



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

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 97 - 01

INFORME : EVALUACION DEL STOCK DESOVANTE DE
FINAL LA ANCHOVETA EN LA I Y II REGIONES

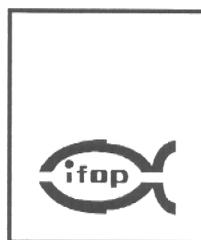
UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL I Y II REGIONES

REQUIRENTE

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

EJECUTOR

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



JEFE DE PROYECTO

JORGE OLIVA L.

AUTORES

*EVALUACION METODO DE
PRODUCCION DE HUEVOS*

**JORGE OLIVA L.
MAURICIO BRAUN A.
OMAR ROJAS J.**

EVALUACION ACUSTICA

JORGE CASTILLO P.

OCEANOGRAFIA

JOSE LUIS BLANCO G.

• Octubre de 1998 •

PERSONAL PARTICIPANTE

INVESTIGADORES

JORGE OLIVA. L
MAURICIO BRAUN A.
JORGE CASTILLO P.
JOSE LUIS BLANCO G.
OMAR ROJAS J.
HERNAN MIRANDA P.
PATRICIO BARRIA M.
ANTONIO ARANIS R.
MARCOS ESPEJO V.
VICTOR BAROS P.
MIGUEL CORTES G.
EDUARDO DIAZ R.
VIVIAN VALENZUELA C.
SERGIO LILLO V.
MARIA ANGELA BARBIERI B.
JOSE CORDOVA M.
JORGE OSSES R.

TECNICOS DE LABORATORIO

YASNA MUÑOZ G.
ADOLFO VARGAS R.
HERMAN LOPEZ CH.
CARLOS GASPAR S.
ALBERTO CAMPOS V.
VERONICA ORTIZ R.
HERNAN MILES U.
ALEJANDRA GOMEZ A.

TECNICOS DE MUESTREO

WILLIAM MIRANDA M.
ELISEO SANDOVAL T.
MANUEL BARRAZA S.
MAURICIO CASTRO S.
LUIS GARCIA M.
JOSE LUIS COSSIO W.
JUAN ALMAZABAL G.
JUAN BELLET U.
CLAUDIO CONTRERAS A.



1. RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe se entrega la metodología, resultados y conclusiones del proyecto FIP 97-01 "Evaluación del stock desovante de anchoveta en la I y II Región".

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, los muestreos se efectuaron durante el período de la máxima actividad de desove, cuyo inicio se definió a través de un seguimiento diario de la condición fisiológica de los ovarios, estudio que indicó que el comienzo del desove, corroborado por la presencia de vitelogénesis, ovocitos hidratados y folículos postovulatorios, se manifestó en agosto, observándose los máximos valores del Índice de Actividad de Desove a partir de la tercera semana de agosto hasta la primera semana de octubre.

El área explorada se extendió desde Arica (18° 23' LS) hasta Punta Carrizalillo (26° 03' LS).

Los cruceros de evaluación se efectuaron simultáneamente, de sur a norte, entre el 25 de agosto y el 27 de septiembre de 1997, a bordo del PAM "Coray I" y el B/I "Carlos Porter", naves que se encargaron de la colección de adultos y huevos, respectivamente.

El plan de muestreo de adultos, de acuerdo a la Propuesta Técnica, indicaba la realización de 45 lances, lo cual se cumplió y se aumentó a 60 lances positivos, los que se concentraron preferentemente frente a Antofagasta, Mejillones, Iquique, Pisagua y Arica, dentro de las primeras 10 mn.

A bordo se midieron 6.436 anchovetas, cuya amplitud de tamaño fluctuó entre los 7,0 y 18,0 cm de longitud total, con una moda centrada en los 15,0 cm. (20 %).



La proporción de hembras en peso, para el total de lances analizados, presentó una amplitud entre 0,23 y 0,70 %, con un promedio de 0,51, cuya varianza fue de 0,000186 y el coeficiente de variación de 0,0266.

La fracción de hembras desovantes, estimada en base a la combinación de folículos postovulatorios de edad 1 y 2 días, fue de 0,1325, con una varianza de 0,000016 y un coeficiente de variación de 0,0311.

El peso promedio de hembra madura para el total de lances fue de 21,7 g, con una varianza de 0,1396 y un coeficiente de variación de 0,0266.

La fecundidad parcial promedio poblacional, estimada mediante el conteo de ovocitos hidratados, fue de 12.102 ovocitos, con una varianza de 55.619 y un coeficiente de variación de 0,0195.

El "track" de muestreo empleado para la prospección de huevos de anchoveta estuvo configurado por 800 estaciones dispuestas en 59 transectas perpendiculares a la costa cubriendo un área total de 26.496 mn², Se registraron 209 estaciones positivas (26,1%), con un total de 8.054 huevos/0,05 m², señalando una situación típica de actividad reproductiva, evidenciándose un 19,9% de incremento en la abundancia relativa de huevos, respecto a 1996.

La distribución espacial de los huevos, señaló que el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Caleta Esmeralda (25° 54'5 L.S.) y Arica (18° 23'5 L.S.) y longitudinalmente se extendió hasta 60 mn, concentrándose preferentemente en la franja de 40 mn asociada a la costa, zona donde se registró más del 89% de los huevos censados durante el crucero.



Las características de la distribución y abundancia de huevos de la anchoveta configura tres zonas de mayor densidad de huevos, localizados entre Islote Aguila (23° 57' L.S.) y Punta Tamira (27° 36' L.S.), entre el Río Loa (21° 26' L.S.) y Caleta Toyos (20° 54' L.S.) y entre Caleta Camarones (19° 10' L.S.) y Arica (18° 23' L.S.).

La producción diaria de huevos ajustada por post-estratificación, en el área de desove en la I y II Región, fue de $2,2484 * 10^{13}$, con una varianza de $8,3103 * 10^{25}$ y un coeficiente de variación de 0,4052.

La producción diaria de huevos aumentó en un 27% y disminuyó en un 44%, de acuerdo a lo reportado en 1995 y 1996, respectivamente.

La tasa de mortalidad promedio de los huevos se estimó en 0,64, con una varianza de 0,1884 y un coeficiente de variación de 0,6826.

En el período de máxima actividad de desove en 1997, la biomasa del stock desovante de la anchoveta, presente en la I y II Región, estimada a través del "Método de Producción de Huevos" fue de 593.699 toneladas, con una varianza de $5,8751 * 10^{10}$ y un coeficiente de variación de 0,4083.

La información oceanográfica analizada durante el crucero MPH de agosto-septiembre de 1997, indicó que la TSM fluctuó entre 16,0 y 20,9° C, aumentando de sur a norte, con una anomalía de 1,5 a 3,5° C, la salinidad se ubicó entre 34,8 y 35,2 psu, con una anomalía de 0,1 a 0,4 psu.

La isoterma de 15° C fluctuó entre 40 y 100 m, concentrándose entre 30 y 40 m más profundo en el sector costero y 10 a 20 m más profundo en el sector oceánico, respecto a períodos normales.



La información de carácter global señaló, que la tendencia general observada desde fines de 1995 hacia un evento frío, se mantuvo hasta abril de 1997, fecha en la cual se comenzaron a visualizar anomalías positivas de la TSM en la zona ecuatorial, las cuales se incrementaron rápidamente hasta junio, disminuyendo ligeramente en julio y agosto, reactivándose nuevamente en septiembre. En noviembre los índices oceánicos y atmosféricos continuaron presentándose con anomalías de gran magnitud, similares a las registradas en diciembre.

La evolución de las condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial, durante los últimos meses, indicaron que el ciclo "El Niño" alcanzó su máximo en febrero de 1998. La magnitud de las anomalías atmosféricas y oceánicas, permitió clasificar el evento "El Niño" 1997-98, como de intensidad fuerte, anticipándose que sus impactos se extiendan hasta octubre de 1998.

La distribución espacial de la biomasa de la anchoveta fue contagiosa desde Arica hasta el paralelo 24° 43' L.S., entre la costa y las 60 mn, ubicándose las mayores concentraciones entre la costa y las 8 mn. La prospección nocturna presentó menores niveles de abundancia y frecuencia a los registrados en el día.

En el sentido batimétrico, la anchoveta se localizó entre los 10 y 120 m, observándose a una mayor profundidad entre las 7 y 17 horas, llegando hasta los 120 m. En cambio en la noche la distribución en profundidad disminuyó, alcanzando hasta los 60 m.

La anchoveta estuvo limitada por las isotermas de 14 a 21°C, concentrándose más del 70% de los cardúmenes entre los 17 y 19°C. La salinidad en que se ubicó a la anchoveta fue entre 34,9 y 35,0 psu, centrándose el 70% de los cardúmenes entre 34,9 y 35,0 psu.



La biomasa para el día, noche y total, estimada a través del “Método Acústico”, en la I y II Región, alcanzó a 455.895, 161.731 y 623.227 t, respectivamente.

El estimado de la biomasa por tallas, analizado de acuerdo a dos estratos de tamaño, registró para especímenes entre 11,5 y 18,0 cm, 509.800 t y para anchovetas entre 7,0 y 11,0 cm, 87.300 t.

La biomasa de sardina española se estimó en 79.341 t. y la del jurel en 112.713 toneladas.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



2. INDICE GENERAL

	Página
1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
2. INDICE GENERAL	7
3. INDICE DE FIGURAS Y TABLAS	9
4. OBJETIVOS	15
4.1 Objetivo general	15
4.2 Objetivos específicos	15
4.3 Objetivo adicional	16
5. ANTECEDENTES	17
6. MATERIALES Y METODOS	21
6.1 Zona de estudio	22
6.2 Monitoreo reproductivo que fundamenta el inicio del crucero	22
6.3 Características de los cruceros	27
6.4 Objetivo 4.2.1	29
6.5 Objetivo 4.2.2	37
6.6 Objetivo 4.2.3	41
6.7 Objetivo 4.2.4	52
6.8 Objetivo 4.2.5	54
6.9 Objetivo adicional 4.3.1	55
7. RESULTADOS	71
7.1 Monitoreo reproductivo que fundamenta el inicio del crucero	71
7.2 Características de los cruceros	72
7.3 Parámetros asociados a adultos	73



7.4	Parámetros asociados a huevos	76
7.5	Biomasa del stock desovante de anchoveta	78
7.6	Parámetros ambientales	78
7.7	Distribución y biomasa de los recursos anchoveta, sardina española y jurel, a través del análisis de la información acústica y su varianza asociadas	82
8.	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	95
9.	CONCLUSIONES	107
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	111
11.	ANALISIS DE DATOS	127

FIGURAS

TABLAS



3. INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

- Figura 1. Ubicación de las estaciones bio-oceanográficas. Crucero "Método de Producción de Huevos". Agosto - septiembre 1997.
- Figura 2. Distribución geográfica de estaciones planctónicas. Crucero "Método de Producción de Huevos". Agosto - septiembre 1997. (Puntos rojos= estaciones negativas, sin huevos) (Puntos Negros= estaciones positivas, con huevos).
- Figura 3. Track del crucero acústico, para evaluar el stock desovante de la anchoveta en la I y II Región. Agosto-septiembre 1997.
- Figura 4. Evolución del proceso reproductivo de la anchoveta. A: Índice Gonadosomático Mensual, 1987-1993 y 1997. B: Índice de Atresia Ovárica e Índice de Actividad de Desove.
- Figura 5. Distribución geográfica de los lances totales y los con pesca de anchoveta en la I y II Región, agosto-septiembre 1997.
- Figura 6. Distribución de tamaños de la anchoveta en la I y II Región, agosto-septiembre 1997.
- Figura 7. Regresión entre peso total y el peso corporal de hembras maduras de anchoveta.
- Figura 8. Regresión entre la fecundidad parcial y el peso corporal de hembras hidratadas de anchoveta.
- Figura 9. Regresión entre la fecundidad parcial y la longitud total de hembras hidratadas de anchoveta.
- Figura 10. Abundancia promedio de huevos de anchoveta por transectas, en sentido sur-norte.



- Figura 11. Frecuencia acumulada relativa de huevos de anchoveta con respecto a la distancia de la costa.
- Figura 12. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta en la I y II Región. Crucero 405(3)97CP. Invierno 1997.
- Figura 13. Distribución superficial de temperatura y salinidad, profundidad de la isoterma de 15° C y anomalía de temperatura y salinidad superficial Crucero "Método de Producción de Huevos", agosto – septiembre, 1997.
- Figura 14. Distribución de temperatura y salinidad a 50 m. de profundidad y diferencia de temperatura y salinidad entre superficie y 50 m. Crucero "Método de Producción de Huevos", 1997.
- Figura 15. Distribución vertical de temperatura y salinidad en las transectas 59 (18° 23'S), 47 (20° 16' S), 28 (22° 09' S) y 11 (24° 03' S). Crucero MPH 9309, agosto - septiembre, 1997.
- Figura 16. Distribución temporal de temperatura con profundidad a 5 mn frente a Iquique.
- Figura 17. Distribución de la captura por zona y especie.
- Figura 18. Distribución espacial de la anchoveta prospección acústica diurna, nocturna y conjunta. Crucero MPH 9808-09.
- Figura 19. Distribución espacial de sardina, jurel y caballa durante la prospección diurna y nocturna. Crucero MPH 9708-09.
- Figura 20. Distribución batimétrica de los recursos pelágicos, en la I y II Región, invierno 1997.
- Figura 21. Agregaciones de las cardúmenes por especie, en la I y II Región, en base a las lecturas acústicas v/s profundidad, invierno 1997.
- Figura 22. Distribución batimétrica en la I y II Región de los recursos pelágicos, en relación a las horas del día, invierno 1997.



- Figura 23. Distribución de los recursos pelágicos, en la I y II Región, respecto a la temperatura superficial del mar, invierno 1997.
- Figura 24. Distribución de los recursos pelágicos, en la I y II Región, respecto a la salinidad, invierno 1997.
- Figura 25. Distribución de la biomasa de anchoveta por tallas, en la I y II Región, invierno 1997. Crucero MPH 9708-09.
- Figura 26. Distribución de las lecturas acústicas en Crucero MPH 9708-09.
- Figura 27. Regresión entre la fecundidad parcial y el peso corporal de la anchoveta, en la I y II Región.
- Figura 28. Fecundidad relativa de la anchoveta, en la I y II Región. (series: peso corporal en gramos).
- Figura 29. Distribución y abundancia de anchoveta. Crucero 355(3) 92 CP. Invierno, 1992.
- Figura 30. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta. Crucero 1995. Invierno, 1995.
- Figura 31. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta. Crucero MPH 1996. Invierno, 1996.



TABLAS

- Tabla 1. Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos (Wallace y Selman, 1981; Hunter y Macewicz, 1985).
- Tabla 2. Caracterización histológica de los folículos postovulatorios (FPO) (Hunter y Goldberg, 1980, ajustados para *E. ringens*, en proyecto FIP N° 95-01).
- Tabla 3. Clasificación de los estadios de desarrollo embrionario.
- Tabla 4. Categorías por densidad, utilizadas en recursos pelágicos.
- Tabla 5. Índice gonadosomático de anchoveta, 1996 -1997.
- Tabla 6. Posición geográfica de los lances efectuados durante el crucero de adultos en la I y II Región, agosto – septiembre 1997.
- Tabla 7. Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal (g) y la longitud total (cm).
- Tabla 8. Densidad promedio y constancia de huevos de anchoveta. Cruceros MPH invierno 1992, 1995, 1996 y 1997.
- Tabla 9. Calibración electroacústica del ecosonda científico EK –500 en el B/I Carlos Porter para la frecuencia de 38 KHZ, en los pulso corto, medio y largo.
- Tabla 10. Captura total (t) en porcentaje de la flota cerquera industrial, I y II Región.
- Tabla 11. Captura de la flota cerquera industrial, I y II Región.
- Tabla 12. Estimados de biomasa, densidad (g), Índices de cobertura (IC) en UBM'S de 0,5 mn (*) y de 2 mn, e Índices de Densidad (ID) cada 0,5 mn (*) y cada 2 mn, para la anchoveta en el día, noche y el total. Crucero MPH 9708-09.



