las capturas/mn²) promedio, en función del mes y estrato de profundidad. El círculo achurado indica el registro máximo.

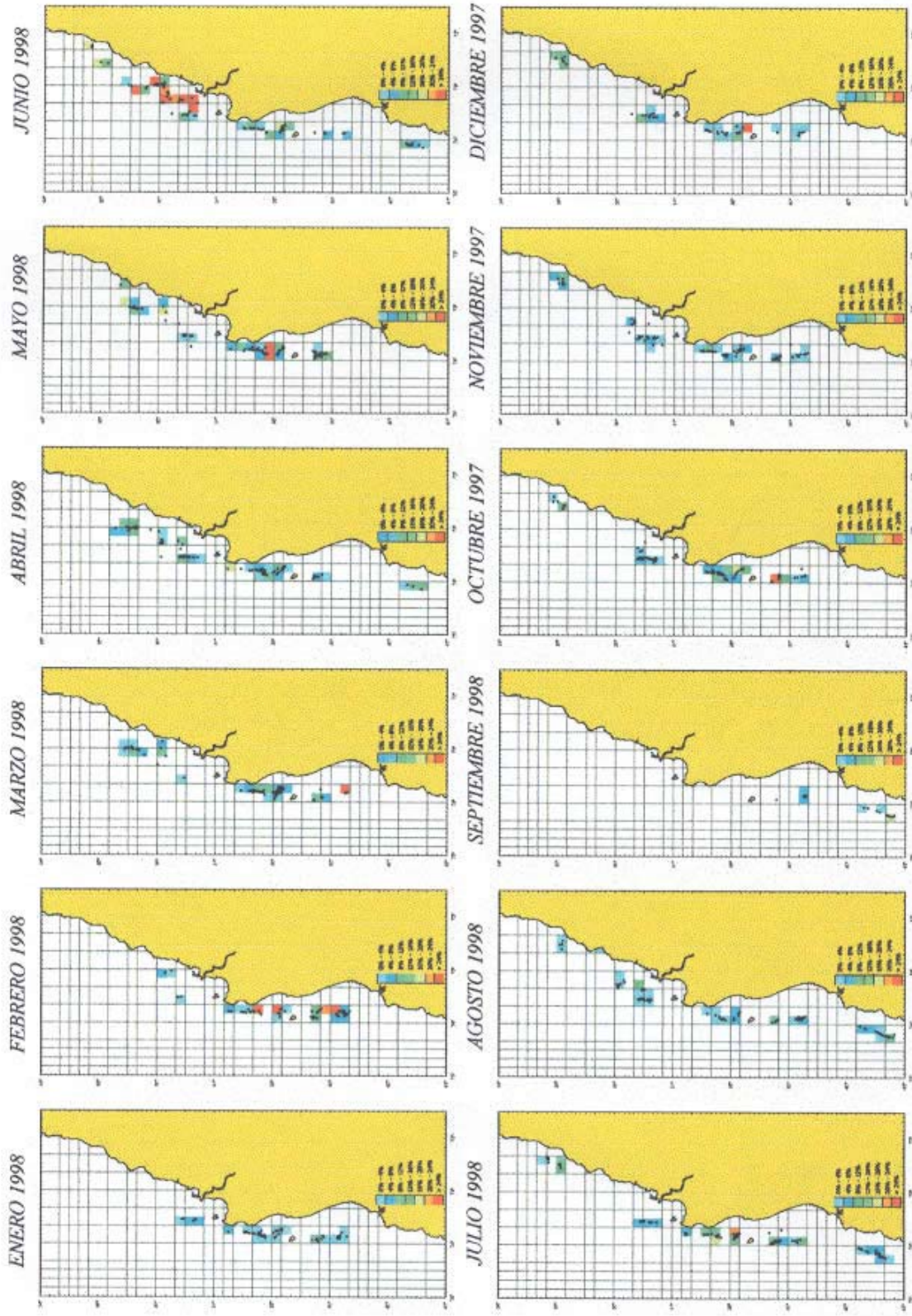


Figura 83. Cartografía del porcentaje de reclutas (individuos < 37 cm LT) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

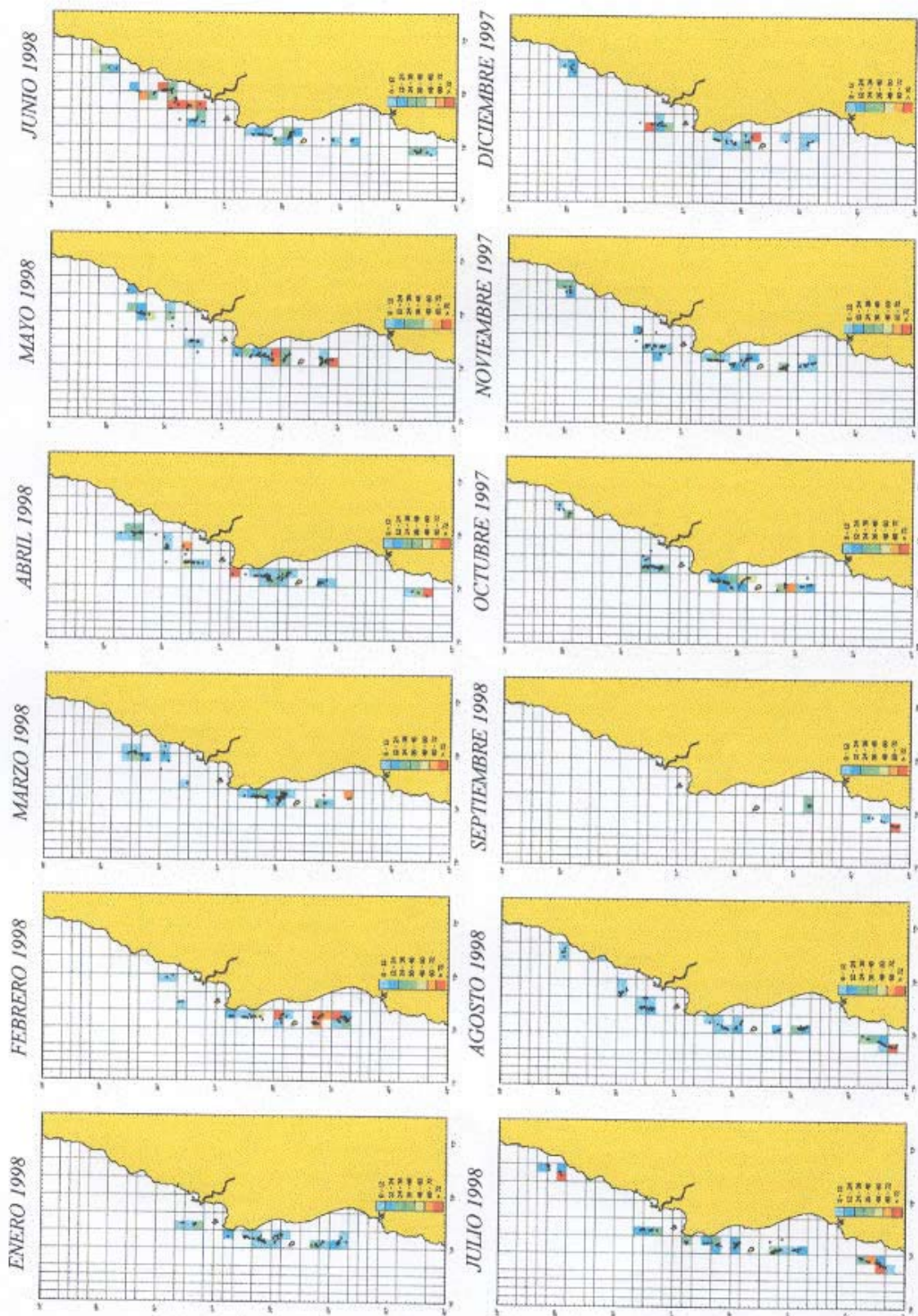


Figura 84. Cartografía del índice de reclutamiento (miles de reclutas por mn^2) promedio, por zona. Octubre de 1997 a septiembre de 1998.