- Tabla 13. Estimados acústicos de la abundancia (número) y de la biomasa (t) de anchoveta por talla. Crucero MPH9708-09.
- Tabla 14. Estimados acústicos de la biomasa, densidad, Índices de cobertura (IC) y densidad (ID), de sardina, jurel y caballa en el invierno de 1997. Crucero MPH 0708-09.
- Tabla 15. Varianza (V(B)), coeficiente de variación (CV) y error (%) del estimado de biomasa de anchoveta estimado por distintos métodos durante el día, la noche y total.
- Tabla 16. Varianza (V(B)), coeficiente de variación (CV) y error (%) del estimado de biomasa de sardina, jurel y caballa estimado por distintos métodos.
- Tabla 17. Resumen de promedios por lances: Longitud total (cm); fecundidad parcial (Nº de ovocitos); peso corporal (g); hembras maduras (n); hembras hidratadas (n); hembras FP01 (n); hembras FP02 (n); peso total de las primeras hembras maduras (g). Número de machos y hembras del muestreo por proporción sexual.
- Tabla 18. Parámetros del “Método de Producción de Huevos” determinados para especies del género *Engraulis* (P_o* A: Producción diaria de huevos en el área del crucero; W: Peso promedio de hembras maduras; F: Fecundidad parcial; R: Proporción de hembras; S: Fracción diaria de hembras desovantes; B: Biomasa desovante estimada; VAR: Varianza; CV: Coeficiente de variación).
- Tabla 19. Parámetros calculados a través de la aplicación del MPH para la anchoveta, en la I y II Región, Chile.
- Tabla 20. Captura (t) de anchoveta y total de especies, en la I y II Región, 1996-1997.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Cuantificar mediante la aplicación de métodos directos la biomasa desovante de anchoveta, comprendida entre la zona costera desde el límite norte de la República hasta los 26°03' L.S.

4.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del proyecto son:

- 4.2.1** Estimar la proporción de estadios de madurez microscópico y estimar la fracción diaria de hembras desovantes de anchoveta y su varianza asociada.
- 4.2.2** Estimar la fecundidad parcial en función del peso corporal y el modelo de regresión correspondiente a esta relación, así como la fecundidad media poblacional y su varianza asociada.
- 4.2.3** Estimar la producción diaria de huevos en el mar, su varianza asociada y la tasa de mortalidad diaria de los huevos.
- 4.2.4** Estimar el peso promedio de hembras y la proporción en peso entre los dos sexos, con sus respectivas varianzas.
- 4.2.5** Estimar la biomasa del stock desovante de anchoveta y su varianza asociada.



4.3 Objetivo adicional

- 4.3.1** Determinar la distribución y la biomasa de anchoveta (en peso) y su varianza asociada.



5. ANTECEDENTES

El sector pesquero se ha convertido en una de las áreas productivas más importantes de la economía del país, generando por concepto de exportación de productos derivados un total de 1.771.917 miles de dólares (Servicio Nacional de Aduana, 1997), lo que representó una contribución de alrededor de un 11,6%, respecto al total de las exportaciones efectuadas durante 1996. En el período enero-noviembre de 1997 el sector pesquero contribuyó con un 10,9% de las exportaciones totales del país, alcanzando un monto de 15.860 millones de dólares (IFOP, 1998).

El desarrollo histórico que presentaron las capturas en la zona norte mostraron entre 1973 y 1989 un crecimiento sostenido del orden de 900%. Sin embargo, con posterioridad a dicho período se ha registrado una disminución, observándose una tendencia a la estabilización de los niveles de desembarque en su máximo superior esperado.

Los recursos que han sustentado esta actividad corresponden mayoritariamente a peces de comportamiento pelágico, especialmente en la zona norte del país. En efecto, durante los tres últimos años, la actividad pesquera de esta región se ha cimentado fundamentalmente en las capturas de anchoveta (*Engraulis ringens*) y jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*), recursos que en 1997 contribuyeron con un 83 y 6% de los desembarques, respectivamente.

La situación de colapso que afecta al stock de sardina unido a los moderados niveles de captura de jurel, determina que la actividad productiva de la industria pesquera de la región esté fuertemente asociada a la disponibilidad del recurso anchoveta (Barría y Serra, 1991a), situación que a la fecha aún se mantiene. En este escenario, es fundamental disponer de antecedentes actualizados de los



niveles de abundancia de la subpoblación de anchoveta de la zona norte, tanto en relación al stock parental como de la fortaleza de las clases anuales que se incorporan a la pesquería.

En el contexto de explorar métodos de evaluación complementarios y que permitieran optimizar la precisión del estimado de anchoveta, en la temporada de invierno de 1992, el Instituto de Fomento Pesquero, por encargo de la Subsecretaría de Pesca, implementó por primera vez en Chile, una nueva técnica de evaluación directa conocida como "Método de Producción de Huevos" (MPH) desarrollada en 1980 por investigadores del Southwest Fisheries Science Center, La Jolla, California.

Posteriormente la aplicación del MPH se efectuó en 1995 (FIP 95-01) y 1996 (FIP 96-01), constituyéndose los resultados obtenidos en antecedentes prioritarios para el manejo del principal recurso pelágico en la zona norte.

Una importante conclusión, respecto al MPH, planteada en reuniones científicas y talleres internacionales, donde han participado investigadores tales como Nancy Lo y Richard Parrish, es que estas evaluaciones necesariamente deben ser complementadas y calibradas con otro tipo de evaluaciones que no dependan de los parámetros biológicos. En este sentido se recomienda que la aplicación del MPH se efectúe en conjunto con evaluaciones hidroacústicas, cuya complementación entrega una valiosa información para manejar eficientemente la pesquería de la anchoveta. La evaluación conjunta, a través de técnicas hidroacústicas y MPH, de pesquerías pelágicas en otras latitudes fue exitosa, como es el caso de la anchoveta del cabo en Sud Africa, que ha sido evaluada mediante la aplicación simultánea del MPH y la hidroacústica desde 1984 (Hampton, 1996). En Perú también se ha utilizado en forma experimental ambos procedimientos para la evaluación del stock desovante de la anchoveta, registrándose diferencias, que han obligado a calibrar ambos métodos.



Considerando lo anterior, el presente estudio incorpora la evaluación hidroacústica para la evaluación de la biomasa de la anchoveta en forma simultánea al MPH.

El "Método de Producción de Huevos", presenta en términos generales, las siguientes ventajas: a) proporciona una estimación instantánea de la biomasa desovante, b) sus fuentes de error están identificadas, siendo factible estimar fácilmente la precisión de cada una de ellas, c) proporciona información biológica anexa (fecundidad, tasa de mortalidad de huevos, proporción de peces maduros, etc) de utilidad para evaluar la condición del stock, del reclutamiento potencial, y d) constituye una fuente de información auxiliar para calibrar las evaluaciones indirectas obtenidas mediante el ASP.

La aplicación del "Método de Producción de Huevos", para la determinación de la biomasa de peces pelágicos multidesovantes, como anchoveta y sardina, se dificultó debido al desconocimiento de métodos adecuados para determinar la frecuencia del desove. En 1979, Hunter y Goldberg (1980) acogiendo una sugerencia formulada por Yamamoto y Yoshioka (1964), en el sentido de que la frecuencia del desove podría ser determinada a través de la incidencia de los folículos post-ovulatorios, logran mediante la inducción del desove de anchoveta en California, mantenidas en cautiverio, caracterizar histológicamente el proceso de degeneración de los folículos postovulatorios en función del tiempo, y a partir de ello, definir criterios para establecer la edad de dichas estructuras, y utilizarlas para la estimación directa de la frecuencia del desove en poblaciones naturales de peces pelágicos multidesovantes.

El método para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta, se fundamenta en gran parte en el ciclo de desarrollo del ovario, el cual pasa por una serie de estadios. El ovocito en el transcurso de su desarrollo crece en el ovario proveyéndose de vitelo y horas antes del desove comienza un proceso de hidratación, aumentando aproximadamente cuatro veces su volumen total. Los ovarios con



ovocitos hidratados son fácilmente reconocibles, debido a que la dilución del vitelo hace transparente a los ovocitos. En el curso de los tres días posteriores al desove, el espacio que originalmente ocupaba el ovario, denominado folículo postovulatorio, sufre un proceso de degeneración.

El huevo deja el folículo en el ovario, para ser depositado en el mar para su posterior fertilización, pasando por una serie continua de fases de desarrollo embrionario, cuya duración es dependiente de la temperatura del agua.

Los resultados obtenidos con la aplicación del MPH en Chile, indicaron para la subpoblación de anchoveta de la zona norte una biomasa desovante de 1.053.000 toneladas (Rojas y Oliva, 1993). Posteriormente, en 1995 Claramunt **et al.** (1996) estimaron una biomasa de anchoveta de 1.223.515 toneladas y en 1996 los niveles bajaron considerablemente alcanzando a sólo 581 mil toneladas (Taller FIP N° 96-01, mayo de 1997).



6. MATERIALES Y METODOS

El "Método de Producción de Huevos" define la biomasa desovante como la relación entre la producción diaria de huevos (huevos por día para la población total) y la fecundidad específica diaria de la población adulta (huevos por día por tonelada métrica). La producción diaria de huevos se calcula de los datos de densidad y estado de desarrollo embrionario de los huevos colectados en un crucero de ictioplancton. La fecundidad específica diaria de la población adulta se determina mediante el procesamiento de muestras de peces obtenidas durante un crucero de pesca, las cuales proporcionan información de la fecundidad parcial, peso promedio de hembras, frecuencia del desove y proporción de sexos.

La aplicación del "Método de Producción de Huevos", requiere del conocimiento de parámetros biológicos tales como: fecundidad, frecuencia de desove, proporción sexual, producción diaria de huevos y peso promedio estimado de hembras maduras, los que deben ser obtenidos (anualmente) mediante la realización de cruceros en los períodos de máxima actividad reproductiva.

Otro método directo de evaluación de recursos pelágicos y de amplio uso mundial, es el efectuado a través de técnicas hidroacústicas, permitiendo obtener estimados de la abundancia de los recursos independientemente de la actividad pesquera y parámetros biológicos. Lo anterior cobra relevancia, ya que al obtener estimados independientes y paralelos, los resultados pueden ser contrastados, dándole al manejador mayores antecedentes para tomar una mejor decisión.



6.1 Zona de estudio

El área de estudio estuvo comprendida entre Punta Carrizalillo ($26^{\circ}03'S$) y Arica ($18^{\circ}23'S$).

6.2 Monitoreo reproductivo que fundamenta el inicio del crucero

La época de máxima actividad reproductiva, se determinó de muestras colectadas de la captura comercial de especies pelágicas, a través de técnicas macroscópicas (mediante el análisis mensual de anchovetas en los diferentes estadios de madurez sexual y las variaciones del índice gonadosomático) y microscópicas (índice de actividad de desove), en las Regiones I y II.

La información reproductiva macroscópica correspondió al período enero-diciembre de 1997 y la microscópica del 16 de junio al 5 de octubre de 1997.

La determinación de la máxima intensidad reproductiva de la anchoveta, que fundamenta el inicio del crucero, se realizó en los principales puertos de la I y II Región, a través de la información biológica de la anchoveta, destacándose los datos de longitud, peso, sexo y estadios de madurez. La componente metodológica consideró el desarrollo de los siguientes aspectos fundamentales.

- Plan de muestreo
- Plan operativo
- Plan de aseguramiento de calidad
- Plan de procesamiento
- Plan de análisis



Cada plan de muestreo depende de la variable en estudio y está en directa relación con la modalidad de operación de las flotas que operan en la pesquería. Los planes de muestreo consideran diseños en puerto (desembarques).

Población objetivo

La población objetivo la componen el conjunto de anchovetas capturadas por la flota industrial y semi-industrial en la zona norte, durante 1997.

Parámetro Poblacional: Índice Gonadosomático

Notación:

- Wg_j : Peso de la gónada del ejemplar j
- W_j : Peso eviscerado del ejemplar j
- n : Muestra de ejemplares

Estimador del índice \hat{R} (IGS)

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

Estimador de la varianza de \hat{R} (IGS)

$$\hat{V}(\hat{R}(IGS)) = \frac{1}{n} \frac{1}{\bar{W}^2} \frac{\left(W G_j - \hat{R} W_j \right)^2}{n-1}$$



donde:

$$\hat{W} = \sum_{j=1}^n \frac{W_j}{n}$$

Coefficiente de variación e intervalo de confianza

El coeficiente de variación se calculó siguiendo el procedimiento siguiente:

$$CV(\hat{R})_{IGS} = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{R})_{IGS}}}{\hat{R}_{IGS}}$$

El intervalo de confianza se obtuvo como:

$$(\hat{R}_{IGS} - Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{R}_{IGS})}; \hat{R}_{IGS} + Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{R}_{IGS})})$$

Donde $Z_{1-\alpha/2}$: Representa el coeficiente asociado al nivel de confianza (1-alfa)% de un modelo de probabilidad normal estándar.

Fuentes de captación de datos

Los datos biológicos emanaron principalmente del muestreo del desembarque que se realizó en tierra.



Principales puertos de desembarque en la I y II Región

- Arica
- Iquique
- Mejillones
- Tocopilla

Tamaño de la flota

En 1997 operaron 139 embarcaciones cerqueras industriales, las que se distribuyeron de la siguiente forma:

- Arica : 45
- Iquique : 69
- Mejillones : 25

Los lugares de muestreo seleccionados corresponden a los cuatro principales centros de desembarque de esta pesquería.

Formularios para la captación de los datos

Los datos que se recopilaron fueron anotados en el formulario "Muestreo Biológico" y las variables registradas fueron las siguientes:

Muestreo Biológico

- Especie Peso (g)
- Fecha Peso eviscerado (g)
- Código barco Madurez sexual



- Zona Pesca Peso gónadas (g)
- Cuadrícula Sexo
- Longitud total (cm)

Procedimientos de recopilación

Los datos biológico-pesqueros se obtuvieron en el lugar de recepción del desembarque de cada empresa.

La muestra se tomó desde el vibrador, dependiendo de la empresa seleccionada. Obtenidos los especímenes se coleccionaron los datos de cada uno de los ejemplares, los cuales constituyeron la unidad de análisis, de acuerdo al tipo de variable o característica en estudio, además de muestreos a bordo.

- **Longitud** : a cada ejemplar se le midió su longitud total.
- **Peso** : a cada ejemplar se le registró el peso total, eviscerado y peso de gónadas.
- **Sexo y madurez sexual** : a cada ejemplar se le determinó el sexo a través de la observación directa de las gónadas y la madurez sexual mediante criterios macroscópicos (tamaño, forma, color etc.), clasificando la observación de acuerdo a la escala de madurez específica para la anchoveta (Simpson y Gil, 1967 **vide** Serra, 1976), validando la información a través de criterios microscópicos.



Digitación de datos

Los datos obtenidos fueron digitados, generando para cada uno de ellos los archivos del muestreo biológico.

La estructura de este archivo permitió generar la información requerida en el estudio.

Análisis macroscópico y microscópico

Se determinó el inicio del período de desove mediante el análisis semanal y mensual de la anchoveta en los diferentes estadios de madurez del ovario (macroscópicos y microscópicos) complementados con las variaciones del índice gonadosomático (IGS) (macroscópico).

6.3 Características de los cruceros

El período cubierto por la exploración y particularmente la fecha de inicio de los cruceros, se determinó mediante el seguimiento del proceso reproductivo efectuado a través del análisis macroscópico de las variaciones del índice gonadosomático y microscópico del Índice de la Actividad de Desove, en muestras obtenidas de las capturas efectuadas en la I y II Región, a partir de enero de 1997.

La evaluación a través del “Método de Producción de Huevos” requiere muestrear especímenes adultos y huevos, por lo cual los cruceros se efectuaron con una embarcación industrial cerquera el PAM “Coray I” y el B/I “Carlos Porter”, respectivamente.



6.3.1 Crucero de adultos

El plan de muestreo de adultos, de acuerdo a la Propuesta Técnica, indicaba la realización de un mínimo de 45 lances, lo cual se cumplió y se incrementó a 60 lances efectivos, efectuándose un esfuerzo adicional a través de un plan de emergencia, con el apoyo de la flota cerquera industrial de la I y II Región, el que consistió en embarcar a técnicos del IFOP en aquellas naves que estaban operando en las cercanías del B/I “Carlos Porter” y el Pam “Coray I”, siguiendo el protocolo de muestreo, aumentando de esa forma el número de lances positivos.

El crucero comenzó el 25 de agosto extendiéndose hasta el 27 de septiembre de 1997, con una dirección de sur a norte.

6.3.2 Crucero de huevos

El crucero planificado para evaluar el stock reproductor de la anchoveta en la I y II Región se efectuó entre el 25 de agosto y el 26 de septiembre de 1997, utilizando como plataforma de trabajo el B/I “Carlos Porter”.

El modelo de track utilizado fue de transectas paralelas entre sí y perpendiculares a la costa, separadas cada 9 mn, totalizando 59 transectas. En el área comprendida entre Punta Patache (20° 50') y Caleta Paquica (21° 50') se intensificó el muestreo, realizándose 16 transectas hasta 28 mn de extensión longitudinal, equidistantes cada 4,5 mn. Esta zona aledaña a la desembocadura del río Loa, corresponde a un área característica de desove costero de la anchoveta (Fig. 1).

Las transectas 58 y 59, localizadas en el extremo norte de la zona de estudio se extendieron hasta 88 mn, dado que el patrón histórico de distribución de huevos señaló



que éstos se presentaban hasta 100 mn y en algunos años su distribución hacia el oeste se extendía aún más.

Las transectas correspondientes a las latitudes de 23°57', 23°48' y 23°39' L.S., sólo se completaron hasta las 16 y 44 mn, respectivamente, debido a ejercicios navales (Fig. 1).

6.4 Objetivo 4.2.1

"Estimar la proporción de estadios de madurez microscópico y estimar la fracción diaria de hembras desovantes de anchoveta y su varianza asociada".

6.4.1 Muestreo de la anchoveta en el mar - crucero adultos

La colección de la anchoveta adulta se realizó con una embarcación cerquera, PAM "Coray I", de 140 metros cúbicos de capacidad de bodega, capturándose los ejemplares con una red anchovetera. La goleta estaba equipada básicamente con: sonar, radar, ecosonda, navegador por satélite, radiogoniómetro y radios HF y VHF.

Se complementó el muestreo de la anchoveta adulta a través de la colección de especímenes a bordo de naves comerciales.

6.4.2 Determinación del tamaño de muestra a bordo

Por lo general en los cardúmenes de Clupeoideos, como la anchoveta, la distribución de los peces es generalmente homogénea, respecto al tamaño y a la condición de las gónadas, por lo cual la estimación de la fracción de hembras en desove se relaciona con el tipo de muestreo aplicado, situación que es evidente durante la época de mayor actividad de desove. De acuerdo al conocimiento del



proceso reproductivo de la anchoveta, los cardúmenes con hembras en estadio hidratado, caracterizados por el predominio de machos, se ubican en cardúmenes específicos, los cuales se separan de aquellos que están en otra condición reproductiva. Este comportamiento ha sido observado por otros investigadores (Blaxter y Hunter, 1982; Oliva **et al.**, 1989; Martínez **et al.**, 1992 – 1993 - 1994).

De acuerdo a lo anterior, queda en evidencia, que para obtener una estimación adecuada es conveniente muestrear un gran número de cardúmenes, más que un gran número de hembras por cardumen.

El diseño de muestreo orientado a estudiar los parámetros indicados en los objetivos específicos 4.2.1, 4.2.2, 4.2.4 y 4.2.5 de las Bases Especiales, correspondió al de conglomerados bietápico.

Las unidades de primera etapa fueron los "lances" de pesca y las unidades de segunda etapa corresponden a los "peces capturados" en cada lance.

En este marco, el esfuerzo de muestreo corresponde al número "n" de lances y al número "m" de peces, necesarios para hacer mínima la varianza, cuando se dispone de recursos económicos fijos.

En términos de número de peces procesados y en un sentido estadístico es más eficiente medir o examinar pocos peces y realizar un gran número de lances, que tomar una gran cantidad de peces dentro de un bajo número de lances.

Los estimados de la biomasa media poblacional y su varianza en un diseño de muestreo de conglomerados bietápico se desarrollan en Cochran, 1980; Thompson, 1992; Frontier, 1983; Raj, 1968; Sukhatme, 1962; Picquelle, 1985.



La posición de cada lance se determinó en el curso del crucero en consideración a la distribución espacial de los cardúmenes y condiciones meteorológicas. Los lances se hicieron principalmente entre las 07:00 y las 24:00 horas. Un lance típico, desde que cae la red hasta su recuperación a bordo, usualmente dura de 1,5 a 2,0 horas.

Se colectaron 30 hembras en cada lance (Picquelle, 1985; Rojas y Oliva, 1993), las que se analizaron histológicamente de acuerdo a lo propuesto por Mac Call (ms) en Santander **op. cit.** (1984) y Rojas y Oliva (1993), registrando la incidencia de folículos postovulatorios, para la determinación de la frecuencia de desove y en aquellos lances con presencia de hembras hidratadas se colectó como mínimo 30 anchovetas en esa condición.

La muestra se tomó desde el copo de la red, con chinguillos de red anchovetera, antes del secado final, obteniendo anchovetas vivas sin golpes y con la mínima pérdida de escamas.

El muestreo consistió en abrir los ejemplares desde el ano hasta las aletas pectorales, seleccionando aquellos especímenes vivos, los cuales fueron inmediatamente fijados en formalina al 10% buferada (introducidos completamente en el fijador), la que se preparó según Santander **et al.** (1981), Hunter (1985), Oliva **et al.** (1989), Rojas y Oliva (1993) y consistió en:

- 16,2 litros agua destilada
- 117 gramos fosfato de sodio dibásico ($\text{Na}_2 \text{H PO}_4$)
- 72 gramos fosfato de sodio monobásico ($\text{NaH}_2 \text{ PO}_4 \text{ H}_2\text{O}$)
- 1,8 litros solución de formaldehído (37%)

Además, a bordo se muestrearon como mínimo 120 ejemplares por lance, registrándose su longitud total por sexo y estado de madurez (macroscópico), con el fin de



obtener antecedentes oportunos (a tiempo real), respecto a la composición por tamaño y condición reproductiva de la anchoveta.

Durante el crucero se mantuvo una constante comunicación con el B/I “Carlos Porter” (muestreo de ictioplancton), coordinándose en los aspectos relevantes del proyecto (actividad reproductiva, zonas de pesca, estado del tiempo, etc).

6.4.3 Procesamiento de las muestras en laboratorio histológico

Los especímenes preservados en formalina neutralizada se procesaron en el laboratorio, lugar en que se registró la longitud total de cada ejemplar medido en un ictiómetro, con una precisión de 0,5 centímetros, y el peso total, peso gónada, pesados en una balanza con una precisión de 0,01 gramos.

Terminada la fijación, los ovarios se deshidrataron e incluyeron en paraplast, luego se efectuó cortes histológicos de 5 micrones de espesor, los que fueron teñidos con hematoxilina y contrastados con eosina. La hematoxilina es el colorante más versátil y ampliamente usado en la técnica histológica. Se emplea para visualizar núcleo celular, se convierte en hamateína por oxidación. La hematoxilina-eosina colorante nuclear (aniónico) y colorante citoplasmático (catiónico). Finalmente, se montaron con entellan en portaobjetos para realizar su lectura y análisis.

6.4.3.1 Análisis microscópico de los ovarios

Las variaciones de la condición reproductiva fue determinada a través del análisis de la distribución mensual de los estadios de madurez de los ovarios, en base al diagnóstico histológico del parénquima gonadal, aplicando una escala microscópica específica basada en los criterios señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) para peces teleósteos; Alheit **et al.** (1984) para *E. ringens* y Hunter



y Macewicz, (1985) para *E. mordax*; desarrollado en el Proyecto FIP N° 95-01 (Tabla 1).

Folículos postovulatorios

El cálculo de la frecuencia de desove se basa en el criterio utilizado por Hunter y Goldberg (1980), donde cada ovocito hidratado está rodeado por un folículo alargado y fino, una capa epitelial de células granulosas y una única capa externa de tejido conectivo de células con algunos capilares sanguíneos. Durante la ovulación los ovocitos completamente hidratados son liberados desde sus folículos. El folículo vacío o folículo postovulatorio no se fragmenta y se mantiene íntegro en el ovario, éste se deteriora rápidamente y es reabsorbido.

Para usar los folículos postovulatorios, en la estimación de la frecuencia del desove, es necesario dividir el proceso continuo de deterioración y reabsorción del folículo en intervalos de tiempo que consideren cambios en la estructura de éste, asignándoles una edad en horas. En la anchoveta la edad de los folículos postovulatorios puede ser determinada solamente hasta 56 horas después del desove.

Los criterios para clasificar por edad los folículos postovulatorios se basan en los diferentes estadios de degeneración por los que ellos atraviesan, la definición de éstos se basó en criterios discretos de las características citológicas y morfohistológicas (tamaño, forma aparente, aspectos de las células de la granulosa y del lúmen).

En la clasificación por edades de los folículos postovulatorios, se utilizaron criterios citológicos y morfohistológicos propuestos por Hunter y Goldberg (1980), para *E. mordax* y por Macewicz y Hunter (1993) para *T. symmetricus*, sobre el supuesto



que los cambios citológicos y morfohistológicos que experimentan los folículos postovulatorios de *E. ringens* son cronológicamente similares a lo señalado para aquellas especies, lo cual permite la diferenciación de folículos postovulatorios nuevos como también de día 1 y 2, cuyas características se definen en tabla 2.

Para la estimación de la fracción diaria de hembras desovantes se aplicó la metodología utilizada por Santander **et al.** (1984); Alheit **et al.** (1984) y Rojas y Oliva (1993), en *Engraulis ringens*.

6.4.3.2 Frecuencia de hembras maduras desovantes por día (F)

Para la determinación de este parámetro se usaron sólo los ovarios con folículos postovulatorios, los cuales fueron colectados en las muestras por lo menos 9 horas después del máximo desove (22:00 horas), con el objeto de prevenir cualquier sesgo que pudiera surgir del muestreo de hembras durante la hora del día cuando estaban desovando.

Los lances positivos fueron distribuidos en un ciclo completo de 24 horas y la edad de los folículos postovulatorios pudo ser determinada hasta 56 horas después del desove debido a que los folículos de mayor edad pueden ser confundidos con otras estructuras tales como folículos en estado atrésico (Hunter y Golberg (1980); Hunter y Macewiz (1980). En consecuencia se separaron dos grupos independientes de folículos postovulatorios de 24 horas: con edad entre 9 y 32 horas, y los con edad entre 33 y 56 horas. Debido a su independencia, estos dos grupos se unieron, logrando así duplicar el número de muestras (Alheit **et al.**, 1984).

Suponiendo que el muestreo de hembras hidratadas o de hembras de edad de día 1 ó de día 2 no es sesgado, entonces la fracción de hembras desovantes por el lance i fue estimado por:



$$F_i = \frac{m_{hi}}{m_i} \circ \frac{m_{1i}}{m_i} \circ \frac{m_{2i}}{m_i}$$

donde:

$$m_i = m_{hi} + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}$$

y cada uno de los términos corresponden a:

- m_{hi} = Número de hembras hidratadas en el lance i.
- m_{1i} = Número de hembras de día 1 en el lance i.
- m_{2i} = Número de hembras de día 2 en el lance i.
- m_{ai} = Número de hembras que no han desovado entre las 9 y 56 horas (incluidas las hembras con folículos postovulatorios con una edad menor de 9 horas).
- m_i = Número de hembras maduras en el lance i.
- F_i = Fracción desovante en el lance i.

Para corregir el sub-muestreo o sobre muestreo de hembras hidratadas y bajo la premisa de que la verdadera fracción de las hembras hidratadas fue la misma que la fracción de las hembras del día 1 ó día 2, m_{hi} se reemplazó por:

$$m_{hi} = \frac{m_{1i} + m_{2i}}{2}$$

de tal forma que:

$$F_{ii} = \frac{m_{1i}}{\frac{m_{1i} + m_{2i}}{2} + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}}$$



ó

$$F_{2i} = \frac{m_{2i}}{\frac{m_{1i} + m_{2i}}{2} + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}}$$

donde:

F_i = Fracción corregida de hembras con folículos postovulatorios de 9 a 32 horas de edad (hembras del día 1) ó 33 a 56 horas de edad (hembras del día 2) en el lance i .

Los estimados para promedio y varianza fueron dados por:

$$\bar{F} = \frac{\sum m_{1i} + m_{2i}}{2 \sum [\frac{m_{1i} + m_{2i}}{2} + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}]} = \frac{\sum m_{1i} + m_{2i}}{2 \sum m_{yi}}$$

$$V\bar{F} = \frac{1}{n(n-1)} \sum (\frac{m_{yi}}{m})^2 (F_{yi} - \bar{F})^2$$

donde:

\bar{F} = Fracción promedio de hembras desovantes por día en todos los lances.

m_{yi} = $((m_{1i} + m_{2i}) / 2) + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}$ = Número corregido de hembras maduras en el i ésimo lance.

\bar{m} = Número corregido de hembras maduras en el imo lance = $\bar{m} = \sum \frac{m_{yi}}{n}$

n = Tamaño de muestras.



6.5 Objetivo 4.2.2

"Estimar la fecundidad parcial en función del peso corporal y el modelo de regresión correspondiente a esta relación, así como la fecundidad media poblacional y su varianza asociada".

La fecundidad se estimó de acuerdo al método gravimétrico descrito por Hunter y Goldberg (1980), Hunter **et al.** (1985), Santander **et al.** (1984), Oliva **et al.** (1989) y Rojas y Oliva (1993).

Este método se basa en que todos los ovocitos hidratados en el interior del ovario son liberados en corto tiempo y el número de éstos reflejará la fecundidad parcial. Cabe mencionar, que las ventajas comparativas con otros métodos, es ahorro de tiempo en su conteo (rapidez en la determinación) y no hay dudas sobre la disgregación de las modas en los diagramas de frecuencia - tamaño de los ovocitos, debido a la diferencia de tallas de los ovocitos hidratados, los cuales se caracterizan por su enorme tamaño, transparencia y consistencia blanda.

Las hembras hidratadas fueron coleccionadas de cada lance, preferentemente al atardecer, debido a que la hidratación ocurre generalmente entre las 16 y 23 horas (Rojas y Oliva, 1993).

Todos los ovarios que se coleccionaron como hidratados fueron sometidos a un examen histológico, descartando aquellos que tenían indicios de desove (presencia de folículos postovulatorios), seleccionando sólo aquellos que con seguridad estaban hidratados, los cuales se pesaron con una precisión de 0,01 gramos.

El procedimiento técnico de conteo se inició con la absorción de líquido superficial del ovario con papel filtro, submuestreando la mitad más grande del ovario, tomando



tres segmentos del tejido uno del centro y dos de la parte media entre el centro y los extremos del eje mayor del ovario.

Estas tres submuestras fueron de aproximadamente de 0,2 gramos cada una, asegurando una cantidad no inferior a 100 ovocitos hidratados por submuestra.

Las submuestras fueron pesadas en una balanza analítica con una precisión de 0,0001 gramos, posteriormente fueron colocadas en una cápsula petri, cubriéndolas con gotas de glicerina (33%), y contabilizadas bajo microscopio estereoscópico.

El número promedio de los ovocitos hidratados de las tres submuestras (metodología descrita por Hunter, Lo y Leong, 1985), fue utilizado para la estimación del número total de ovocitos hidratados del ovario (fecundidad parcial), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\bar{E}_i = \bar{n} * W_i$$

donde:

\bar{E}_i = Fecundidad parcial (número total de ovocitos hidratados en el ovario).

W_i = Peso húmedo del ovario (g).

\bar{n} = Número promedio de ovocitos hidratados por gramo de submuestra.

El Método de Producción de Huevos, requiere la estimación de la fecundidad media poblacional o modal, es decir, el número de ovocitos liberados por una hembra promedio, representativa del total de la población de hembras maduras, para lo cual, es necesario ajustar un modelo que explique los datos de la fecundidad parcial en función de un parámetro corporal. De acuerdo a lo reportado por otros autores



(Santander **et al.**, 1984; Rojas y Oliva, 1993; Claramunt **et al.**, 1996 y en Taller FIP N° 96-01) el mejor modelo es el que se relaciona con el peso corporal (peso total menos peso gónada), por lo cual, se asumirá que esta relación es la que mejor explica las variaciones de la fecundidad parcial. Esto se probará mediante análisis de regresión y pruebas estadísticas, las que definirán el mejor modelo que explique las variaciones de la fecundidad parcial, en el período de estudio.

El MPH requiere la estimación de la fecundidad media poblacional, ésto es el número de ovocitos por una hembra media representativa del total de la población de hembras maduras. Para lo cual se ajustará un modelo que explique los datos de fecundidad parcial en función de un parámetro corporal. Se probarán los siguientes modelos:

$$Y'_{ji} = a + bx$$

$$Y'_{ji} = a * x_{ji}^b$$

$$Y'_{ji} = a * b^{x_{ji}}$$

donde:

Y'_{ji} = Fecundidad parcial estimada de la hembra j en el lance i.

a y b = Parámetros del modelo (intercepto y pendiente).

X_{ji} = Peso corporal (peso total menos peso ovario) de la hembra j en el lance i.

La fecundidad parcial se calculó utilizando las hembras colectadas en el área de muestreo (Regiones I y II). Se determinó una regresión entre la fecundidad parcial (número de ovocitos hidratados) y el peso del cuerpo de hembras sin gónada.



Las 30 hembras maduras de cada lance que se procesaron inicialmente, fueron seleccionadas, con el fin de estimar su fecundidad por medio del modelo de regresión de mejor ajuste.

La fecundidad media poblacional y su varianza se estimó siguiendo la metodología aplicada en el Método de Producción de Huevos, descrita por Hunter **et al.**, 1985:

$$\overline{\overline{E}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \overline{E}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

donde:

- $\overline{\overline{E}}$ = Fecundidad media poblacional.
- m_i = Número de peces muestreados en el lance i.
- \overline{E}_i = Promedio de la fecundidad parcial en el lance i.