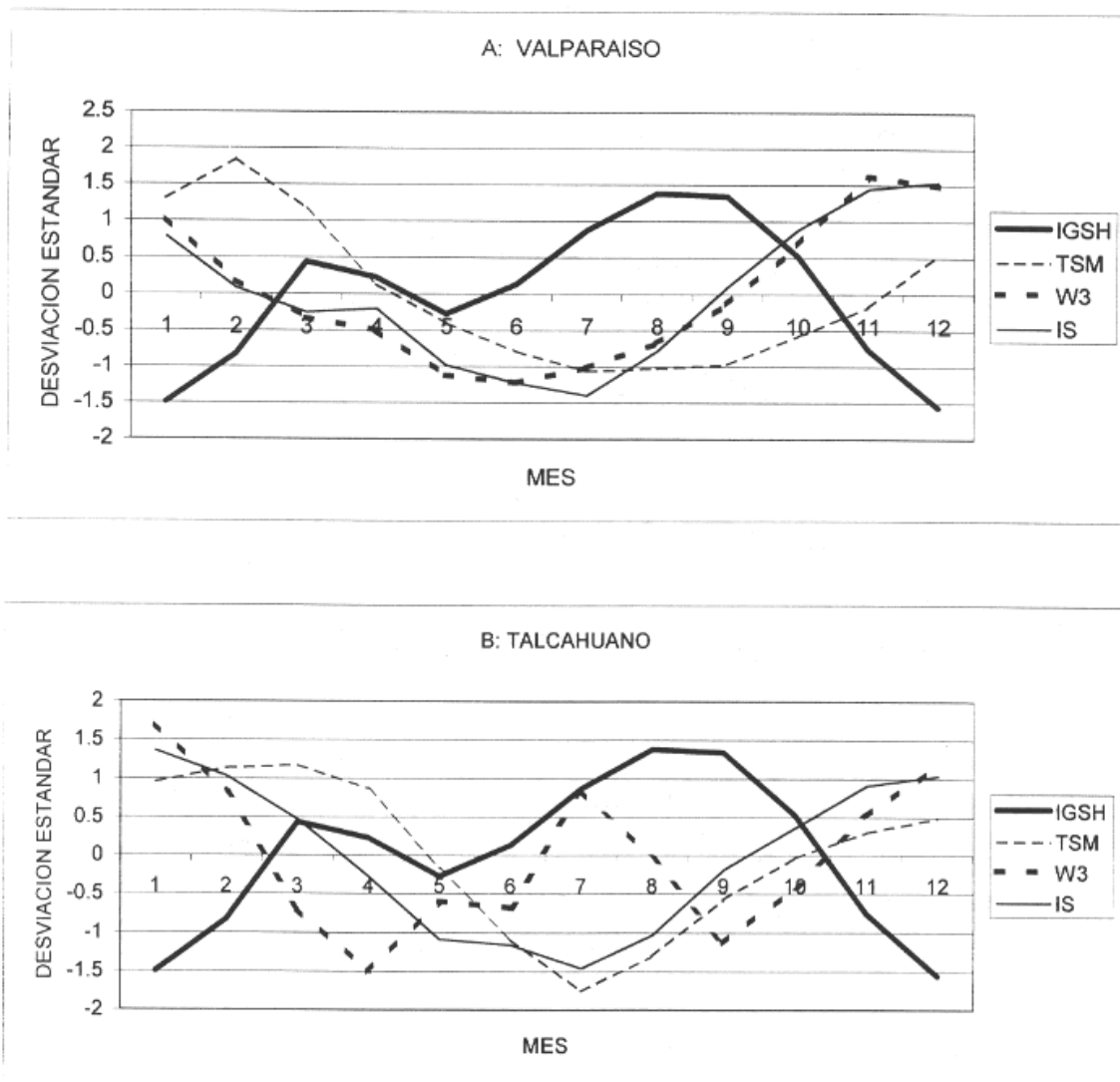


Fig. 85 Variación mensual promedio histórico (1985-1996), expresada en unidades de desviación estandar del índice gonadosomático (IGSH), la temperatura superficial del mar (TSM), la turbulencia (W3) y el índice de surgencia (IS). Para la zona de Valparaiso (A) y Talcahuano (B)

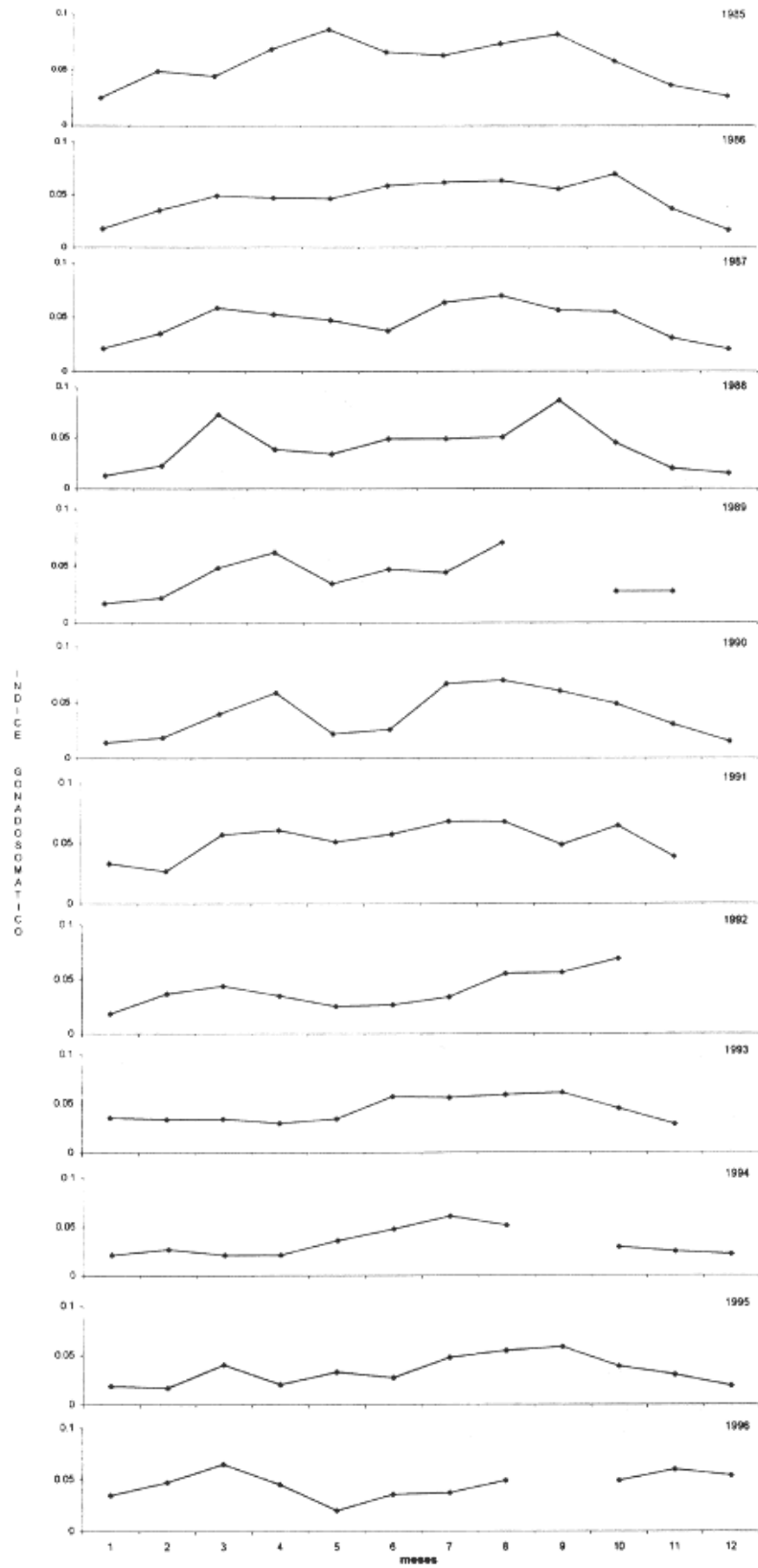


Fig.86 Distribución histórica del Índice Gonadosomático (IGS) por mes de merluza común (ejemplares hembras > 37 cm.) 1985 - 1997.