Dado que para el promedio se utiliza la fecundidad parcial estimada a través del modelo de regresión, es decir, cada estimado tiene su propia varianza asociada, entonces la estimación de la varianza de la fecundidad media poblacional se debe ajustar para incluir esta variación adicional.

$$\hat{V}ar(\overline{\overline{E}}) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 \left[\frac{(\overline{E}_i - \overline{\overline{E}})^2}{n-1} + \frac{s_h^2}{n_h} + \overline{W}_i^* - \overline{W}_h^* \hat{V}ar(\beta) \right]}{\left[\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n} \right]^2 n}$$



donde:

\bar{E} = Estimado de la fecundidad media poblacional.

\bar{E}_i = Promedio de la fecundidad para el lance i.

S^2_h = Varianza de la regresión.

n_h = Número de hembras hidratadas utilizadas para ajustar la regresión.

W_i^* = Peso corporal promedio para el lance i.

W_h^* = Peso corporal promedio de hembras utilizadas en a regresión.

$\text{Var}(\beta)$ = Varianza de la pendiente de la regresión.

n = Número de lances.

6.6 Objetivo 4.2.3

"Estimar la producción diaria de huevos en el mar, su varianza asociada y la tasa de mortalidad diaria de los huevos".

6.6.1 Produccion diaria de huevos, P_o .

6.6.1.1 Muestreo de terreno

Determinación del tamaño esperado de muestra por estaciones totales y estaciones positivas.

Para los efectos de determinar el tamaño de muestras, se procedió a estudiar la relación existente entre (\bar{x} ; S^2_x ; n) y la distribución "t" de Student, que corresponde a la siguiente expresión:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_x}{\frac{\sqrt{S^2_x}}{n}} \sim t(n - 1)$$



De este modo, y a través de esta estadística, se pudo establecer la siguiente relación entre el tamaño de muestra de las estaciones positivas n^+ y los estimadores \bar{x}, s_x^2 ,

$$n^+ = \frac{S_x^2 t^2}{(\bar{x} - \mu_x)^2}$$

$$n^+ = \left[\frac{S_x t}{\bar{x} - \mu_x} \right]^2$$

para un nivel de significación $\alpha = 0.05$ y $n^+ > 60$, el valor del estadístico " t " fue igual a 2.

Definiendo la diferencia entre el estimador de la media y el parámetro, y aceptando como margen de tolerancia de delta a un múltiplo del estimador de la media se tiene:

$$\delta = \bar{x} - \mu_x \sim \varepsilon \bar{x}$$

A partir de esta relación se obtuvieron los tamaños de muestra esperados para las estaciones positivas n^+ .

El procedimiento seguido se basó en el trabajo de Santander **et al.**, (1982), quienes experimentalmente utilizaron como estimador del número total de estaciones n , la relación porcentual entre " n^+ " y " n ". Al respecto, Castillo **et al.**, (1993), Braun (1995), Braun , (1996) y Braun **et al.**, (1997) encontraron que tal relación fue de:

$$\frac{n^+}{n} = 0,4654 (46,54\%)$$

de manera que estimando el tamaño " n^+ " es posible establecer el número total de estaciones " n ".



La decisión del diseño y tamaño muestral se adoptó a la luz de los resultados del análisis de información histórica de huevos de anchoveta, practicado a 520 muestras planctónicas colectadas con red tipo WP-2, durante la máxima actividad reproductiva (invierno), en el período 1993 – 1996, aplicando la metodología propuesta por Santander *et al.* (1982), para la zona comprendida entre Arica (18°25'S) y Punta Carrizalillo (26°00'S).

Para compatibilizar la precisión del estimado, con las posibilidades económicas y de tiempo, se optó por un nivel de precisión de un 30% del estimado, lo que demanda una intensidad de muestreo de aproximadamente 737 estaciones.

El esquema básico de muestreo estuvo configurado por una grilla de 800 estaciones equidistantes 4*9 mn, dispuestas en 59 transectas perpendiculares a la costa de las cuales, 26 tuvieron una extensión de 60 mn, 12 de 56 mn, 16 de 28 mn, 2 de 88 mn, 2 de 44 mn y una de 16 mn.

Con el objeto de obtener una mayor precisión en la estimación de la producción de huevos en la zona comprendida entre Punta Patache (20°50' LS) y Caleta Paquica (21°50' LS), definida como una importante área de desove costero, el diseño básico de muestreo se modificó a 4*4,5 mn, disminuyéndose el espaciamiento entre transectas a la mitad (4,5 mn). El total del área explorada correspondió a la sumatoria de las áreas representada por cada una de las estaciones y alcanzó a un total de 26.496 mn². Para compensar la diferencia en la intensidad del muestreo a cada estación se le asignó un factor de ponderación proporcional al área representada (Fig. 1).

Cabe mencionar, que durante el invierno de 1996 en Perú y límite norte de Chile, se observó una gran dispersión de los cardúmenes de anchoveta, lo que obligó a investigadores peruanos a efectuar variantes en el trayecto planificado durante la aplicación del MPH, de tal forma que los perfiles costeros se extendieron, llegando



inclusive hasta las 150 millas náuticas (Ayon y Buitron, 1997). De acuerdo a lo anterior, queda de manifiesto que el track debe tener flexibilidad en la colección de huevos, respecto a la costa, adecuándose al comportamiento observado “*in situ*”, durante la evaluación.

Un número importante de estaciones se localizaron por fuera del área de desove de la anchoveta, contribuyendo con varias estaciones sin huevos. Con el objeto de reducir el impacto que éstas puedan tener en la varianza asociada al cálculo de la Producción de Huevos, el área muestreada se dividió en dos estratos, en función de la presencia o ausencia de huevos: estrato 0 que incluyó el área geográfica donde no se produjo desove y el estrato 1 que incluye las estaciones positivas a huevos de anchoveta más aquellas negativas localizadas al interior de éste. Adoptando el criterio utilizado por Armstrong *et al.* (1988), el estrato positivo se definió al interior del límite costero u oceánico de la red de estaciones después de dos registros negativos consecutivos, más allá de la última estación positiva de cada transecta (Fig. 2).

6.6.1.2 Muestreo de huevos

En cada estación se colectaron muestras pareadas de zooplancton, mediante un muestreador **CaIVET** (versión **PAIROVET**) de 0,05 m² de área de boca y 0,150 mm de abertura de malla (Smith *et al.*, 1985), el cual se remolcó verticalmente desde una profundidad máxima de 70 m o desde 5 m sobre el fondo hasta la superficie en el caso de profundidades menores. El calado y virado se efectuó a una velocidad de aproximadamente de 1 m/seg, con un tiempo de estabilización de 10 segundos una vez alcanzada la profundidad máxima de muestreo.

Las muestras obtenidas en cada una de las estaciones se preservaron inmediatamente después de extraídas del copo colector de la red, con una solución de formalina al 5% en



agua de mar neutralizada con disodio tetraborato (bórax), para evitar de esa manera, un posible deterioro de los ejemplares capturados.

6.6.1.3 Análisis de muestras de huevos

El análisis de las muestras de zooplancton consistió en la **separación** de la totalidad del ictioplancton, **identificación** de los huevos de anchoveta y **clasificación** por estadio de desarrollo embrionario.

La clasificación de los huevos por estadio de desarrollo se efectuó en un máximo de 200 ejemplares por muestra, utilizando el criterio establecido por Moser y Ahlstrom (1985), quienes dividieron el período del desarrollo embrionario de los huevos de anchoveta en once estadios de acuerdo a los cambios morfológicos que se producen en el transcurso de la embriogénesis (Tabla 3). Los huevos que no pudieron ser asignados a ninguno de dichos estadios, debido a opacidad o daño en su estructura interna, se clasificaron como deteriorados (Det.).

Asignación de edad a los huevos

La determinación de la edad de los huevos de anchoveta se efectuó mediante un sistema gráfico configurado por curvas de velocidad del desarrollo en función de la temperatura desarrolladas para cada uno de los once estadios por Sweiffel y Smith(Ms) en Santander **et al.** (1984) y mediante un procedimiento automatizado utilizando un programa de computación estructurado de acuerdo a lo descrito en Hewit, Bindman y Lo (1984) y Lo (1985).

El procedimiento asume que el desove se produce en el intervalo de tiempo de 8 horas comprendido entre las 18:00 y 02:00 horas, con el tiempo nominal "0" en el punto medio, a las 22:00 horas. Todos los huevos con menos de 8 horas de edad colectados



entre las 18:00 y 02:00 horas se clasificaron como recientemente desovados (S). A los huevos colectados en el sucesivo intervalo de 12 horas, comprendido entre las 02:00 y 14:00 horas, se les asignó la categoría de edad A_1 y aquellos colectados entre las 14:00 y 02:00 horas del día siguiente la categoría de edad A_2 , continuando progresivamente con las categorías de edad B_1 , B_2 , C_1 y C_2 , dependiendo del estadio de desarrollo, hora de colección y temperatura del agua a 10 m.

Los huevos deteriorados fueron clasificados como $Det._1$ y $Det._2$ de acuerdo a la hora de colección (02:00 a 14:00 y 14:00 a 02:00 horas, respectivamente) y fueron incorporados al censo final de las diferentes categorías de edad de acuerdo a la contribución porcentual de los huevos de las categorías 1 y 2 incluyendo en esta última a la categoría de edad "S."

Para el cálculo de P_0 se consideraron solamente los huevos de 1 y 2 días de edad (categorías A_1 , A_2 , B_1 y B_2), los cuales constituyen los únicos estimados no sesgados de la población de huevos de las siete edades establecidas. Se excluyeron del cálculo los huevos recientemente desovados (categoría S) y los de 3 días de edad (categorías C_1 y C_2) debido a que su número es un subestimado de la subpoblación de huevos de cada una de sus respectivas categorías. En el primer caso, es porque provienen de muestras colectadas antes que se complete el período diario de desove y en el caso de los huevos de 3 días de edad, debido a que de acuerdo al rango de temperaturas registrado en la zona, en una proporción importante de ellos se ha producido la eclosión de las larvas.

6.5.1.4 Estimación de la producción diaria de huevos $P_{(t)}$ y tasa de mortalidad

El cálculo de la producción diaria de huevos, su varianza y tasa de mortalidad se estimó según el modelo de regresión no lineal de tipo exponencial (Picquelle y Stauffer, 1985) dado por:



$$P_t = P_0 e^{-zt} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

- P_t = Número de huevos en la categoría de edad t (día).
- t = Tiempo transcurrido (o edad) entre el desove y el inicio del muestreo.
- P_0 = Producción diaria de huevos en el área investigada (número inicial de huevos desovados en el tiempo o instante t).
- z = Tasa diaria de mortalidad instantánea.
- ε_{ijk} = Error relativo.

Complementariamente, la producción de huevos, tasa de mortalidad y estadísticos asociados se calcularon mediante un programa computacional (Prohue) desarrollado por U. Damm y proporcionado por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

El modelo asume que todos los huevos son desovados y fertilizados a una hora fija y que están afectados por una tasa de mortalidad constante "z".

6.6.1.5 Estimador para la producción de huevos $P_{(t)}$

La producción de huevos en la categoría de edad t fue estimada a través del estimador:

$$\hat{P}(t) = \ln^{-1} [\hat{Y}(t)]$$

$$\hat{Y}(t) = \hat{\alpha}_0 + \hat{\beta} \cdot t$$

$$\hat{\alpha}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta} \cdot \bar{t}$$



donde :

$$\hat{\beta} = \frac{\sum^n [Y - \bar{Y}][t - \bar{t}]}{\sum^n [t - \bar{t}]^2}$$

corresponden al modelo original (no lineal) linealizado y estimadores mínimo cuadráticos.

6.6.1.6 Estimador de la varianza del estimador de $P(t)$

$$\hat{V}[\hat{P}(t)] = \ln^{-1} \left(\hat{\sigma}^2 \left[\frac{1}{n} + \frac{(t_0 - \bar{t})^2}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} \right] \right)$$

donde:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n [Y_i - \alpha_0 - \beta t_i]^2$$

Alternativamente, se usó dos estimadores de la varianza de $\hat{Y}(t)$. Uno relacionado con consideraciones geoestadísticas y un segundo estimador relacionado con la presencia de estaciones no positivas (ceros).

Estimación de la varianza de $\hat{Y}(t)$ bajo consideraciones Geoestadísticas (Petitgas, 1991).

Geoestadística (Petitgas, 1991)

Un estimador de varianza del estimador $\hat{Y}(t)$ para la estimación de la producción de huevos a utilizar, correspondió al método propuesto por Petitgas (1991), quien aplicó



los principios de variables regionalizadas o geoestadísticas, a la estimación de varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

$$\sigma_e^2 = 2\bar{y}(S,V) - \bar{y}(V,V) - \bar{y}(S,S)$$

donde los términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas ($\gamma(h)$) donde:

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

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

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

siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio, α y β los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V. La varianza σ_e^2 , depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para $\bar{y}(V,V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{y}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{y}(S,V)$ (Petitgas y Prampart, 1995).

Estimación de $y(t)$ y de la Varianza de $\bar{y}(t)$.

Ante la presencia de estaciones no positivas (ceros) dadas por Pennington (1983) los estimadores propuestos están respectivamente dados por:



$$\hat{Y}(t) = \left(\frac{m}{n}\right) \exp(\bar{Y}) Gm(x)$$

donde: m es el número de estaciones positivas; n es el número total de estaciones; \bar{Y} es el promedio distinto de cero transformados logarítmicamente; Gm(x) tiene la siguiente forma:

$$Gm(x) = 1 + \frac{(m+1)x}{m} + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(m-1)^{2j-1} x^j}{m^j (m+1)(m+3) \dots (m+2j-3)j!}$$

donde m es mayor que cero, y

$$x = \frac{s^2}{2}$$

donde s^2 es la varianza de los valores distintos de cero y transformados logarítmicamente.

La varianza se estimó con la siguiente expresión (Pennington, 1983):

$$VAR = \left(\frac{m}{n}\right) \exp(2\bar{Y}) \left[\left(\frac{m}{n}\right) Gm(x)^2 - \left(\frac{m-1}{(n-1)} Gm \frac{(m-2)2x}{(m-1)} \right) \right]$$

6.6.1.7 Estimador del coeficiente de variación

$$CV \left[\hat{P}(t) \right] = \frac{\sqrt{V \left[\hat{P}(t) \right]}}{\hat{P}(t)}$$



Intervalo de confianza para $P_{(t)}$

$$CV = [P(t); \gamma]; \left[1n^{-1} \left[\hat{Y}(t) - t^*_{(n-2)} D^* \right]; 1n^{-1} \left[\hat{Y}(t) + t^*_{(n-2)} D^* \right] \right]$$

donde:

$$D^* = \sqrt{\hat{V}} \left[\hat{Y}(t) \right]$$

$$t^*_{(n-2)}$$

“t” de Student con (n-2) grados de libertad.

6.6.1.8 Parámetros ambientales

En cada una de las estaciones planctónicas, utilizando como plataforma de trabajo el B/I “Carlos Porter”, se obtuvo un registro continuo de la temperatura y salinidad, hasta una profundidad máxima de 100 m, mediante el uso de un CTD SEA BIRD modelo 19.

Los valores del CTD fueron validados mediante lectura de termómetros de inversión y el análisis de salinidad de muestras de agua colectadas a diferentes profundidades. No se observó diferencias significativas, respecto a valores dados por la calibración de fábrica.

Con esta información se confeccionaron cartas de distribución superficial de temperatura, salinidad, anomalías y profundidad de la isoterma de 15°C.



6.7 Objetivo 4.2.4

"Estimar el peso promedio de hembras y la proporción en peso entre los dos sexos con sus respectivas varianzas".

6.7.1 Peso promedio de hembras maduras (W)

De cada lance, las primeras 30 hembras maduras procesadas fueron utilizadas para la determinación del peso promedio del cuerpo. Se calculó el peso promedio para cada lance (\bar{W}_i) y la varianza de acuerdo a:

$$\bar{W} = \frac{\sum_{i=1}^{m_i} m_i * \bar{W}_i}{\sum_{i=1} m_i}$$

$$Var(\bar{W}) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (\bar{W}_i - \bar{W})^2}{[\sum_{i=1}^n \frac{m_i}{n}]^2 n(n-1)}$$

donde:

$$\bar{W}_i = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{W_{ij}}{m_i}$$

\bar{W}_i = Peso promedio del cuerpo de hembras maduras en el lance i.

\bar{W} = Peso promedio del cuerpo de hembras maduras en todos los lances

m_i = Número de peces submuestreados desde cada lance i.

n = Número de lances.



El peso total del cuerpo de hembras, fue ajustado en aquellas hembras que histológicamente presentaron ovocitos hidratados u ovocitos con el núcleo emigrando hacia el polo, a través de la relación matemática que resultó entre el peso total del cuerpo y el peso del cuerpo sin gónada.

6.7.2 Fracción de hembras (Proporción de sexo) (R)

La fracción de hembras (proporción sexual) fue estimada para cada lance de una submuestra compuesta por 120 ejemplares. Debido al efecto de la preservación, el peso registrado fue corregido por un factor de corrección por fijación. El promedio de la muestra y la varianza fueron estimados según:

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \bar{R}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

donde:

$$\bar{R}_{ij} = \sum_{j=1}^{m_i} \frac{R_{ij}}{m_i}$$

- \bar{R}_{ij} = Valores observados para el jth peces muestreados desde el ith lance i.
- \bar{R} = Fracción promedio de hembras por peso en porcentaje de todos los lances.
- m_i = Número de peces submuestreados en cada lance i.
- n = Número de lances.



6.8 Objetivo 4.2.5

"Estimar la biomasa del stock desovante de anchoveta y su varianza asociada".

6.8.1 Modelo para la estimación de la biomasa

El método se basa en el modelo desarrollado por **Parker (1980)** y modificado por **Stauffer y Piquelle (1980)**:

$$B = K \frac{P_o * W}{R * F * E}$$

donde:

- B = Biomasa desovante en toneladas métricas.
- P_o = Producción diaria de huevos en el área investigada (huevos producidos por 0,05 m² por día).
- W = Peso promedio de las hembras maduras (g) de la población.
- R = Proporción de sexos (fracción de hembras de la población en peso).
- F = Fracción de hembras maduras que desova por día.
- E = Fecundidad parcial (número promedio de huevos desovados por hembra por desove).
- K = Factor de conversión de gramos a toneladas métricas.

La varianza de la estimación de la biomasa se calculó por el método delta (Seber, 1973), Stauffer y Picquelle (1980) como una función de la varianza y covarianza de la estimación de los parámetros:



$$\begin{aligned} Var(B) = & B^2 \{Var(P_o) / P_o^2 + Var(W) / W^2 + Var(R) / R^2 + Var(E) / E^2 \\ & + Var(F) / F^2 + 2[Cov(P_o W) / P_o W - Cov(P_o R) / P_o R - Cov(P_o E) / P_o E \\ & - Cov(RF) / P_o F - Cov(WR) / WR - Cov(WE) / WE - Cov(WF) / WF \\ & + Cov(RE) / RE + Cov(RF) / RF + Cov(FE) / FE]\} \end{aligned}$$

6.9 Objetivo adicional 4.3.1

”Determinar la distribución y la biomasa de anchoveta (en peso) y su varianza asociada”.

6.9.1 Muestreo acústico

El muestreo acústico se realizó mediante transectas paralelas entre sí y perpendiculares a la costa sistemáticamente distribuidas, separadas por 9 mn, reduciéndose a 4,5 mn en el sector comprendido entre punta Patache (20° 50' L.S.) y caleta Paquica (21° 50' L.S.). El límite occidental de la zona de estudio varió entre las 28 mn en el sector de mayor densidad de muestreo, 60 mn en general y 88 mn en las dos transectas efectuadas en el extremo norte (Fig. 3).

La prospección se efectuó en forma continua en el período de 24 horas, discretizándose la información en Intervalos Básicos de Muestreo (I.B.M.) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de eointegración con el navegador satelital GPS. La información acústica registrada correspondió al valor de densidad expresado en energía retrodispersada, referida a una mn² (Sa). Se prospectó hasta los 500 m de profundidad, eointegrándose los registros desde la superficie hasta los 300 m.



Debido a la velocidad del B/I “C. Porter” y a los requerimientos de muestreo de huevos para la aplicación del MPH, la mayoría de las transectas acústicas, se realizaron durante el día o la noche. De todos modos, los estimados de la biomasa se efectuaron considerando separadamente el día, la noche y el total, asumiendo para cada caso las áreas cubiertas en forma separada.

6.9.2 Calibración del sistema acústico

- **Calibración electroacústica**

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 500 consiste en un proceso iterativo, en que se mide las señales de la intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco de referencia conocido, los que deben converger hacia el valor teórico del blanco de referencia. El cual se ubica en el centro del haz acústico, a una distancia mínima de 15 m de la cara radiante del transductor, de este modo se procede al ajuste de los parámetros en el software (Foote *et al.*, 1987).

Se utilizó un blanco estándar de cobre diseñado para la frecuencia de 38 KHz, según las recomendaciones del Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por el fabricante (Foote *et al.*, 1987). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisión de $\pm 0,5$ dB, siendo aceptable con ± 1 dB.

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



El buque se fondeó con dos anclas por la proa y una por la popa (barbas de gato). Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración, ésta se ubicó en el haz acústico mediante tres líneas de naylon monofilamento, utilizándose carretes de cañas de pescar para variar y controlar la ubicación del blanco en el haz.

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

$$G_i = G_o + \frac{Tsm - Tsb}{2}$$

donde:

- G_1 = Nueva ganancia del transductor.
- G_0 = Ganancia antigua.
- Tsm = Intensidad de blanco medida (dB).
- Tsb = Intensidad de blanco teórico (dB).

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

$$G_i = G_o + \frac{10 \log \frac{Sa_m}{Sa_t}}{2}$$

siendo:

$$Sa_t = \frac{4\pi r_o^2 \sigma_{bs} (1852)^2}{\Psi r^2}$$



donde:

S_{bs}	=	Sección dispersante de la esfera (dB).
r	=	Profundidad de la esfera (m).
r_0	=	Profundidad de referencia (1 m).
Y	=	Angulo equivalente del haz acústico (dB).
$Sa_{(t)}$	=	Salida teórica del ecoinTEGRADOR.
$Sa_{(m)}$	=	Salida medida del ecoinTEGRADOR.

- **Constante de ecoinTEGRACIÓN**

La constante de ecoinTEGRACIÓN (C) se calculó según:

$$C = \frac{(4\pi x 10^{\frac{TS_{kg}}{10}})^{-1}}{1000}$$

El TS se refirió a valores de TS_{kg} según:

$$TS_{kg} = TS - 10 \text{ Log } w$$

siendo:

TS_{kg}	=	Intensidad de blanco (dB/kg)
w	=	Peso del pez (kg).

El TS de la anchoveta se determinó en base a la ecuación ajustada por Castillo **et al.** (1997) según:

$$TS = -73,739 + 20 \text{ LOG } (L)$$



El peso se determinó en base a la relación longitud total (L) - peso total (W) calculada para septiembre de 1997, según:

$$W = 0,013875 L^{2,737}$$

Para efectos de calcular la constante de ecointegración, se consideró la longitud total promedio de las anchovetas de las muestras provenientes de los lances de pesca de reconocimiento.

En el caso de la sardina española (*Sardinops sagax*), jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus peruanus*), se utilizó un TSkG de -32,5 dB/kg.

6.9.3 Identificación de especies

La identificación de especies se realizó mediante la aplicación de tres procedimientos:

a) Método acústico (Guzmán et al., 1983):

Este método calcula el coeficiente volumétrico de dispersión, S_v de cada cardumen, considerando el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes, comportamiento de las especies y su relación con la señal acústica, utilizándose la siguiente formulación:

$$S_v = \frac{ClxV^2}{LxD}$$



donde:

- S_v = Coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación ó cardúmen.
- $C1$ = Constante de calibración electrónica del equipo. En el caso del EK500 está incluida en la salida calibrada del econtegrador.
- L = Longitud de la agregación (m)
- D = Altura media de la señal remitida por la agregación (m).

Guzmán *et al.*, (1983), establecieron que los S_v de los cardúmenes de sardina española se encuentran en el rango entre -25 a -36 dB y los de jurel entre -37 a -47 dB. La anchoveta se encuentra entre -32 a -42 dB, considerándose adicionalmente para su identificación las características de la forma geométrica de los cardúmenes, su distribución batimétrica y localización longitudinal.

b) Pescas de identificación

Con el objeto de validar la identificación efectuada mediante el método acústico y obtener muestras biológicas, se utilizó la información biológico-pesquera proveniente de los lances de pesca realizados con una red de cerco de jareta tipo anchovetera por el PAM CORAY I (Eslora **21,97** m; Manga **6,65** m; Puntal **2,60** m, Calado **1,60** m; Potencia **1800** HP; red anchovetera **300 x 40** br), arrendado para obtener el muestreo de adultos requerido por el Método de Producción de Huevos.

De las capturas obtenidas en cada lance se obtuvieron los aportes porcentuales de cada especie, comparándose con la identificación de las especies realizada mediante el método acústico y aplicándose a las lecturas acústicas en las I.B.M's cercanas a los lugares en que se realizaron las pescas (Simmonds *et al.*, 1991).



- **Análisis biológico de las capturas**

Se efectuaron muestreos biológicos a las capturas de cada lance, estableciendo la estructura de tamaño y peso de la especie dominante. Los datos recopilados en las pescas de identificación permitieron establecer en forma comparativa la estructura de tallas y peso de los stocks de los recursos evaluados mediante los métodos acústicos.

- c) **Composición de las capturas de la flota, contemporáneas al crucero**

En forma complementaria a los dos procedimientos anteriores, se utilizó la información de las capturas obtenidas por la flota en forma contemporánea al crucero, georeferenciadas en cuadrículas de 10 x 10 mn.

Esta información permitió, una vez finalizado el crucero, validar la identificación realizada mediante el método acústico y las pescas de identificación, haciendo una comparación entre las cartas de distribución geográfica y las capturas georeferenciadas, esta información fue colectada entre el 11 de agosto y el 5 de octubre de 1997.

6.9.4 Procesamiento de la información acústica

El procesamiento de los datos se realizó en gran parte a bordo mediante el software SIMBAD (Espejo y Castillo, 1997). Además, se ingresó la información sobre temperaturas y salinidades para cada estación oceanográfica. Se crearon bases de datos con las lecturas acústicas por cada I.B.M. separados por especie, tipo de agregación, sus profundidades máximas y mínimas, la posición geográfica de cada I.B.M., fecha, número y rumbo de la transecta.



Con tales datos se obtuvieron los mapas de distribución geográfica expresadas en categorías de densidad y los gráficos de distribución batimétrica de los recursos, y se calcularon los estimados de biomasa, con sus varianzas. El área prospectada fue medida mediante un planímetro digital.

6.9.5 Estimación de la biomasa y sus varianzas

a) Biomasa total

Un estimador apropiado para evaluar la biomasa (\hat{B}) está dado por :

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

donde:

A = Área de estudio en millas náuticas cuadradas.

\hat{R} = Estimador de razón de densidad media por número de intervalos básicos de muestreo.

\hat{C}_b = Coeficiente de eointegración (t/mn²/Sa).

La razón (\hat{R}) correspondió a las lecturas acústicas del eointegrador (Sa) por I.B.M., calculándose según:

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



donde,

- n = Número de transectas de la muestra.
- x_i = Densidad de la transecta i-ésima.
- y_i = Número de I.B.M. en la transecta i-ésima.
- Tskg = Intensidad de blanco por kg, correspondiente a la talla promedio obtenida en los lances de reconocimiento.

La lectura acústica del ecoinTEGRADOR por I.B.M. corresponde a la expresión:

$$S_a = 4\pi \times S_v \times R_o^2 \times (1852m / mn)^2 \times (r_2 - r_1)$$

donde:

- S_a = Lecturas promedio del ecoinTEGRADOR por I.B.M., en este caso se señala como la razón (\hat{R}).
- S_v = Coeficiente volumétrico de dispersión (m^2/m^2).
- R_o = Profundidad de referencia del blanco (m).
- r_2, r_1 = Límites superior e inferior de la ecoinTEGRACIÓN o de los estratos programados (m).
- 1.852 = Factor de transformación de m a mn.

b) Biomasa por talla (método acústico)

Este método calcula la biomasa por talla, en base, a la información acústica por IBM, la información de estructura de tallas por cada lance de pesca y la relación TS-L de anchoveta.



De este modo la biomasa (\hat{B}) en número por talla se calcula según:

$$N_k = \sum_{j=1}^{j=m} \frac{Sa_j f_k}{4 \pi \sum_{i=1}^T f_i 10^{\frac{(a+b \log L_i)}{10}}}$$

La biomasa en peso a la talla se calcula según:

$$B_{(k)} = N_k a_1 L_k^{b_1}$$

siendo:

- N_k = Número de ejemplares en la k-ésima talla.
- Sa_j = Lectura acústica en la j-ésima ibm.
- f_k = Frecuencia de la talla k determinada desde los lances de reconocimiento (%).
- T = Total de tallas.
- f_i = Frecuencia de la i-ésima talla, determinada desde los lances de reconocimiento (%).
- a y b = Parámetros de la relación TS-L.
- L_i = Longitud de la i-ésima talla (cm).
- $B_{(k)}$ = Peso de la k-ésima talla (g).
- a_1 y b_1 = Parámetros de relación peso-longitud.
- L^k = Longitud de la k-ésima talla (cm).

c) Estimadores de la varianza

Para diseños sistemáticos como el aplicado en la presente evaluación, donde se consideró un único punto de arranque para la muestra sistemática, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con



resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad, en relación, a la selección de la muestra sistemática. Por esta razón, la varianza de la biomasa se ha estimado mediante los Métodos Conglomerados de Tamaños Desiguales (Hansen *et al.*, 1954); Estratos Agrupados (Volter, 1985) y Bootstrap (Robotham y Castillo, 1990).

El estimador para la varianza de la biomasa estimada (\hat{B}), se expresa según:

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

c1) Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen et al,1953)

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

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

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

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

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad ; \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

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

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



c2) Estratos agrupados (Kirk M. Volter, 1985).

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

donde:

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

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

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

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

c3) Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990).

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

donde:

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



siendo \hat{R} un estimador de razón obtenido de la i -ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

El intervalo de confianza $(1 - \alpha)$ para la biomasa \hat{B} se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC):

$$\hat{F}^{-1} \{ \phi(2 Z_o) \}$$

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

y donde,

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

$$Z_o = \phi^{-1} (\hat{F}(\hat{R}))$$

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

6.9.6 Distribución de los recursos

La información procesada se presenta en mapas de distribución geográfica e histogramas de la frecuencia de cardúmenes ubicados según la profundidad.

La distribución de anchoveta, sardina española y jurel, se presenta por separado en mapas, utilizando una escala de densidad (t/mn^2), determinada por la siguiente expresión $75 \cdot 2^{(n-1)}$, donde n representa el nivel de la categoría, siendo $0 < n \leq 4$ (Tabla 4). Los mapas de distribución se confeccionaron realizando una interpolación



mediante el método de la distancia inversa al cuadrado ($1/d^2$), presentándose gráficamente en dos tipos de representación, en mantos tri-dimensional y en isolíneas planas de igual densidad según las categorías señaladas anteriormente.

6.9.7 Índices de cobertura y abundancia relativa

Para complementar el análisis de la distribución espacial de los recursos en estudio, se utilizaron los índices de Densidad y Cobertura (Castillo **et al.**, 1986). El Índice de Cobertura (IC) indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie, dando una idea acerca del grado de agregación presentado por la especie en el momento de la prospección. El IC se calculó según:

$$IC = (k/z)100$$

La abundancia relativa de los recursos se determinó con el Índice de Densidad (ID), que indica el grado de concentración de los recursos en aquellas observaciones acústicas que detectaron su presencia. El procedimiento de cálculo para el ID es:

$$ID = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{Sa_{ij} C_b}{k} \right)$$

donde:

- K = Número de observaciones acústicas con presencia de recurso.
- Z = Número total de observaciones acústicas en el crucero.
- Sa_{ij} = Lecturas acústicas en la i-ésima I.B.M. de la j-ésima transecta.
- C_b = Factor de eointegración
- I.C. = Índice de cobertura (%).
- I.D = Índice de densidad en t/mn².



6.9.8 Asociación entre las variables oceanográficas físicas y los recursos

Se realizó un análisis descriptivo entre las variables oceanográficas físicas (temperatura y salinidad) y los recursos, presentando la distribución batimétrica de cada especie, en histogramas con la frecuencia de los cardúmenes (%), respecto a las variables temperatura y salinidad, comparándose con el comportamiento histórico de las variables oceanográficas y los recursos.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



7. RESULTADOS

7.1 Monitoreo reproductivo que fundamenta el inicio del crucero

El seguimiento reproductivo de la anchoveta permitió definir la época de desove, entregando antecedentes claves para el inicio del crucero del MPH.

7.1.1 Análisis macroscópico

El número de hembras analizadas macroscópicamente fue de 18.056, de las cuales 3.819 se estudiaron a través de técnicas histológicas (microscópicas).

El análisis del índice gonadosomático indicó que a partir de febrero de 1997 se observó una fuerte caída del IGS, alcanzando un mínimo en mayo.