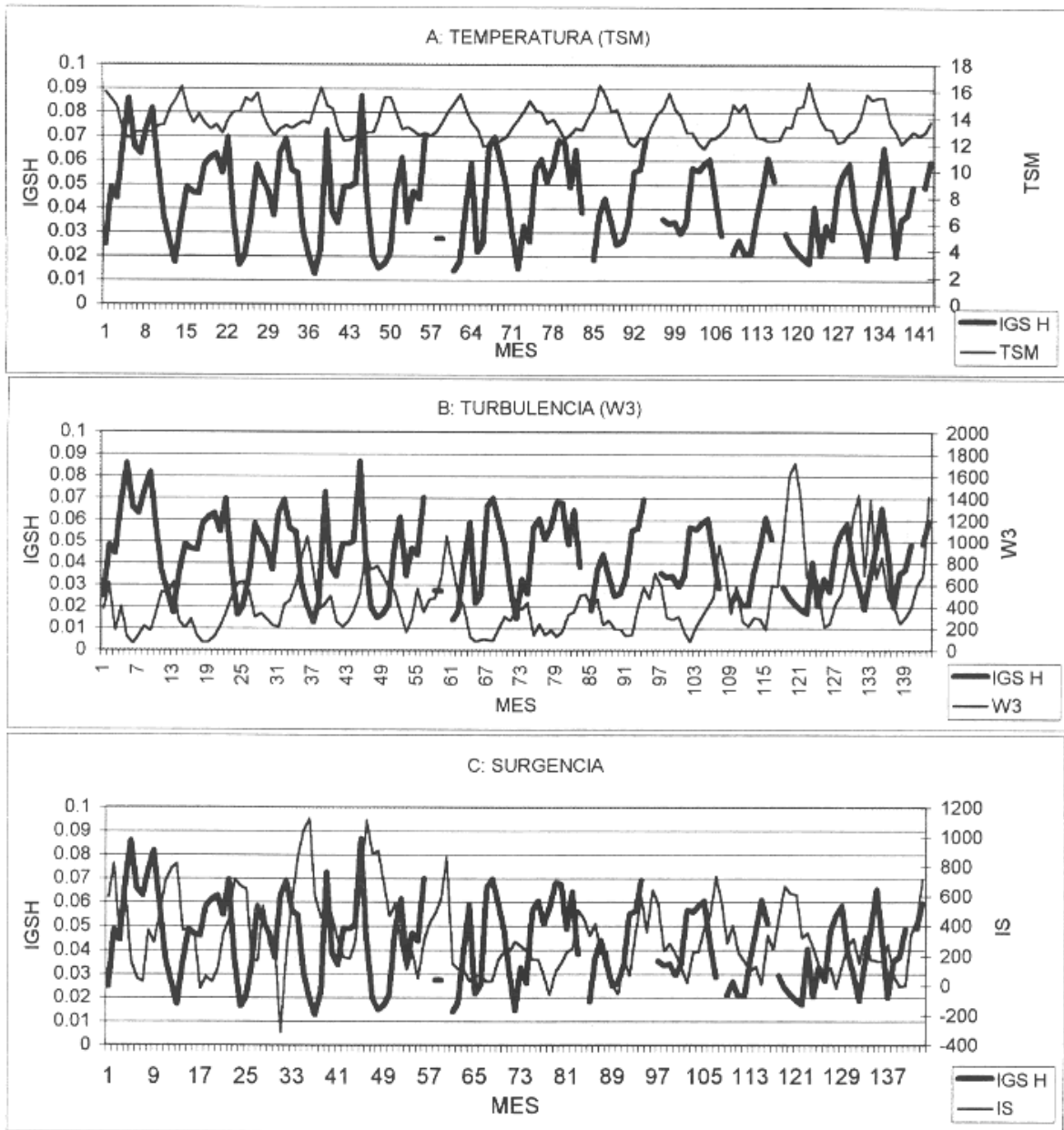


Fig. 87 Variabilidad mensual del IGSH y las variables ambientales de Valparaíso
 Mes 1 corresponde a enero de 1985.

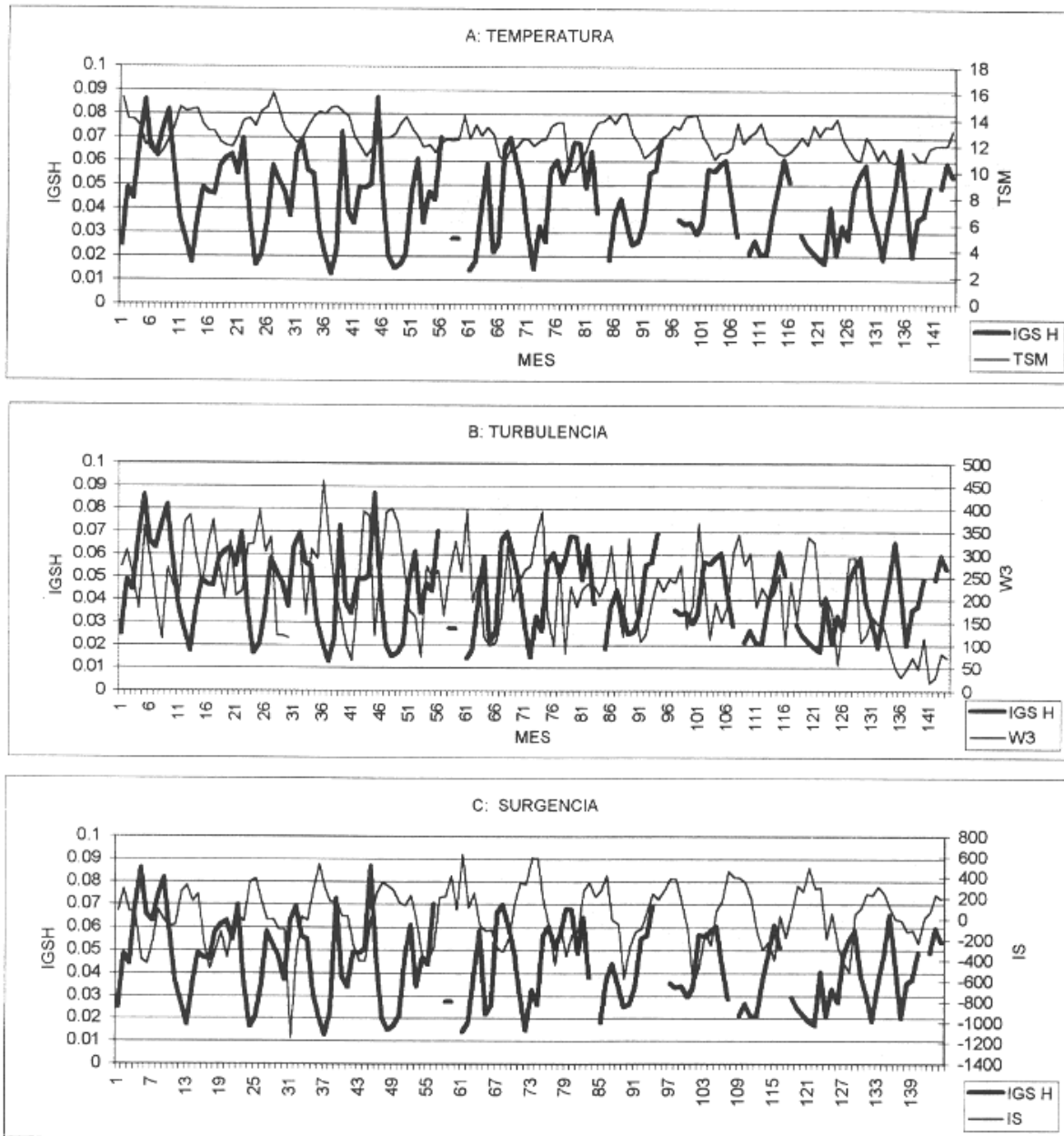


Fig. 88 Variabilidad mensual del IGSH y las variables ambientales de Talcahuano
 Mes 1 corresponde a enero de 1985.

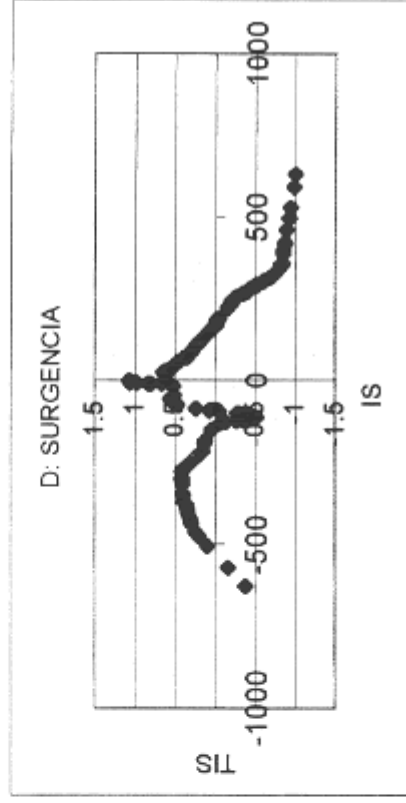
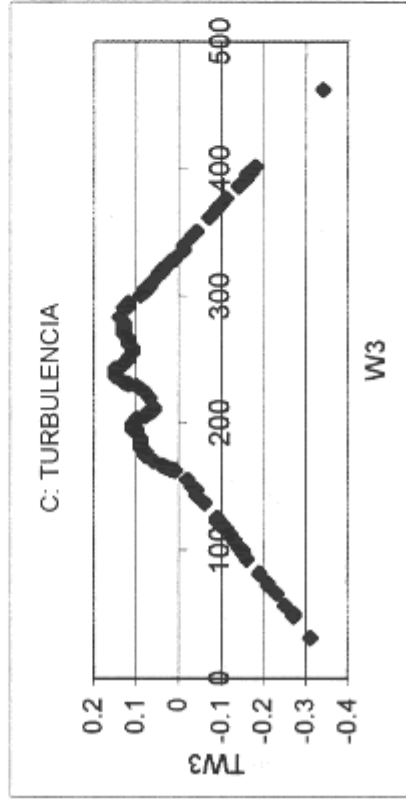
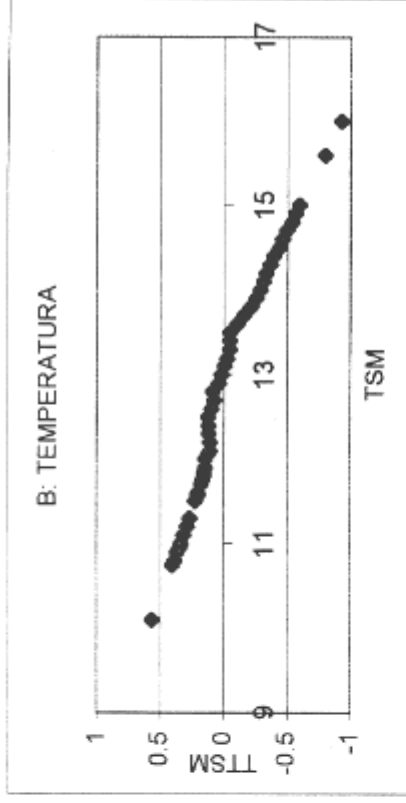
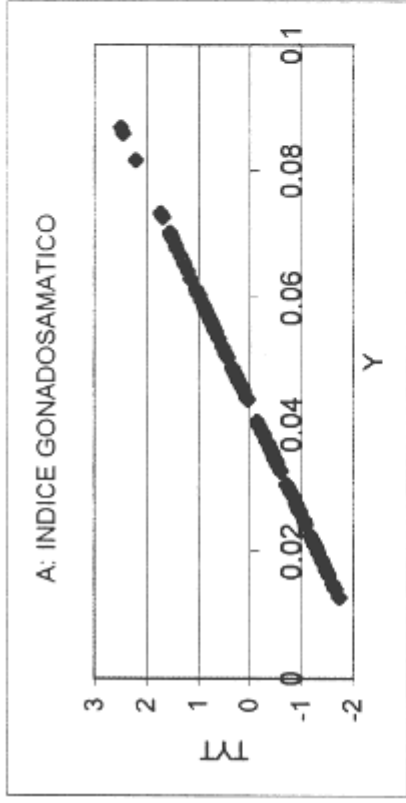