El proceso reproductivo de la anchoveta en 1997 se inició en julio, visualizándose un marcado atraso en relación a los índices históricos, observándose el inicio del desove en agosto, condición que se mantuvo hasta noviembre (Fig. 4a y tabla 5).

7.1.2 Analisis microscópico

El análisis microscópico efectuado a las anchovetas colectadas en la I y II Región, señaló que hasta la primera quincena de julio no se observó actividad reproductiva, iniciándose recién a partir de la segunda quincena de julio con ovarios en estado previtelogénicos y en menor proporción vitelogénicos.

El comienzo del desove, corroborado por la presencia de vitelogénicos, hidratados y folículos postovulatorios, se manifestó en agosto, observándose los máximos valores



del índice de actividad de desove a partir de la tercera semana de agosto hasta la primera semana de octubre (Fig. 4b).

7.2 Características de los cruceros

De acuerdo a los antecedentes obtenidos durante el seguimiento reproductivo de la anchoveta, se decidió iniciar la colección de adultos y huevos desde el límite sur del área de estudio, determinación que se tomó debido a la condición reproductiva de la anchoveta, observada en cada puerto de desembarque, la cual indicó una actividad de desove de mayor intensidad en la zona sur del área de estudio.

7.2.1 Crucero de adultos

El plan de muestreo de adultos, de acuerdo a la Propuesta Técnica, indicaba la realización de un mínimo de 45 lances, lo cual se cumplió y se incrementó a 60 lances efectivos (Tabla 6).

Al igual que anteriores estudios, los lances positivos se circunscribieron a las primeras 10 millas náuticas, ubicándose principalmente frente a Antofagasta, Mejillones, Iquique, Pisagua y Arica (Fig. 5).

7.2.2 Crucero de huevos

Del total de 59 transectas efectuadas, resultaron 27 transectas de 60 mn, 11 de 56, 1 de 16, 2 de 44, 16 de 28 y 2 de 88 mn, generándose un área total prospectada de 26.496 mn², de las cuales 19.332 mn², correspondieron al área de desove (estrato 1).



7.3 Parámetros asociados a adultos

7.3.1 Distribución de tamaños

Durante el crucero se midieron 6.346 anchovetas, cuya amplitud de tamaño fluctuó entre los 7,0 y 18,0 cm de longitud total, con una moda centrada en los 15,0 cm (20%) (Fig. 6).

7.3.2 Proporción de estadios de madurez, fracción diaria de hembras desovantes y peso promedio de hembras maduras de anchoveta

Se analizaron 1.800 hembras, correspondientes a 60 lances, coleccionándose 30 especímenes por lance.

- **Proporción de estadios de madurez microscópico**

El análisis histológico de los ovarios colectados entre el 25 de agosto y el 27 de septiembre indicó que el 100% de las hembras se encontraban activas, con un predominio de hembras con gónadas en estadio IV (59%) y V (33%). El comportamiento reproductivo de la anchoveta evidencia que el crucero se efectuó durante el máximo proceso de desove, en la I y II Regiones.

- **Fracción diaria de hembras desovantes de anchoveta**

Teóricamente se pueden obtener estimados independientes de este parámetro:

- Porcentaje de hembras con ovocitos hidratados
- Porcentaje de hembras con folículos postovulatorios día 1
- Porcentaje de hembras con folículos postovulatorios día 2



De las anchovetas capturadas en el crucero de adultos se lograron dos conjuntos de datos independientes para la determinación de la frecuencia del desove. Hembras de de edad día 1 y 2.

El porcentaje de hembras de día 1 de edad por colección varió de 0 a 57% y el de día 2 fluctuó de 0 a 27%. Los datos de hembras con folículos postovulatorios de día 1 y día 2 fueron combinados por su independencia entre sí, entregando una fracción del desove de 0,1325, con una varianza de 0,00001589 y un coeficiente de variación de 0,031089. Esto indicó que durante el tiempo de la exploración 13% de las hembras maduras desovaron cada día o que cada hembra madura desovó, en promedio, cada 7,5 días.

- **Corrección por fijación**

La corrección por fijación fue estimada en base a 60 ejemplares, a los que se les registró su peso inicial en fresco y luego se fijó en formalina al 10% neutralizada con fosfato de sodio. Este procedimiento se efectuó durante 25 días, observándose que a los 15 días el peso de la anchoveta fijada se estabilizaba.

El promedio de la variación del porcentaje del peso, estimado para hembras, fue de 101,70, con una desviación estándar de 2,2729 y para machos de 100,51, con una desviación estándar de 2,1148.

Los factores de corrección fueron aplicados a las mediciones de pesos en gramos para machos y hembras, utilizados en los estimados de los parámetros de adultos del MPH.



- **Peso promedio de hembras maduras**

El peso total del cuerpo de hembras hidratadas, estadio que se caracteriza por el incremento temporal del peso producido por la retención de agua en el ovario, se calculó de acuerdo al ajuste obtenido de una ecuación lineal, estimada con aquellas hembras maduras de cada lance y que histológicamente no clasificaron como hembras hidratadas (Fig. 7). Además, los datos fueron corregidos por efecto de la fijación.

El peso promedio del cuerpo de las 30 primeras hembras maduras, obtenidas de 60 lances, fluctuó de 15,1 a 27,7 gramos. El peso promedio de hembras maduras en el área investigada fue de 21,7 gramos, con una varianza de 0,1396 y un coeficiente de variación de 0,0173.

7.3.3 Fecundidad parcial en función del peso corporal

El recuento se efectuó solamente en ovarios que clasificaron histológicamente como hidratados, sin presencia de folículos postovulatorios.

El ajuste de la fecundidad parcial en función del peso corporal, para las 171 hembras hidratadas, analizadas por diferentes modelos se entrega en la tabla 7.

La fecundidad parcial promedio en las 60 colecciones varió de 8.751 a 14.558 ovocitos por hembra. Se utilizó el modelo de tipo lineal para los cálculos de fecundidad media poblacional (Figs. 8 y 9). La fecundidad relativa promedio fue de 579 ovocitos por gramo de hembra.

La fecundidad parcial promedio, estimada para todos los lances (fecundidad modal), fue de 12.102 ovocitos, con una varianza de 55.619 y un coeficiente de variación de 0,0195.



7.3.4 Proporción en peso entre los dos sexos

La proporción de hembras en peso para el total de lances analizados presentó una amplitud entre 0,23 y 0,70, con un promedio de 0,51, cuya varianza fue de 0,0002 y el coeficiente de variación de 0,0266.

7.4 Parámetros asociados a huevos

De los 800 lances efectuados con red Calvet, se obtuvieron 209 registros positivos, con un total de 8.054 huevos/ 0.05 m², señalando una situación típica de actividad reproductiva a lo largo de toda la zona prospectada, lo que representó una frecuencia porcentual de 26,1%, evidenciándose un incremento en la abundancia relativa de huevos del orden de un 20%, respecto a 1996.

Con relación a la intensidad y extensión espacial del desove, las densidades promedio por estaciones positivas y totales registraron, en comparación al invierno de 1996, incrementos iguales a 3 y 11%, respectivamente (Tabla 8).

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta señaló que el desove ocupó el rango latitudinal comprendido entre Caleta Esmeralda (25°54'S) y Arica (18°23'S) extendiéndose longitudinalmente hasta 60 mn (Fig. 10).

No obstante la extensa distribución espacial de los huevos de anchoveta, éstos se concentraron preferentemente dentro de las primeras 40 mn, zona donde se registró más del 89% de los huevos censados durante el crucero (Fig. 11).

El análisis de la distribución y abundancia de huevos de la anchoveta señaló que existieron 3 zonas de mayor densidad de huevos, localizadas entre Islote Aguila



(23°57'S) y Punta Tamira (22°36'S), entre el río Loa (21°26'S) y Caleta Toyos (20°54'S) y entre Caleta Camarones (19°10,5'S) y Arica (18°23'S) (Fig. 12).

Estimación de la varianza mediante el método geoestadístico

La varianza de la densidad de huevos de anchoveta se estimó en el área de distribución del recurso (huevos) detectada durante el crucero. Los variogramas ajustados a los datos localizados dentro del polígono de distribución, mostraron la presencia de una estructura de un tamaño aproximado de 9 millas náuticas ($0,15^\circ$) en sentido este-oeste, mientras que en el sentido norte-sur la distribución de huevos fue aleatoria, atribuido a la distancia entre transectas en esta dirección (10 millas náuticas).

La componente aleatoria (efecto pepita) de la estructura observada en el sentido este-oeste, aportó el 87,9% de la varianza estimada. Lo anterior, se traduce en que al ajustar un variograma isotrópico, éste presente valores similares al variograma anisotrópico (0°) visualizado en el sentido longitudinal (este-oeste).

La densidad promedio dentro del polígono de estimación alcanzó un valor de 21,89 huevos/ $0,05\text{m}^2$, con una varianza estimada mediante el método geoestadístico de $4,376 \text{ huevos}^2/0,05 \text{ m}^4$, representando un coeficiente de variación del 9,95%.

Considerando el diseño de muestreo utilizado, la abundancia de huevos se estimó (Petitgas, 1991) como el producto entre la densidad promedio y el área de distribución de los mismos (11.536 mn^2), alcanzando a $17,32 \cdot 10^{12}$ huevos, con un intervalo de confianza ($\alpha=10\%$) que fluctuó entre $14,61 \cdot 10^{12}$ y $20,03 \cdot 10^{12}$ huevos.

La distribución geográfica de los huevos de anchoveta determinada en el presente estudio, es concordante con los resultados obtenidos por Castillo **et al.** (1996),



relativos a la distribución de recursos pelágicos en la zona norte, donde el mayor aporte a la varianza es realizado por la componente aleatoria y un porcentaje menor es explicada por la estructura espacial del recurso.

7.4.1 Producción diaria de huevos

La producción diaria total de huevos (P) estimada a partir de los valores de P_0 y el área ponderada por estratos, tuvo un valor promedio de $2,2484 * 10^{13}$, con una varianza de $0,1037 * 10^{24}$ y un coeficiente de variación de 0,4052. La tasa diaria de mortalidad promedio de los huevos fue de 0,64, con una varianza de 0,1884 y un coeficiente de variación de 0,6826.

7.5 Biomasa del stock desovante de anchoveta

La biomasa del stock desovante de la anchoveta, en la I y II Región, fue de 593.699 toneladas, con una varianza de $5,8751 * 10^{10}$ y un coeficiente de variación de 0,4083.

7.6 Parámetros ambientales

7.6.1 Temperatura (°C)

- **Temperatura Superficial**

La temperatura superficial presentó valores entre 16,0 y 20,9°C, los que aumentaron de costa a océano y de sur a norte (Fig. 13), con un gradiente costero de aproximadamente 2°C en las 20 primeras millas al norte de Antofagasta y casi inexistente hacia el sur.



La anomalía de temperatura superficial, con respecto a los promedios de largo plazo de Blanco (1996), presentó como valor promedio 2,4°C registrándose anomalías más altas de Iquique al Norte, sector donde alcanzó hasta casi 4°C por sobre el promedio.

- **Profundidad de la Isotherma de 15°C**

La isoterma de 15°C (Fig. 13), que representa la base de la termoclina entre la latitud 18°S y 24°S, mostró una condición completamente anómala, donde los valores aumentaron desde la costa hacia el sector oceánico. La profundidad en el sector costero fue superior a 50 m, alcanzando frente a Arica una depresión de más de 100 m, la que se relaciona con el paso de ondas Kelvin. La profundización de la termoclina esta asociada al paso de ondas planetarias como al debilitamiento de la surgencia y la advección de aguas más cálidas.

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

- **Temperatura a 50 m de profundidad**

La temperatura a 50 m de profundidad presentó similar patrón de distribución que los medidos en superficie. Las diferencias fueron menores de 0,5°C (Fig. 14), lo que estaría indicando una gran capa de mezcla en toda la zona.



- **Distribución vertical de temperatura**

La distribución de temperatura entre la superficie y 100 m de profundidad, mostró claramente como el espesor de la capa de mezcla aumentó de sur a norte, en casi 80 m en la transecta 11 y 30-40 m en la transecta 59 (Fig. 15). La termoclina se presentó bajo la capa de mezcla, con un grosor entre 40 y 50 m, con un gradiente aproximado de 1°C/10 m. En el sector costero (dentro de las primeras 20 mn) las isotermas registraron un ascenso hacia la costa, lo que estaría indicando un restablecimiento de la surgencia, la que estuvo completamente deprimida en cruceros anteriores.

- **Variación temporal de la temperatura**

En la figura 16 se presenta la distribución temporal de la temperatura en una estación costera ubicada dentro de las 10 millas de la costa frente a Iquique, en ella se aprecia claramente el hundimiento de las isotermas a partir de mayo, alcanzando profundidades superiores a 220 m durante junio, para posteriormente ascender a casi 40 m en septiembre y nuevamente en diciembre una profundización, de mayor magnitud que la de junio, alcanzando hasta los 275 m. Esta profundización estaría indicando el paso de ondas Kelvin por la zona norte de Chile a partir de mayo de 1997, con máximos en junio y diciembre.

7.6.2 Salinidad (psu)

- **Salinidad superficial**

Los valores de salinidad superficial, al igual que la distribución de temperatura, aumentaron sus valores de sur a norte y desde la costa hacia el sector oceánico, con la excepción de algunos núcleos de baja o alta salinidad (Fig. 13). Los valores se encontraron entre 34,8 psu en el extremo sur y mayores a 35,2 psu por fuera de



las 10 millas entre Arica y Tocopilla. Toda la franja costera tuvo valores superiores a 35,1 psu, sin presentarse el característico gradiente costero.

La salinidad, respecto a los promedios mensuales de largo plazo de Blanco (1996), registró durante el crucero una anomalía superior a 0,2 psu en casi toda el área, alcanzando valores mayores de 0,35 psu desde la costa hasta las 90 millas frente a Tocopilla (Fig. 13). Los valores observados durante el crucero fueron los más elevados de los cruceros de invierno, en relación a información histórica.

- **Salinidad a 50 m de profundidad**

Al igual que lo observado en la temperatura, la salinidad a 50 m de profundidad presentó una distribución similar que la visualizada en superficie. Los valores fueron menores en hasta 0,3 psu, a excepción de un área frente a la península de Mejillones (Fig. 14).

- **Distribución vertical de salinidad**

La distribución vertical de salinidad registró el máximo superficial hasta casi 40 m de profundidad, generando una haloclina muy significativa para esta época del año (Fig. 15). El mínimo de salinidad subsuperficial ubicado bajo los 80 m, alcanzó el valor de 34,4 psu en el sector sur, aumentando a más de 34,8 psu en el norte, presentándose muy débil entre las 20 millas y la costa.



7.7 Distribución y biomasa (en peso) de los recursos anchoveta, sardina española y jurel a través del análisis de la información acústica y su varianza asociada.

7.7.1 Calibración de los equipos acústicos

La calibración electroacústica del sistema EK-500 del B/I "Carlos Porter", se realizó utilizando un blanco estándar de cobre de 60 mm de diámetro diseñado para la frecuencia de trabajo de 38 khz.

Las mediciones se efectuaron en la bahía de Mejillones el 15 de agosto de 1997, midiéndose la frecuencia de 38 khz en pulsos corto, medio y largo.

En la tabla 9 se entregan los resultados de estos trabajos, adicionando los valores históricos realizados a este equipo. Las calibraciones electroacústicas del ecosonda científico EK-500 instalado en el B/I "Carlos Porter", para la frecuencia de 38 KHz, comprueban que el equipo mantiene sus características prácticamente estables.

7.7.2 Pescas de reconocimiento

Durante el crucero se realizaron 77 lances de pesca de reconocimiento. Las capturas obtenidas fluctuaron entre 100 y 140.000 kg. En 16 lances no se obtuvieron capturas y en los 61 lances restantes, la anchoveta fue la especie dominante (Fig. 5).



7.7.3 Capturas de la flota, contemporáneas al crucero

En la zona Arica-Antofagasta, entre el 11 de agosto y el 5 de octubre de 1997, la flota cerquera capturó 39.163 t, constituidas principalmente por anchoveta, jurel, sardina española y caballa, contribuyendo con un 92, 4, 2, y 2%, respectivamente.

Entre Antofagasta y Chañaral, se registraron 9.800 t, constituidas principalmente por jurel, caballa y sardina española, aportando con un 59, 32 y 10%, respectivamente (Tablas 10 y 11).

La captura se concentró fundamentalmente en las primeras 50 mn al oeste de Arica; en el sector costero entre Iquique y caleta Chipana (21°20' L.S.) y de 20 a 30 mn entre caleta Gatico (22°30' L.S.) y Antofagasta. Desde Taltal hasta el límite sur del área de estudio se ubicó preferentemente en el sector costero, con incursiones esporádicas a 55 mn al oeste de Taltal (Fig. 17).

a) Anchoveta

Las mayores capturas de anchoveta, durante el crucero, se presentaron entre el 22 y 28 de septiembre, alcanzando a las 22.692 t, representando el 63% del total de la especie, localizándose fundamentalmente al oeste de Arica.

Al sur de Antofagasta no se registraron capturas de anchoveta en el período comprendido entre el 18 de agosto y el 5 de octubre de 1997.

Al comparar las distribuciones geográficas de anchoveta determinada mediante el método acústico, respecto a las capturas, se observa coincidencia en los sectores al oeste de Arica, con una alta concentración ubicada al oeste de Pisagua, con las agregaciones costeras localizadas entre Iquique y caleta Chipana. La zona de concentración de anchoveta entre Mejillones y Antofagasta presentó coincidencia



con los sectores de pesca realizados en la misma zona, aún cuando la menor concentración en este sector, se pudo haber debido a que la flota estuvo concentrada fundamentalmente en el límite norte de la zona de estudio.

b) Jurel

La captura de jurel alcanzó a 1.748 t, volúmenes obtenidos a 45 mn al oeste de caleta Camarones (19°10' L.S.); en el sector costero entre Iquique y punta Lobos (21°00' L.S.) y entre las 20 y 30 mn desde Mejillones a Antofagasta.

Al sur de Antofagasta las capturas alcanzaron a 5.741 t, registrándose el mayor nivel entre 25 y el 31 de agosto, con 2.328 t, bajando los niveles en las semanas siguientes. La pesca de jurel se concentró en el sector costero entre Taltal y el límite sur de la prospección, con una zona esporádica a 55 mn al oeste de Taltal.

La separación por especies realizada mediante el método acústico, fue corregida con la composición específica de las capturas obtenidas por la flota que operó en forma contemporánea al B/I "Carlos Porter", efectuó utilizando la información de las capturas de la flota que operó una semana antes, durante y después de la prospección.

c) Sardina española

Este recurso registró, durante el período analizado, una captura de 654 t y 953 t en las zonas Arica-Antofagasta y Antofagasta-Chañaral, respectivamente.



Las zonas de pesca se localizaron entre las 20 y 30 mn al oeste de Iquique (20°10' L.S.), entre caleta Gatico (22°30' L.S.) y Mejillones; Antofagasta y en los sectores costeros entre punta San Pedro (25°30' L.S.) y el límite sur de la zona de estudio.

7.7.4 Distribución de los recursos

7.7.4.1 Distribución geográfica de los recursos

Se detectaron recursos pelágicos en gran parte de la zona de estudio, siendo la anchoveta la especie de mayor frecuencia y densidad, seguido por la sardina, la que presentó un nivel de agregación relativamente alto en áreas reducidas. El jurel y la caballa se caracterizaron por registrar una amplia cobertura espacial, en bajas concentraciones. Entre Arica y los 24°50' L.S., el mayor aporte correspondió a la anchoveta, mientras que al sur de esta latitud, el total de especies estuvo explicado casi exclusivamente por la presencia de jurel y caballa.

a) Anchoveta

La prospección acústica resultó con transectas diurnas incompletas, debido a la menor velocidad de navegación del B/I "Carlos Porter", respecto a lo programado y a las restricciones propias del muestreo, establecidas para el Método de Producción de Huevos, principal objetivo del presente proyecto. Por esta razón, la distribución espacial de la anchoveta, especie que es objetivo principal, se presenta en mapas separados y uno que reúne ambos estimados (día y noche).

En la figura 18 se presenta la distribución espacial de la anchoveta, la cual se distribuyó en forma contagiosa desde Arica hasta el paralelo 24°43' L.S., entre la costa y las 60 mn, registrándose las mayores concentraciones en las primeras 8 mn



de la costa, llegando ocasionalmente hasta las 20 mn, con la excepción de la agregación detectada a 30 mn al oeste de Pisagua. Las mayores concentraciones de anchoveta se detectaron a 5 mn al oeste de Arica, a 2 mn entre punta Madrid (19°00' L.S.) y caleta Camarones (19°12' L.S.); a 5 mn entre caleta Buena (19°50' L.S.) y punta Colorada (20°05' L.S.), y a 15 mn de punta Hornos (22°55' L.S.) a caleta Agua Salada (24° 07' L.S.).

La distribución espacial diurna fue la que determinó principalmente el patrón descrito anteriormente, destacándose los sectores ubicados a 5 mn de Arica; a 30 mn al oeste de Pisagua; a 15 mn entre punta Patache (20°47' L.S.) y punta Blanca (22°10' L.S.) y; en las primeras 15 mn entre punta Hornos (22°55' L.S.) y caleta Agua Salada (24°07' L.S.).

La prospección nocturna presentó niveles de abundancia y frecuencia de anchoveta, inferiores a los registrados durante el día, destacándose los sectores localizados a 5 mn entre caleta Buena (19°50' L.S.) y punta Colorada (20°05' L.S.), y a 15 mn al oeste de punta Barrancos (20° 37' L.S.).

b) Sardina española

Esta especie presentó dos patrones de distribución geográfica: el primero, ubicado entre las 35 y 40 mn al oeste de punta Baquedano (18°40' L.S.) y 20°10' L.S. (norte de Iquique), se registró en forma esporádica y en bajas densidades, en el segundo sector, localizado entre Tocopilla y el límite sur de la zona de estudio, la sardina aumentó su frecuencia en el número de cardúmenes, prevaleciendo las bajas densidades, con un incremento de la concentración en el sector ubicado entre el paralelo 24°20' L.S. y 25° L.S. desde las 25 a 33 mn y desde las 40 a 50 mn de la costa (Fig. 19).



c) Jurel

El jurel presentó un patrón de distribución espacial similar a la sardina, con una esporádica presencia y en bajas densidades entre Arica y norte de caleta Chipana, incrementándose su frecuencia al sur de caleta Chipana hasta el límite sur del área de estudio (Fig. 19). Se destacó por su mayor agregación en el sector ubicado a 45 mn al oeste de punta Tetás (23°30' L.S.).

7.7.4.2 Distribución batimétrica de los recursos

a) Anchoveta

En el sentido batimétrico, la anchoveta se localizó entre los 10 y 120 m de profundidad, con un 65% de los cardúmenes localizados entre los 20 y 30 m (Fig. 20). Las mayores agregaciones de la especie, determinadas en base a las lecturas acústicas, se ubicaron entre los estratos 10 y 60 m (Fig. 21).

El análisis de la distribución batimétrica (Fig. 22), indicó que entre las 7 y las 17 horas, las anchovetas se observaron a mayores profundidades, fluctuando entre los niveles más superficiales llegando hasta los 120 m. En las horas de oscuridad, las profundidades se redujeron hasta los 60 m como profundidad máxima, y a la vez disminuyó también la frecuencia de observaciones.

La distribución batimétrica del recurso estuvo limitada por las isotermas de 14 a 21°C, concentrándose más del 70% de los cardúmenes entre los 17 y 19°C (Fig. 23). La salinidad que limitó a esta especie estuvo entre los 34,6 y 35,4 psu, centrándose alrededor del 70% de los cardúmenes entre 34,9 y 35,0 psu (Fig. 24).



b) Sardinia española

En el sentido vertical, la sardina se detectó entre los 10 y 100 m de profundidad (Fig. 20), detectándose sobre el 75% de los cardúmenes en los primeros 20 m. Los registros más altos se ubicaron en los primeros 30 m de profundidad (Fig. 21), disminuyendo a medida que la profundidad se incrementó.

Al igual que en el caso de la anchoveta, la sardina presentó las mayores profundidades en los períodos diurnos (Fig. 22), especialmente entre las 7:30 y 10:00 horas, mientras que durante la noche se ubicó en los estratos más superficiales.

Las isotermas que limitaron la distribución de sardina fluctuaron entre 14 y 21°C. El 75% de las agregaciones se concentraron en las isotermas de 17 y 18°C (Fig. 23). La salinidad varió entre 34,6 y 35,3 psu, centrándose el 90% de los cardúmenes en las isohalinas entre los 34,8 y 34,9 psu (Fig. 24).

c) Jurel

Batimétricamente, el jurel se ubicó entre los 10 y 120 m, con una leve tendencia a localizarse en los estratos 20-30 m (22%) y entre los 60 y 80 m (37%) (Fig. 20). Las mayores agregaciones se registraron entre los 20 y 80 m de profundidad (Fig. 21).

Gran parte de las agregaciones de jurel se detectaron en horas de luz diurna, a partir de las 7:30 horas hasta la medianoche (Fig. 22). En el sentido batimétrico, las agregaciones de jurel registradas durante la noche, se ubicaron en estratos superficiales que no superaron los 60 m, con una mayor frecuencia en los primeros 30 m. Durante el día, esta especie fue más frecuente, registrándose preferentemente entre los 10 y 100 m.



Las isotermas asociadas a la distribución batimétrica del jurel variaron entre 13 y 21°C, con las mayores frecuencias entre 15 y 17°C (Fig. 23). Las isohalinas límites de la distribución vertical del jurel variaron entre 34,4 y 35,3 psu, concentrándose entre 34,8 y 34,9 psu (Fig. 24).

7.7.5 Estimados acústicos de la biomasa

a) Anchoveta

En el cálculo de la biomasa de anchoveta se consideró una talla promedio de 15 cm, con un peso de 23 g, lo que determinó una constante de ecointegración de 0,192 t/mn²/Sa.

La biomasa total de anchoveta estimada en la I y II Región, alcanzó a 623.227 t. En el día se registraron 455.895 t y en la noche 161.731 t (Tabla 12).

Es preciso señalar, que los estimados diurnos y nocturnos de la biomasa de anchoveta no coinciden con la estimación del total, dado que la extrapolación de las áreas para cada caso no fueron aditivas, produciéndose sobreposición en algunos sectores.

El estimado de la biomasa por tallas de la anchoveta alcanzó a 559.724 t (Tabla 13). La composición por tamaño presentó una distribución bimodal, con un grupo principal en los 15 cm y otro secundario en los 8,5 cm (Fig. 25). La biomasa del primer grupo, ubicado entre 11,5 y 18,0 cm, fue de 422.500 (83%) y el segundo grupo, entre 7 y 11 cm, alcanzó a 87.300 t, representando el 17%.

La diferencia entre los estimados de biomasa obtenidos mediante la talla promedio (623.227 t) y el método de las tallas (559.724 t) fue del 10%. La mayor biomasa se



explica por la incidencia de los ejemplares adultos, con mayor peso individual, puesto que la talla promedio considerada (15 cm) correspondió al valor central de grupo modal más importante (Tabla 13).

De acuerdo a los factores antes mencionados, la diferencia de 10% entre los dos estimados de biomasa puede considerarse dentro de los márgenes aceptables.

El estimado de biomasa con las tallas promedio es el más adecuado, debido a que se considera que la estructura de tallas de la especie obtenida por la flota que operó simultáneamente al crucero es más representativa, que la obtenida de las muestras de los lances de reconocimiento.

El comportamiento nictemeral de la anchoveta, entre el día y la noche, determinó que durante el día esta especie se encontrara en estratos de profundidad más accesible a los equipos acústicos, determinando que los estimados diurnos fueran el 80% del total calculado (455.895 t) y el estimado nocturno sólo alcanzó al 26% del total (161.731 t). Es importante señalar, que este comportamiento nictemeral, es afectado por la luna y por la etapa de crecimiento de la especie, así es como en noches en que la luna está presente, en cualquiera de sus fases (luna creciente-llena-menguante) y en peces prereclutas, la distribución vertical nocturna de la anchoveta es más adecuada para su evaluación. Durante el crucero, la luna se encontró principalmente en su fase nueva.

Al relacionar el comportamiento día - noche con la etapa de crecimiento de los peces, se observa en los juveniles de anchoveta que durante la noche presentan una migración desde regiones costeras hacia el oeste. En cambio los adultos en la noche buscan refugio en áreas costeras, las que abandonan al amanecer, regresando a ellas durante el crepúsculo. Este comportamiento es aprovechado por los pescadores, los que se ubican en los sectores de desplazamiento de los peces.



De acuerdo a lo anterior, es probable que la biomasa estimada, a través del método acústico, durante la noche, esté subestimada, respecto a valores diurnos.

b) Sardina española, jurel y caballa

Las biomásas de sardina española, jurel y caballa se estimaron en base a un TS kg de -32,5 dB/kg, con un Cb de 0,146 t/mn²/Sa.

La biomasa de sardina española se estimó en 79.341 t, con una densidad de 3,2 t/mn², el jurel presentó una biomasa de 112.713 t, con una densidad promedio de 4,6 t/mn² y la caballa sólo registró una biomasa de 42.938 t, con una densidad promedio de 1,7 t/mn² (Tabla 14).

7.7.6 Precisión de los estimados de biomasa

a) Anchoqueta

Los Coeficientes de Variación (CV) de la biomasa estimada de la anchoqueta variaron entre 0,22 y 0,33 (Tabla 15) y los errores asociados a estos CV fluctuaron entre 34,9 y 53,9%. Los estimados de mayor precisión fueron los alcanzados con el método de los Estratos Agrupados y Bootstrap.

El comportamiento altamente gregario de la anchoqueta, durante el día, determinó que los CV fueran superiores a los registrados en la noche, fluctuando, según el método de cálculo de la precisión, entre 0,33 y 0,29 para el día y entre 0,28 y 0,24 para la noche, con errores entre 53,9 y 47,5% para el día y 46,3 y 38,8% para la noche.



Los histogramas de las lecturas acústicas (Fig. 26) indicaron una distribución bastante homogénea, correspondiendo sólo un 18% de los datos a cero, por lo que los niveles de error obtenidos para esta especie, fueron producto de la influencia de los escasos datos con lecturas muy altas.

b) Sardina española

Esta especie presentó errores de los estimados de biomasa, cercanos al 60% (Tabla 16). Los CV variaron entre 0,39 y 0,36, obteniendo los mejores indicadores de precisión con los métodos Bootstrap y estratos agrupados. Los altos valores del error del estimado de biomasa, estuvieron asociados con la escasa presencia de la especie en la zona estudiada y a su comportamiento gregario, reflejándose en un alto número de observaciones con cero (30%) (Fig. 26).

c) Jurel

Dependiendo del método utilizado, los CV estimados para el jurel, fluctuaron entre 0,34 y 0,37, con errores entre 57,5 y 61,3%, registrándose el menor CV con los métodos de los Estratos Agrupados y Bootstrap (Tabla 16).

Al igual que en el caso de la sardina, los valores del CV y errores de los estimados de biomasa, estuvieron determinados por su baja presencia, especialmente entre Arica y Antofagasta y su comportamiento gregario entre Antofagasta y Chañaral. En este caso también se apreció una alta incidencia de datos cero (40%) (Fig. 26).

d) Caballa

La variación de los CV de los estimados de biomasa de caballa, dependiendo del método, fue entre 0,47 y 0,45, mientras que los errores fluctuaron entre 76 y 73%. Al



igual que en los casos anteriores, los métodos de los estratos agrupados y Bootstrap presentaron los mejores indicadores de la precisión.

En este caso, los histogramas de la información acústica, indicaron que cerca del 50% de los datos fueron cero y cerca del 40% estuvieron ubicados en los niveles más bajos (Fig. 26).

7.7.7 Índices de cobertura y densidad

Con el objeto de permitir la comparación de los Índices de Densidad (ID) y Cobertura (IC), con los datos históricos, éstos fueron calculados considerando IBM's de 2 mn, para lo cual se agruparon las lecturas acústicas básicas, cada 0,5 mn.

Dadas las diferencias en el comportamiento día – noche de la anchoveta, el IC e ID se presenta en forma separada, debiendo tener presente que el ID nocturno está probablemente subestimado.

Los ID de anchoveta, sardina española, jurel y caballa fueron 78,3, 32,6, 21,6 y 14,8 t/mn², respectivamente (Tabla 12 y 14).

La mayor área fue ocupada por la anchoveta con un IC de 32,3 %, la sardina en cambio fue la especie que ocupó una menor área, con un IC de 9,9%, mientras que el jurel y la caballa se detectaron en el 21,2 y 11,8 % de las observaciones acústicas, respectivamente.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



8. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En la anchoveta de la zona norte el patrón histórico de la reproducción indica una disminución de la intensidad del desove entre marzo y abril. Posteriormente, entre mayo y junio se detecta claramente el inicio del incremento de los índices lo que es una expresión del comienzo del proceso de vitelogénesis, etapa preparatoria para la ovogénesis, la cual termina con desoves de tipo fraccionado. Sin embargo, es importante señalar, que durante mayo y principalmente en junio de 1997, los índices se mantuvieron anormalmente bajos, sin evidenciarse hasta esa fecha una tendencia a incrementar sus valores, señal que indicó un largo período de reposo, comprendido entre febrero y junio de 1997, con un valor promedio del IGS que alcanzó a sólo un 2% (Fig. 4a y tabla 5).