Fig. 89 Transformaciones del algoritmo ACE para el índice gonadosomático y las variables ambientales de Talcahuano

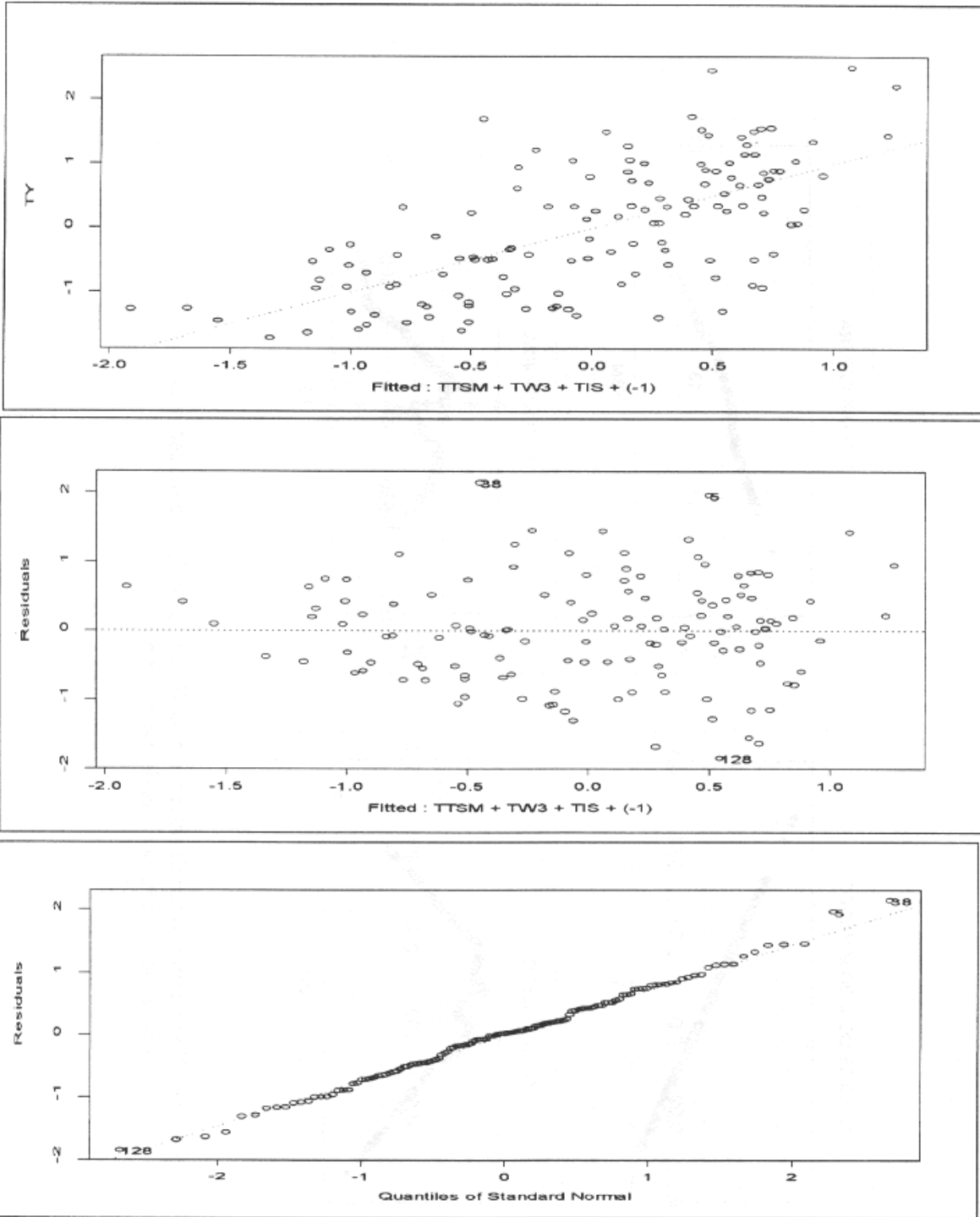


Fig. 90 Ajuste del modelo lineal de las variables transformadas para Talcahuano

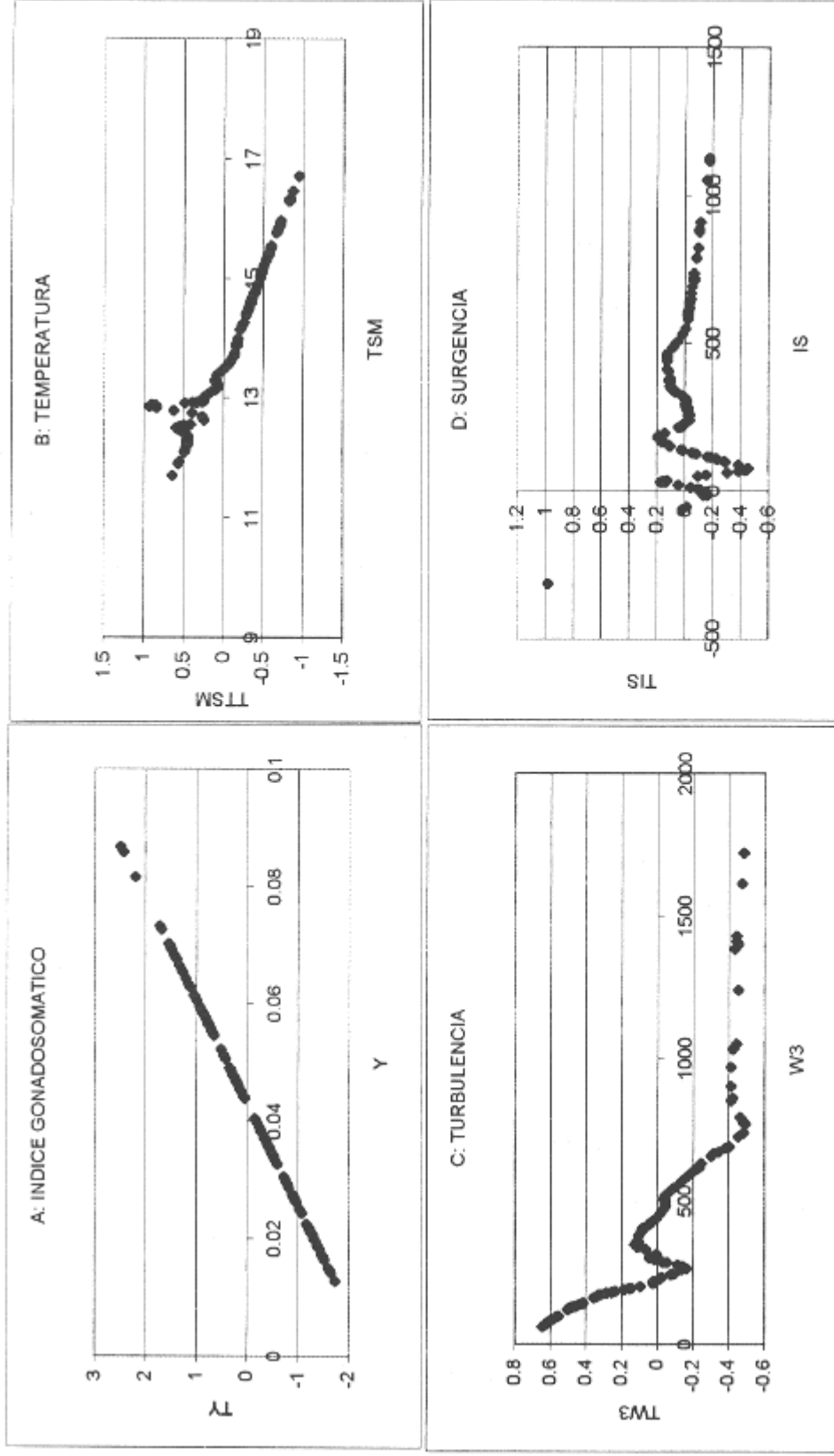


Fig. 91 Transformaciones del algoritmo ACE para el índice gonadosomático y las variables ambientales de Valparaíso

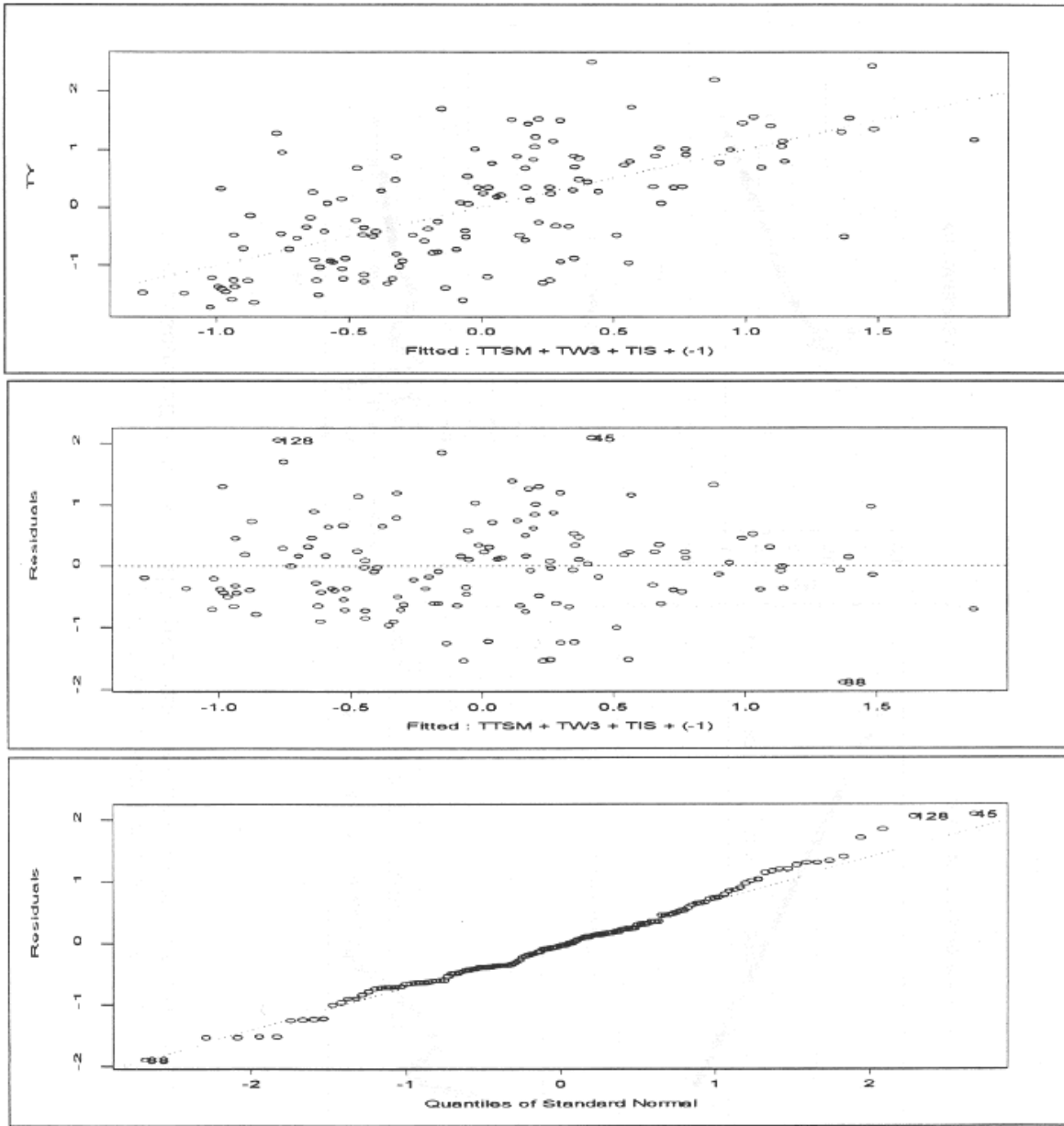


Fig. 92 Ajuste del modelo lineal de las variables transformadas para Valparaíso

T A B L A S

Tabla 1

Porcentaje del desembarque representado en las bitácoras de merluza común industrial recolectadas por SERNAPESCA entre 1982 y 1997

AÑO	Desembarque		Captura	% del desem.
	Total	Industrial	Industrial	
1982	26393	18332	4579	25
1983	25294	18591	16299	88
1984	33220	23578	19932	85
1985	28688	21280	17533	82
1986	29715	21116	12462	59
1987	30905	22579	22301	99
1988	50136	40428	24854	61
1989	46881	35972	28404	79
1990	52798	44094	22529	51
1991	63903	53809	23779	44
1992	62644	54324	18131	33
1993	64262	51657	34116	66
1994	68107	54209	51405	95
1995	75403	58832	40922	70
1996	92124	69763	64378	92
1997	87620	74734	72930	98

Tabla 2 Cobertura espacial y despliegue de esfuerzo total por puerto base, serie 1982 a 1997.

Puerto	N° Cuad visitadas	% cobertura espacial	Esfuerzo (h.ar.)	% esfuerzo
Quintero	46	11.22	842.8	0.36
Valparaíso	81	19.76	7642.2	3.23
San Antonio	145	35.37	64797.0	27.38
Tomé	9	2.20	614.0	0.26
Talcahuano	361	88.05	150571.0	63.63
San Vicente	84	20.49	11759.8	4.97
Valdivia	13	3.17	401.6	0.17
Total	410		236628.4	

Tabla 3

Número de embarcaciones por año, puerto base y clase de potencia (H.P.).

SAN ANTONIO																
HP	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
198 - 550	3	3	0	0	0	0	0	3	3	4	5	4	6	6	9	12
568 - 960	3	3	3	2	2	2	3	2	0	1	0	0	1	0	1	1
200 - 185	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0
1900 -240	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

TALCAHUANO																
HP	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	
198 - 550	3	5	3	1	5	7	5	5	4	5	11	6	6	6	5	
568 - 960	3	4	3	3	4	4	4	5	3	2	4	6	4	6	6	
200 - 185	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	2	
1900 -240	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	6	7	7	7	7	

Tabla 4. Escala de madurez sexual para hembras de *Merluccius gayi gayi* (Balbontín y Fisher, 1981)

FASE	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Virginal	Ovarios pequeños, filiformes, sexo discernible.
II	Inmaduro	Ovario claramente diferenciado, de paredes firmes, gruesas. Color rosado claro.
III	En maduración	Ovario de gran volumen, turgesciente, con escasa vascularización, color amarillo pálido y aspecto granular fino.
IV	Maduro	Ovario turgesciente, de gran volumen, con zonas translúcidas, color anaranjado opaco, al presionar fluyen ovocitos hidratados. Vascularización tenue, con vasos delgados. Ovario muy delicado al manejarlo.
IIIa	Maduración, desove parcial reciente	Ovario ligeramente flácido, muy vascularizado, aspecto granular grueso, color amarillo oscuro, quedan ovocitos hidratados en la parte media del ovario cuando se ha producido un desove parcial reciente o bien, en las partes anterior o posterior cuando se esta hidratando otra vez. Este ovario pasa nuevamente a IV.
V	En regresión	Ovario flácido, distendido, de paredes muy delgadas y lumen grande, color rojizo, muy sanguinolento. Este ovario pasa a II.

Tabla 5. Epocas de desove principal (❶) y secundario (❷) para *M. gayi gayi* (adaptado de Alarcón y Arancibia, 1993).

AUTOR	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Delfin (1903)				❶	❶					❶	❶	
Poulsen (1952)				❷	❷					❶	❶	
De Buen (1958)	❶	❷	❷				❷	❶	❶	❶	❶	❶
Fischer (1959)	❷	❷	❷				❷	❷	❶	❶	❶	❷
Sánchez (1959)						❶				❶		
Miranda (1966)											❶	
Balbontín y Fisher (1981)												
Coquimbo		❷					❶	❶	❶	❶	❶	❷
San Antonio				❷	❷	❷	❶	❶	❶	❶	❷	
San Vicente	❷	❷						❶	❶	❶	❶	❷
Alarcón y Arancibia (1993)								❶	❶	❶	❶	
Este estudio (1998)		❷	❷	❷			❶	❶	❶			

Tabla 6. Valores de densidad (Sa/mn²) por rango de profundidad y crucero

Verano													
Día	Total Sa			0 - 20			21 - 40			41 - 60			
Rango	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	
< 100	7.2	6	115	7.2	6	115	0.0	6	0.0	0.0	6	0.0	
101- 200	40.2	34	2421	31.3	34	873	7.4	34	410	1.5	34	18	
201- 300	168.6	9	3249	68.1	9	1699	85.1	9	225	15.4	9	114	
301- 400	74.6	5	723	35.0	5	525	22.6	5	42	17.0	5	113	
401- 500	22.5	8	1146	8.9	8	398	7.0	8	82	6.6	8	79	
Promedio	46.7	63	2874	31.2	63	1145	10.3	63	328	5.2	63	82	
Noche													
Rango	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	
< 100	0.0	1	0	0.0	1	0	0.0	1	0	0.0	1	0	
101- 200	12.7	38	602	12.7	38	375	0.0	38	0	0.0	38	0	
201- 300	39.2	9	15512	15.5	9	168	0.0	9	0	23.7	9	0	
301- 400	179.4	5	19008	95.4	5	17766	15.8	5	351	68.2	5	16	
401- 500	287.2	9	10242	17.5	9	744	4.6	9	166	265.1	9	267	
Promedio	69.6	62	14340	20.3	62	2289	1.9	62	72	47.4	62	44	
Razon	1.49			0.65			0.18			9.12			
Otoño													
Rango	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	
< 100	7.0	3	98	7.0	3	98	0.0	3	0	0.0	3	0	
101- 200	83.8	33	2907	64.9	33	3146	10.5	33	199	8.4	33	218	
201- 300	101.8	9	4365	67.8	9	3031	19.7	9	644	14.3	9	135	
301- 400	185.8	4	7968	76.5	4	1078	52.5	4	554.8	56.8	4	2278	
401- 500	66.0	9	1979	34.3	9	1050	17.3	9	307	14.4	9	254	
Promedio	86.8	58	4034	58.4	58	2784	15.3	58	424	13.1	58	495	
Razon	1.44			1.40			1.73			1.27			
Invierno													
Rango	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	
< 100	5.0	1	0	5.0	1	0	0.0	1	0	0.0	1	0	
101- 200	76.2	36	8559	75.9	36	8552	0.3	36	2	0.0	36	0	
201- 300	156.8	6	13800	156.8	6	13800	0.0	6	0	0.0	6	0	
301- 400	2047.0	7	453580	973.7	7	565245	641.0	7	960624	432.3	7	733759	
401- 500	733.9	6	70583	82.7	6	34168	82.3	6	34168	568.0	6	2466	
Promedio	384.8	56	1049012	187.8	56	111906	86.1	56	162424	110.9	56	233829	
Razon	1.39			0.77			1.04			2.70			
Primavera													
Rango	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	
< 100	0.0	31	795	13.1	31	795	0.0	31	0	0.0	31	0	
101- 200	13.1	9	1142299	560.9	9	1093446	18.9	9	915	0.0	9	0	
201- 300	579.8	5	820706	75.8	5	8820	469.6	5	475231	297.6	5	109301	
301- 400	843.0	7	0	0.0	7	0	6.0	7	0	0.0	7	0	
Promedio	189.2	52	367912	112.2	52	233097	48.4	52	64774	28.6	52	18602	
Razon	1.85			0.57			2.37			6.03			
Noche													
Rango	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	Sa/mn ²	N	Varianza (Sa)	
< 100	0.0	34	1425601	89.1	34	16840	174.4	34	99660	259.8	34	1042667	
101- 200	523.3	6	25026	45.8	6	1284	31.5	6	1512	66.3	6	9796	
201- 300	143.6	5	1417	24.4	5	680	14.4	5	163	17.4	5	91.8	
301- 400	56.2	9	0	0.0	9	0	0.0	9	0	0.0	9	0	
Promedio	350.6	54	952547	63.4	54	12069	114.6	54	50177	172.6	54	670840	

Tabla 7 . Valores de densidad (Sa/mn²), número de datos (N) y varianza de Sa integrados durante los lances de pesca

Verano												
Día	Total Sa			0 - 20			21 - 40			41 - 60		
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	0.0											
101- 200	44.4	9	694	44.4	9	694	0.0	9	0	0.0	9	0
201- 300	88.3	6	1027	88.3	6	1027	0.0	6	0	0.0	6	0
301- 400	205.9	12	5316	193.5	12	7116	12.4	12	96	0.0	12	0
Promedio	125.9	27	8193	120.4	27	8148	5.5	27	437	0.0	27	0
Noche												
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	7.8	5		7.0	5		0.8	5		11.9	5	
101- 200	487.8	9	41852	415.1	9	33806	40.6	9	689	11.9	9	94
201- 300	0.0											
301- 400	0.0											
Promedio	303.5	14	73492	269.4	14	59981	26.5	14	810	7.6	14	93
Razon	2.4			2.2			4.8					
Otoño												
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	6.7	3	17	8.7	3	17	0.0	3	0	0.0	3	0
101- 200	57.8	4	2861	49.5	4	1792	5.5	4	48	2.8	4	23
201- 300	61.6	12	2412	58.2	12	1982	2.8	12	15	0.6	12	2
301- 400	305.3	4	8124	227.8	4	2282	68.7	4	2489	9.3	4	38
Promedio	96.3	23	10814	79.7	23	6616	14.2	23	1060	2.4	23	22
Noche												
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	38.0	4	127	29.0	4	131	2.0	4	7.0	4	4	1
101- 200	88.8	5	583	85.0	5	566	2.8	5	4	1.0	5	1
201- 300	218.5	7	6915	138.2	7	3655	47.0	7	449	33.3	7	328
301- 400	58.8	4	436	43.0	4	454	11.0	4	11.5	4.8	4	11
Promedio	118.1	20	8421	84.1	20	3510	19.8	20	540	14.2	20	319
Razon	1.2			1.1			1.4			5.916666667		
Invierno												
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	95.0	8	1618	94.0	8	1565	-1.0	8	7	0.0	8	0
101- 200	35.3	8	645	36.3	8	645	0.0	8	0	0.0	8	0
201- 300	33.1	24	817	33.1	24	820	0.0	24	0	0.0	24	0
301- 400	1415.8	5	172029	1415.8	5	172029	0.0	5	0	0.0	5	0
Promedio	198.3	45	377813	198.1	45	377834	0.2	45	1.4	0.0	45	0
Noche												
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	164.5	9	2915	163.9	9	2982	0.6	9	1	0.0	9	0
101- 200	8.5	10	84	8.5	10	84	0.0	10	0	0.0	10	0
201- 300	125.6	7	1961	119.6	7	1531	6.0	7	41	0.0	7	0
301- 400	1222.4	11	787957	658.0	11	184002	409.4	11	170190	155.0	11	32813
Promedio	428.6	37	504667	260.4	37	125923	123.1	37	85310	48.1	37	14774
Razon	2.2			1.3			615.5					
Primavera												
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	0.0	8	0	0.0	8	0	0.0	8	0	0.0	8	0
101- 200	9.0	10	183	9.0	10	183	0.0	10	0	0.0	10	0
201- 300	3.8	5	5	3.8	5	5	0.0	5	0	0.0	5	0
301- 400	246.9	21	78545	136.9	21	28948	99.7	21	26581	10.3	21	930
Promedio	120.2	44	52163	67.8	44	18224	47.5	44	15162	4.9	44	470
Noche												
Rango	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)	<Sa/mn ² >	N	Varianza (Sa)
< 100	10.2	10	187	4.7	10	26	4.8	10	61	0.7	10	2
101- 200	256.5	9	9132	48.0	9	988	189.0	9	8253	19.5	9	335
201- 300	327.4	14	14727	6.5	14	43	12.6	14	315	308.3	14	23619
301- 400	236.0	9	4910	15.8	9	1277	11.0	9	660	208.2	9	74693
Promedio	217.2	42	16383	17.2	42	785	48.3	42	7464	151.7	42	42078
Razon	1.8			0.3			1.0			30.95918367		

Tabla 8. Estimaciones de densidad de merluza común estimadas durante los lances de pesca

Crucero	Lance	Mes	Día	Luz	Estrato	Profundidad	Merluza	T*Mn^2
otoño	1	5	26	Noche	1	99	75,48	5,466
otoño	2	5	26	Noche	2	154	45,5	3,089
otoño	3	5	26	Noche	3	258	127,36	9,511
otoño	4	5	26	Día	1	98	66,88	5,812
otoño	5	5	26	Día	2	152	114,56	8,946
otoño	6	5	26	Noche	3	236	46,58	3,373
otoño	7	5	26	Noche	4	310	53,98	3,909
otoño	8	5	27	Día	3	239	352,62	26,333
otoño	9	5	27	Día	4	360	79,4	5,421
otoño	10	5	27	Día	3	223	652,2	33,881
otoño	11	5	27	Día	3	242	373,92	21,794
invierno	3	8	12	Día	1	93	99,15	5,983
invierno	4	8	12	Día	2	159	36,54	2,481
invierno	5	8	13	Día	3	230	488,32	23,945
invierno	6	8	13	Día	3	282	724,13	49,160
invierno	7	8	13	Día	4	355	294	22,663
invierno	8	8	13	Día	3	226	213,16	9,551
invierno	9	8	13	Noche	4	350	68,31	3,710
invierno	10	8	13	Noche	4	386	53,54	3,528
invierno	11	8	14	Noche	3	232	13,29	0,851
invierno	12	8	14	Noche	2	152	128,85	8,553
invierno	13	8	14	Noche	1	95	60	4,097
Primavera	1	11	6	Día	1	93,5	11,7	0,263
Primavera	2	11	6	Día	2	150,5	46,54	2,648
Primavera	3	11	6	Día	3	207	32,04	1,989
Primavera	4	11	6	Día	4	312	1243,2	84,881
Primavera	5	11	6	Día	4	362,5	315,3	16,146
Primavera	6	11	6	Noche	4	358	6,27	0,428
Primavera	7	11	6	Noche	3	299	16,5	1,090
Primavera	8	11	7	Noche	3	209	10,9	0,638
Primavera	9	11	7	Noche	2	157	104,61	7,142
Primavera	10	11	7	Noche	1	97,5	30,77	1,970
Primavera	11	11	8	Día	3	248	1419,75	48,468
Primavera	12	11	8	Día	3	221,5	312,7	10,675
Verano	1	3	4	Noche	3	279,5	7	0,597
Verano	2	3	5	Noche	3	210	21	0,956
Verano	3	3	5	Noche	1	68	2,2	0,113
Verano	4	3	5	Noche	4	436,5	0	0,000
Verano	5	3	5	Noche	2	171	211,5	13,128
Verano	6	3	5	Noche	2	107	35,5	2,424
Verano	7	3	6	Día	3	244	530,3	36,207
Verano	8	3	6	Día	4	320	271,5	18,537
Verano	9	3	7	Día	2	122,5	240,1	16,393
Verano	10	3	7	Día	2	170	105	7,169
Verano	11	3	7	Día	4	304	321,1	21,924

Tabla 9

Espectro trófico de Merluccius gayi. Categorías modificado de Payne et. al. (1987).

Taxon	Nobre común	Nombre científico
1. CRUSTACEA	eufáusidos	Euphausiidae
	camarón nailon	<u>Heterocarpus reedi</u>
	Larva megalopa	Decapoda
	isópodos	Isopoda
	Estomatópodos	Stomatopoda
	Larvas de estomatópodos	Stomatopoda
MOLLUSCA		
2. Cl. Cephalopoda	Calamar	<u>Loligo sp</u>
PISCES		
(Pelágicos y Mesopelágicos)		
3.	Mictófido	Myctophidae
4.	Anchoveta	<u>Engraulis rigens</u>
5. Otros peces pelágicos	Sardina común	<u>Strangomera bentincki</u>
	Agujilla	<u>Scomberesox saurus</u>
	Jurel	<u>Trachurus murphy</u>
	Cabinza	<u>Isacia conceptionis</u>
6. (Demersales)	Meluza común	<u>Merluccius gayi</u>
	Lenguado de ojos grandes	<u>Hippoglossina macrops</u>
7. Restos de peces		

Tabla 10

Composición Porcentual de la dieta (en %PC). Estación de verano

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufáusidos	46,23	50,38	30,90
Calamar	1,25	1,59	
Camarón nailon	0,07	0,09	
Isópodos	0,01	0,02	
Anchoveta	13,22	13,51	12,14
Mictófidos	6,17	6,03	6,70
Sardina común	1,81	2,12	0,68
Agujilla	2,33	2,97	0,00
Peces no det:	28,90	23,29	49,58
Invertebrados	47,57	52,08	30,90
Vertebrados	52,43	47,92	69,10

Tabla 11Composición Porcentual de la dieta
(según frecuencia de ocurrencia). Estación verano

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufáusidos	61,11	59,80	65,12
Calamar	0,96	1,27	
Camarón nailon	0,77	1,02	
Isópodos	1,15	1,53	
Anchoveta	4,79	5,09	3,88
Sardina común	0,57	0,51	0,78
Mictófidos	4,60	4,83	3,88
Agujilla	0,38	0,51	
Peces no det	25,67	25,45	26,36
Invertebrados	63,98	63,61	65,12
Vertebrados	36,02	36,39	34,88

Tabla 12

Composición Porcentual de la Dieta (en %PC). Estación otoño

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufausidos	28,63	39,89	7,74
Larvas megalopa	0,11	0,16	
Calamar	2,05	0,95	4,09
Camarón nailon	0,05		0,13
Isópodo	0,01	0,01	
Anchoveta	13,21	3,19	31,81
Sardina común	2,12		6,05
Mictófidos	10,91	10,74	11,25
Merluza común	1,65	2,54	
Jurel	3,00	4,62	
Agujilla	8,49	9,19	7,19
Peces no det	29,77	28,71	31,75
Invertebrados	30,83	41,01	11,96
Vertebrados	69,17	58,99	88,04

Tabla 13Composición Porcentual de la dieta
(según frecuencia de ocurrencia). Estación de otoño

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufausidos	58,91	66,99	26,92
Larvas megalopa	8,53	10,68	
Calamar	1,94	0,97	5,77
Camarón nailon	0,39		1,92
Isópodo	0,39	0,49	
Anchoveta	2,71	0,49	11,54
Sardina común	0,78	0,00	3,85
Mictófidos	5,04	4,37	7,69
Merluza común	0,78	0,49	1,92
Jurel	0,39	0,49	
Agujilla	1,94	1,46	3,85
Peces no det	18,22	13,59	36,54
Invertebrados	70,16	79,13	34,62
Vertebrados	29,84	20,87	65,38

Tabla 14

Composición Porcentual de la Dieta (en %PC). Estación de invierno

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufáusidos	95,57	98,13	90,42
Calamares	0,42	0,62	0,03
Camarón nailon	0,34		1,02
Larvas de estomatópodos		0,10	
Anchoveta	1,06	0,22	2,76
Mictófidos	0,08	0,12	
Lenguado	0,54		1,63
Gavinza	0,72		2,18
Peces no det	1,19	0,81	1,96
Invertebrados	96,33	98,84	91,46
Vertebrados	3,60	1,15	8,54

Tabla 15Composición Porcentual de la dieta
(según frecuencia de ocurrencia). Estación de invierno

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufáusidos	86,67	85,48	88,73
Larvas megalopa	0,51	0,81	
Calamar	4,62	6,45	1,41
Camarón nailon	1,03		2,82
Larvas de estomatópodos	3,08	4,84	
Anchoveta	1,54	0,81	2,82
Mictófidos	0,51	0,81	
Lenguado	0,51		1,41
Gavinza	0,51		1,41
Peces no det	1,03	0,81	1,41
Invertebrados	95,90	97,58	92,96
Vertebrados	4,10	2,42	7,04

Tabla 16

Composición Porcentual de la Dieta (en %PC). Estación de primavera.

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufáusidos	90,78	88,87	92,29
Calamares	1,43	1,77	1,15
Camarón nailon	0,03	0,07	
Estomatópodos	0,16	0,00	0,28
Larvas de estomatópodos	0,26	0,29	0,24
Anchovetas	0,35	0,62	0,14
Merluza común	3,62	8,18	
Peces no det.	3,37	0,20	5,89
Invertebrados	92,65	91,00	93,97
Vertebrados	7,35	9,00	6,03

Tabla 17Composición Porcentual de la dieta
(según frecuencia de ocurrencia). Estación de primavera.

ITEM PRESA	TOTAL	DIA	NOCHE
Eufáusidos	84,17	90,40	87,88
Calamares	1,67	2,26	2,02
Camarón nailon		0,56	0,34
Estomatópodos	0,83		0,34
Larvas de estomatópodos	5,00	3,95	4,38
Anchovetas	0,83	0,56	0,67
Merluza común		0,56	0,34
Peces no det.	7,50	1,69	4,04
Invertebrados	91,67	97,18	94,95
Vertebrados	8,33	2,82	5,05

Tabla 18

Valor promedio, intervalos de confianza (al 95%) y varianza de los parámetros del ciclo de alimentación y la ración diaria.

Verano	Valor
c	0.367
a	0.225
Tm	21.017
Tlim	32.575
Ración diaria	2.799

Otoño	Promedio	límites de confianza al 95%		Varianza
		inferior	superior	
c	0.204	0.683	0.109	0.0170
a	0.079	0.331	0.032	0.0103
Tm	12.548	15.167	9.858	2.0417
Tlim	29.667	33.024	27.638	2.6880
Ración diaria	0.387	1.111	0.212	0.0446

Invierno	Promedio	límites de confianza al 95%		Varianza
		inferior	superior	
c	0.120	0.050	0.212	0.0021
a	0.426	0.255	0.639	0.0093
Tm	19.295	15.304	23.128	6.9119
Tlim	36.482	34.967	38.164	1.0971
Ración diaria	2.884	0.450	5.817	2.5793

Primavera	Promedio	límites de confianza al 95%		Varianza
		inferior	superior	
c	0.572	0.513	0.645	0.0012
a	0.674	0.610	0.745	0.0012
Tm	9.958	9.713	10.179	0.0152
Tlim	23.857	23.757	23.945	0.0026
Ración diaria	10.775	10.500	11.046	0.0203

Tabla 19

Años y áreas de operación del arrastrero código IFOP 625.

AÑO	1	2	3	4
1982				
1983			X	
1984			X	
1985			X	
1986			X	X
1987			X	
1988			X	
1989			X	X
1990		X	X	
1991		X	X	X
1993			X	X
1994			X	X
1995			X	
1996			X	X
1997			X	

Tabla 20

Poderes de pesca relativos estimados por el método de Robson (1966)
 por categorías de embarcación y cuatro áreas latitudinales
 AREA1 < 32°49'49"; AREA2 33°00'00" - 34°00'00"; AREA3 34°10'12" - 37°00'00"; AREA4 >37°10'01"

AÑO	CATBARCO	AREA			
		1	2	3	4
1982	1	0	1.1349	1.12	0
	2	1.3774	1.0084	1	0
	3	2.1429	1.5689	1.5558	1.7409
	4	2.4318	1.7804	1.7655	0
1983	1	0	2.0266	2.8046	2.3204
	2	1.4985	0.7226	1	0.8274
	3	4.6977	2.2653	3.135	2.5938
	4	6.2347	3.0066	4.1607	3.4424
1984	1	5.8724	4.7458	2.8088	2.6685
	2	2.0907	1.6896	1	0
	3	3.4076	2.7539	1.6299	1.5485
	4	7.2141	5.8301	3.4506	3.2781
1985	1	0	0	0.5783	0
	2	1.7335	1.2329	1	0
	3	2.8827	2.0501	1.6629	0
	4	6.5512	4.6592	3.7791	4.883
1986	1	0	0	0.972	0
	2	2.0442	1.3438	1	1.0557
	3	3.6248	2.3827	1.7732	0
	4	11.3417	7.4555	5.5481	5.8574
1987	1	0	0	0.7891	0.6629
	2	0.9749	1.0912	1	0
	3	0	0	0	0
	4	5.4126	6.0584	5.5522	4.6647
1988	1	0	0.5012	0.4665	0.5853
	2	1.4002	1.0744	1	1.2546
	3	0	0	0	0
	4	5.3701	4.1205	3.8353	4.812
1989	1	0	0.582	0.541	0.474
	2	0.7664	1.0758	1	0.8761
	3	0	0	0	0
	4	3.9045	5.4811	5.0947	4.4636
1990	1	0.4232	0.3674	0.3898	0.2136
	2	1.0858	0.9426	1	0.5481
	3	0.8442	0.7329	0.7775	0
	4	0	7.044	7.4733	4.096
1991	1	0	0.3195	0.3014	0.1521
	2	0	1.06	1	0.5047
	3	0.6974	0.729	0.6877	0
	4	0	4.2378	3.9977	2.0178
1992	1	0.3233	0.3896	0.5896	0.4178
	2	0.5484	0	1	0.7086
	3	0.3973	0.4788	0.7245	0.5134
	4	0	2.3804	3.602	2.5522
1993	1	0.7286	0.6717	0.6899	0.8694
	2	1.0561	0.9737	1	1.2603
	3	1.9666	1.8131	1.8621	2.3467
	4	0	5.6425	5.795	7.3032
1994	1	0.4273	0.431	0.5701	0.3861
	2	0.7494	0.756	1	0.6772
	3	2.2453	2.265	2.9961	2.0289
	4	3.2078	3.2359	4.2804	2.8986
1995	1	0.2606	0.4053	0.9036	0
	2	0	0	1	0
	3	0	0.8531	1.9021	1.7329
	4	1.052	1.6358	3.6471	3.3227
1996	1	0.9133	0.9848	0.9415	0.8612
	2	0.9701	1.046	1	0.9147
	3	0	0	3.9681	3.6298
	4	0	6.7235	6.4278	5.8798
1997	1	0.4173	0.4331	0.7942	0.7641
	2	0	0.5454	1	0.9622
	3	0	0	2.9753	2.8627
	4	1.0899	1.1313	2.0743	1.9958

Tabla 21. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*,
Cruceros de Invierno 1993, 1995 y 1997

ESPECIE	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de huevos	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	49	18061	235	369	63.64	33.82
	1995	381(3)95AM	12	9069	181	756	24.00	47.66
	1997	403(3)97AM	49	38927	419	794	52.69	56.66
TOTAL			110	141132	642	1283	50.00	100.00

ESPECIE	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	58	7133	93	123	75.32	17.52
	1995	381(3)95AM	19	292	6	15	38.00	1.93
	1997	403(3)97AM	61	20222	217	332	65.59	25.80
TOTAL			138	134217	610	973	62.73	100.00

Tabla 22

Estimaciones de la biomasa del stock de merluza común efectuadas por ASP e hidroacústica y el Índice larval de abundancia.

Año	Índice Larval	ASP(t)	Acústica(t)
1993	53.87	551.000	199.000
1995	4.08	767.000	524.000
1997	98.77	729.000	678.000

Tabla 23. Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros Merluza común. Invierno 1993, 1995 y 1997.

Crucero	Fecha	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Sd	CV(%)
361(3)93AM	26/07 - 30/08	77	16	472	147	85.6	0.58
381(3)95AM	20/07 - 28/08	50	22	658	133	117.8	0.88
403(3)97AM	02/08 - 08/09	93	27	489	168	95.9	0.57

Tabla 24. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Mertuucius gayi*,
Pescas Integradas Red WP-2 y Bongo. Primavera 1998

HUEVOS

E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de huevos	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
WP-2	1998	417(4)98AM	12	184320	15360	15360	100.00	99.74
BONGO-DIURNA			5	47151	9430	9430	100.00	99.40
BONGO-NOCTURNA			5	21134	4227	4227	100.00	98.71

LARVAS

E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
LARVAS	1998	417(4)98AM	7	1282	107	183	58.33	45.30
BONGO-DIURNA			3	577	115	192	60.00	84.73
BONGO-NOCTURNA			5	698	140	140	100.00	35.40

Tabla 25 Número de observaciones y distribución en profundidad de huevos y larvas de *Merluccius gayi*.
Crucero Primavera 1998, pescas estratificadas diurnas y nocturnas con red WP-2

		Profundidad (m)						Total
		400/300	300/200	200/150	150/100	100/50	50/0	Total
N° de observaciones		2	2	4	6	8	10	32
N° Huevos		96	29	192	8120	36825	16740	62002
%		0.15	0.05	0.31	13.10	59.39	27.00	100.0
N° Larvas		19	0	0	0	112	665	796
%		2.39	0.00	0.00	0.00	14.07	83.54	100.0

		Profundidad (m)						Total
		400/300	300/200	200/150	150/100	100/50	50/0	Total
N° de observaciones		1	1	2	3	4	5	16
N° Huevos		0	29	110	100	24880	14367	39486
%		0.00	0.07	0.28	0.25	63.01	36.39	100.00
N° Larvas		0	0	0	0	73	198	271
%		0.00	0.00	0.00	0.00	26.94	73.06	100.00

		Profundidad (m)						Total
		400/300	300/200	200/150	150/100	100/50	50/0	Total
N° de observaciones		1	1	2	3	4	5	16
N° Huevos		96	0	82	8020	11945	2373	22516
%		0.43	0.00	0.36	35.62	53.05	10.54	100.00
N° Larvas		19	0	0	0	39	467	525
%		3.62	0.00	0.00	0.00	7.43	88.95	100.00

Tabla 26. Parámetros de la relación talla-peso de merluza común, por sexo, entre octubre de 1997 y septiembre de 1998.

Mes\Año	Sexo	a	b	Err.Est.(a)	Err.Est.(b)	n	r ²
Oct. 97	Machos	0.011905	2.830984	0.002709	0.059250	172	95.0%
	Hembras	0.009476	2.898860	0.001952	0.052768	214	95.4%
Nov. 97	Machos	0.017313	2.733118	0.004217	0.063543	124	95.0%
	Hembras	0.010247	2.871256	0.002771	0.069173	150	94.1%
Dic. 97	Machos	0.007963	2.947879	0.001409	0.046241	1266	78.7%
	Hembras	0.001138	3.460908	0.000234	0.052516	738	85.1%
Ene. 98	Machos	0.015096	2.787112	0.001844	0.031832	1557	85.6%
	Hembras	0.006430	3.014902	0.000434	0.017034	1626	93.6%
Feb. 98	Machos	0.029257	2.625280	0.002064	0.018352	2457	92.3%
	Hembras	0.019061	2.746226	0.001423	0.018918	1097	95.5%
Mar. 98	Machos	0.036918	2.568354	0.002134	0.015179	3568	90.7%
	Hembras	0.013664	2.832718	0.000609	0.011321	2404	95.2%
Abr. 98	Machos	0.021292	2.709798	0.000996	0.012275	3975	92.8%
	Hembras	0.014868	2.806736	0.000858	0.014838	2241	94.4%
May. 98	Machos	0.035965	2.571330	0.002035	0.014907	3012	92.1%
	Hembras	0.010808	2.888158	0.000568	0.013439	1816	95.3%
Jun. 98	Machos	0.031074	2.606104	0.001352	0.011493	3574	94.3%
	Hembras	0.012405	2.851228	0.000582	0.011998	1946	96.0%
Jul. 98	Machos	0.033188	2.589941	0.001633	0.012971	3472	92.8%
	Hembras	0.017727	2.757186	0.001061	0.015430	1739	94.5%
Ago. 98	Machos	0.032183	2.597125	0.001661	0.013543	4344	90.4%
	Hembras	0.020115	2.724358	0.001104	0.014061	2365	94.0%
Sep. 98	Machos	0.036358	2.557027	0.003750	0.027130	701	93.0%
	Hembras	0.010615	2.889980	0.001359	0.032636	483	94.2%

Tabla 27

Ajuste del modelo lineal de las variables transformadas para Talcahuano

Coeficientes	Valor	Std.Error	t-value	Pr(> t)
TTSM	1.1317	0.241	4.6949	0
TW3	1.24	0.5304	2.3379	0.0209
TIS	1.1258	0.1274	8.8387	0

R-cuadrado Multiple= 0,4396

Estadístico F=34,26 con 3 y 131 grados de libertad, el valor p es 2,22e-16

Error estándar residual= 0,757 con 131 grados de libertad

Tabla 28

Ajuste del modelo lineal de las variables transformadas para Valparaíso

Coeficientes	Valor	Std.Error	t-value	Pr(> t)
TTSM	0.9959	0.1596	6.2404	0
TW3	1.1967	0.2377	5.0348	0
TIS	1.7912	0.4063	4.4087	0

R-cuadrado Multiple= 0,43366

Estadístico F=33,69 con 3 y 132 grados de libertad, el valor p es 3,33e-16

Error estándar residual= 0,7644 con 132 grados de libertad



Unidad Técnica Promoción y Ediciones

**IFOP
Valparaíso
Chile**