El análisis microscópico indicó que durante julio y primera quincena de agosto de 1997, se observó un importante porcentaje de ovarios con atresia ovárica, situación anómala al iniciarse el proceso reproductivo, comportamiento que se visualiza normalmente al término del período reproductivo. Sin embargo, la presencia de atresia disminuyó en la segunda semana de agosto y septiembre, registrándose en ese período la mayor actividad del desove del período (Fig. 4b).

Cabe hacer notar que la Subsecretaría de Pesca para reducir la mortalidad por pesca del stock parental, durante el período de máxima intensidad de desove, fijó una veda biológica desde el límite norte del país hasta el límite sur de la II Región, entre el 15 de agosto y el 13 de septiembre de 1997, ambas fechas inclusive (Decreto N° 500, publicado en el D.O. el 7 de agosto de 1997).

Al comparar la información de 1997 con la histórica, se visualiza un proceso reproductivo atrasado, con un período de reposo relativo largo y que comprendió



desde febrero a junio, con una condición anómala principalmente en mayo y junio. Esta situación se asoció a la presencia de atresia en los ovarios en que recién se manifestó la vitelogénesis, lo que indicaría que estas hembras no desovarían en un período cercano y que dicha energía la estarían utilizando en otros procesos (sobrevivencia y migración). La presencia de atresia al inicio del proceso reproductivo es una condición anómala, la que en períodos normales se presenta al término relativo del desove. Este comportamiento reproductivo de la anchoveta, frente a las condiciones oceano-atmosféricas imperantes, ciclo “El Niño”, ya ha sido observado en otros recursos pelágicos (sardina española), el cual se caracteriza por altos índices de atresia, profundización de los cardúmenes, concentración de cardúmenes en zonas restringidas de surgencias, disminución del peso, bajo índice de grasa, etc.

Una de las premisas importantes del “Método de Producción de Huevos” para que sus resultados sean confiables, es que su aplicación debe efectuarse durante el período de la máxima actividad de desove, por lo tanto la definición del inicio del crucero es clave. El monitoreo que se realiza antes del crucero debe ser minucioso e intensivo y con una cobertura tal, que permita estudiar el proceso en toda el área de estudio. Además, la precisión de la información es vital, para tal efecto, se deben utilizar las herramientas de análisis tanto macroscópicas (IGS y proporción de hembras maduras) como microscópicas (Índice de Actividad de desove e Índice de Atresia Ovárica). De acuerdo a los resultados del presente estudio, a través de la utilización de información microscópica, se obtuvo, a tiempo real suficiente, una mayor definición del desarrollo ovárico, lo cual permitió tomar una decisión acorde a los objetivos del MPH, resultado que no se hubiera logrado al utilizar solamente la información macroscópica. Además, fue posible caracterizar el proceso reproductivo de la anchoveta durante la presencia del ciclo “El Niño” y condición ambiental que influyó en los procesos fisiológicos de la anchoveta.



De acuerdo a la Propuesta Técnica, el diseño para la colección de adultos, indicó que se efectuarían 45 lances, lo cual en beneficio del estudio se incrementó a 60 lances positivos. Al respecto, es importante mencionar, que en las anteriores aplicaciones del MPH en Chile se realizaron 50 lances (Rojas y Oliva, 1993), 40 lances (Claramunt **et al.**, 1996), 32 lances (Claramunt **et al.**, 1997) y en Perú 40 lances (Ayon y Buitron, 1997).

Las capturas de la anchoveta se obtuvieron principalmente en zonas costeras, las cuales estuvieron asociadas a temperaturas menores (surgencia), respecto a las áreas más alejadas de la costa. A pesar de la baja presencia de anchoveta en la I y II Región, se logró cumplir con el número de lances necesarios para la estimación de los parámetros biológicos provenientes de la captura de adultos.

Las zonas de mayor concentración de anchoveta se ubicaron frente a Mejillones-Antofagasta, Pta Lobos-Iquique, Pisagua y Arica, lo cual coincide con los registros acústicos. Además, la distribución de los lances efectivos fue concordante con los registros de huevos.

Es importante destacar, que en zonas alejadas de la costa se detectaron cardúmenes de anchoveta a una profundidad mayor a la habitual, comportamiento que se relaciona con la mayor profundización de la termoclina de 15° C. El barco pesquero no pudo acceder a la captura de estos cardúmenes, por tener una red de cerco con una altura menor a la ubicación de los cardúmenes, situación que en futuras aplicaciones deberá ser subsanada con el uso de redes de mediagua.

El análisis de los parámetros de adultos indicó un cambio marcado, respecto a lo reportado en 1996, observándose que tanto el peso promedio de hembra madura como la fecundidad parcial y relativa presentaron valores alrededor de un 30% más



bajos (Figs. 27 y 28). Situación similar se visualizó con la frecuencia del desove la cual bajó de un 19% a un 13% (Tablas 17 y 18).

En la proporción sexual también se evidenció una alteración, observándose una mayor proporción de hembras, respecto a machos. En anteriores aplicaciones del MPH en el país, se reportó una mayor proporción de machos.

Las alteraciones en el proceso reproductivo de la anchoveta en 1997, se relacionan directamente con los cambios drásticos en las condiciones climático-oceanográficas producto del ciclo “El Niño”. Comportamiento similar se ha visualizado en otros recursos pelágicos, como la sardina (*Sardinops sagax*) durante “El Niño” ocurrido en 1982-83 y la anchoveta en el evento cálido de 1992-93.

Los cambios oceanográficos alteraron en forma sustancial el proceso reproductivo de la anchoveta, observándose una disminuida condición fisiológica evidenciada por un bajo contenido de lípidos como fuente energética para la óptima elaboración de los productos sexuales, situación que se ve reflejada en una disminución del peso gonadal, atraso en el proceso reproductivo, decremento del índice gonadosomático, presencia de atresia gonadal al inicio de la actividad reproductiva, una pérdida porcentual del peso gonadal con respecto al eviscerado, bajo índice de actividad de desove, predominio de hembras en período reproductivo, disminución del tamaño y peso promedio de hembra madura y variación en las áreas de desove.

La distribución y abundancia de huevos de anchoveta, en 1997, indicó que el desove se desplazó significativamente hacia el sur del área de estudio, con cierta similitud a lo reportado en 1995 y muy diferente a la distribución visualizada en 1992 y 1996. (Figs, 29, 30 y 31).



El área asociada al río Loa, se ha caracterizado por ser un foco importante de desove, situación que se repitió en 1997, observándose un desove más costero y de menor magnitud, respecto a un año normal.

En la zona ubicada frente al puerto de Arica históricamente se han visualizado desoves en áreas alejadas de la costa. Sin embargo, en 1997, la distribución de huevos se presentó muy costera, con una abundancia disminuida.

Las aplicaciones del MPH en la zona norte de Chile, dejan en evidencia que existen marcados cambios en la extensión y localización de los focos de desove, de un año a otro, manteniéndose como una zona relevante, al río Loa y sus alrededores. Las diferencias interanuales de las áreas de desove han dependido de eventos climatico-oceanográficos, explotación del recurso, contaminación, estado fisiológico, etc.

La producción diaria de huevos en el área aumentó en un 28%, respecto a lo reportado en 1996. Sin embargo, disminuyó en un 44% en comparación a lo obtenido en 1995.

La tasa instantánea de mortalidad de huevos en 1997 (0,64), fue mayor a la reportada en 1996 ($M= 0,41$), presentándose una directa influencia de las condiciones ambientales imperantes, en relación a la sobrevivencia de los huevos, sometiéndose a éstos a un cambio significativo, respecto a las condiciones óptimas para su desarrollo. Además, los huevos se restringieron a zonas muy costeras, principalmente desde el norte de Tocopilla hasta el límite norte de Chile.

Las biomásas estimadas en 1996 (568.411 toneladas) y en 1997 (593.699 toneladas), presentaron una disminución considerable, respecto a lo reportado en 1995 (1.223.515 toneladas), representando sólo un 54 y 51%, respectivamente (Tabla 19). Este decremento indicaría que el stock desovante de la anchoveta, en la I y II Región, presenta una situación de riesgo más crítica que la reportada en 1996



por Claramunt **et al.**, (1997), lo cual refleja incertidumbre para el futuro de la pesquería de la anchoveta en la zona norte, situación que se agudiza aún más, por la presencia del ciclo “El Niño” 1997-98, evento que se ha caracterizado por ser uno de los más fuertes de las últimas décadas.

En 1997 la anchoveta presentó buenas capturas, respecto a 1996 (Tabla 20). Esto se explica principalmente por la presencia de agregaciones en zonas costeras, con un recurso vulnerable y accesible a la eficiente flota cerquera del norte y a la migración, principalmente en mayo, junio y julio de anchovetas desde el sur del Perú hasta las costas chilenas. Por lo tanto, las mayores capturas de anchoveta no se explican por una mayor biomasa del stock, sino más bien, por una respuesta o comportamiento especial del recurso, ante un evento climático-oceanográfico que por su magnitud y velocidad de crecimiento de las anomalías, permitió clasificar el ciclo “El Niño” 1997-98, como de intensidad fuerte.

Las anomalías observadas en los regímenes térmicos y de precipitación, alcanzaron valores que en ocasiones superaron los registros, de las últimas décadas, de otros eventos intensos de “El Niño”.

Las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) se evidenciaron desde principios de febrero de 1997, en La Libertad (Ecuador) a fines de febrero, en marzo frente a Paita (Perú), y en abril en la costa norte y central de Chile. Frente a Chile estas anomalías fueron precedidas por un pulso de anomalías positivas de TSM observados en la costa centro sur, alcanzando anomalías con valores de 2,5°C en la estación de Valparaíso (Boletín de Alerta Climático (BAC) del N° 77 al 79).

En mayo, la anomalía registrada frente a las costas de Perú y Chile tuvo un incremento significativo, alcanzando valores de +5°C en Talara, +4° C en Paita, +3°C en Callao y de +2°C en Arica (BAC N° 80).



En julio las estaciones del litoral norte y centro de Chile, mostraron valores de anomalías de +3°C, con tendencia de aumentar en toda la región (Crucero Monor IFOP 97-07).

Durante este evento se apreció claramente el hundimiento de las isoterma, alcanzando las mayores profundidades en junio. La profundización de la termoclina estaría asociada, tanto al paso de ondas planetarias como al debilitamiento de la surgencia, alcanzando, la isoterma de 15°C, profundidades superiores a los 200 m (Crucero Monor IFOP 97-06). Este cambio oceanográfico influyó directamente en el comportamiento migratorio, trófico y reproductivo de la anchoveta.

Tanto la magnitud de las alteraciones actuales en la atmósfera y en el Océano Pacífico Tropical Central y Oriental, como el resultado de los modelos de predicción, sugieren una persistencia o incremento de las anomalías en el calentamiento de esta región, hasta marzo de 1998 para comenzar a declinar durante abril.

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

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



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

Los estimados de biomasa de anchoveta, a través del “Método Acústico” en la zona Arica-Antofagasta, han presentado importantes fluctuaciones, variando desde 0,45 millones de toneladas en 1985 hasta una virtual desaparición de la zona norte en 1987 como consecuencia de El Niño 1986-87, con una biomasa de 28.900 t. Entre 1988-91, los estimados fluctuaron entre 42.000 y 70.000 t (Castillo *et al.*, 1985; Castillo *et al.*, 1987), con un notable incremento en el invierno de 1994 en que se registraron los niveles de mayor magnitud desde 1985, año en que se detectó una recuperación de anchoveta en la zona norte, después del colapso de la pesquería en la década de los 70.

Respecto a la zona Antofagasta-Coquimbo, los antecedentes históricos de estimados de biomasa de anchoveta son escasos para realizar un análisis de la evolución de este recurso. Su presencia en esta zona aparentemente es esporádica, presentándose en ciertas épocas del año en el sector centro-norte de dicha área.

En este contexto la biomasa estimada en el invierno de 1997, constituye el segundo valor más altos de la serie analizada, después de los 1,3 millones de t registrados en el invierno de 1994.

La alta variabilidad observada en los estimados de biomasa de recursos pelágicos, con métodos acústicos, se explica en gran parte por su patrón de distribución generalmente contagioso, de allí entonces que aquellos métodos como el Bootstrap o el Estratos Agrupados, que tienden a suavizar la variabilidad registrada dentro de las transectas, presentan indicadores de la precisión menores que aquellos obtenidos mediante el Método de los Conglomerados de Tamaños Desiguales.



Al respecto Shotton y Down (1975), en un análisis comparativo de tres estimadores de varianza, señalaron que conceptualmente el método de los Conglomerados, es el que mejor se ajusta a las características de los datos acústicos, en base a un índice de la correlación serial entre las observaciones de las distribuciones contagiosas.

En el caso de los recursos pelágicos de la zona norte y debido a las características altamente contagiosas de sus distribuciones, los mejores estimadores de la precisión para cada una de las especies se obtuvieron con los métodos Bootstrap y Estratos Agrupados. A lo anterior, es necesario agregar la variabilidad ejercida por la alta frecuencia de observaciones con datos cero, situación que es posible apreciar mediante el examen de los Índices de Cobertura.

Una manera moderna de enfrentar el problema de la alta variabilidad de los datos acústicos, lo constituye la aplicación de técnicas geoestadísticas, que incorporan la componente espacial de las distribuciones, en el presente caso no se ha incorporado este procedimiento, debido a que prioritariamente correspondía definir la factibilidad técnica de aplicación de los métodos de Producción de Huevos y Acústico, simultáneamente.

Los coeficientes de error registrados históricamente para anchoveta han fluctuado entre 31 y 95%, observándose una tendencia a estabilizarse, a partir de 1989, entre el 40 y 60%.

En general, en los inviernos, la anchoveta ha presentado una tendencia a estabilizarse en un rango que ha variado entre el 41% y levemente superior al 60%, con la excepción a la situación observada en 1987. Respecto a la variación estacional presentada por los Coeficientes de Error de los estimados de anchoveta, se aprecia una tendencia similar a la observada en sardina española, registrándose los mayores niveles en las primaveras, veranos y otoños, destacándose al igual que



en sardina los errores alcanzados en el otoño y verano de 1988. En este caso, las distribuciones altamente costeras presentadas por la anchoveta en los períodos estivales, han determinado los niveles de precisión alcanzados, por cuanto, esta especie presenta características diferentes a la sardina española y jurel.

En este sentido, las evaluaciones de anchoveta, en los períodos estivales, exige que el muestreo se circunscriba hasta 40 mn de la costa, con una densidad de transectas superior al aplicado para las otras especies, privilegiando la prospección en áreas costeras incluyendo algunas caletas que eventualmente se constituyan en refugio durante algunas horas del día.

En el período 1985-94, el índice de cobertura (IC) presentado por la anchoveta, en las primeras 100 mn en la zona Arica-Antofagasta, ha variado entre 1,3 y 25 %, observándose claramente tres períodos:

- Un amplio dominio de anchoveta entre 1985-86, con un IC entre 17,1 y 19,9 en el invierno y otoño y desde 5,2 a 7,1 en primavera.
- En el período 1987-89 se presentó una disminución en el IC, con valores que fluctuaron entre 1,3 a 6,4%.
- A partir de 1990 se registró un repunte relativo en la cobertura geográfica de anchoveta, variando entre 1,8 y 17,5%, llegando a los valores más altos durante 1994, con coberturas entre 22,5 y 24,8 % (Braun **et al.**, 1995).

Estacionalmente, en los años 1985-86, las mayores coberturas de anchoveta se registraron en otoño-invierno, decayendo en la primavera.

Los Índices de densidad (ID) de anchoveta en los períodos invernales del trienio 1985-88, presentaron una tendencia decreciente, variando entre 35,1 a 61,8 t/mn², disminuyendo en 1989-90 a valores cercanos a 23 t/mn². Entre 1991-93 se observó



un leve repunte, fluctuando entre 56,4 y 88,6 t/mn², acentuándose en 1994, registrándose una densidad de 150,1 t/mn², reduciéndose a 72,3 t/mn² en el invierno de 1995.

El ID para anchoveta en 1997 (78,3 t/mn²), se encuentra dentro del rango obtenido para el invierno de 1995 y para el período 1991-93, indicando que la especie ha tendido a mantener los niveles de agregación.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



9. CONCLUSIONES

- En 1997, la anchoveta en la I y II Región, presentó un proceso reproductivo atrasado, con un período largo de reposo relativo y que comprendió desde febrero a junio, con una condición anómala, principalmente en mayo y junio, lo cual se asoció a las condiciones océano-atmosféricas imperantes, fenómeno “El Niño” 1997-98.
- El análisis microscópico de las gónadas indicó que durante julio y primera quincena de agosto de 1997, se observó un importante porcentaje de ovarios con atresia ovárica, situación anómala al iniciarse el proceso reproductivo, disminuyendo posteriormente ésta condición de atresia, registrándose la mayor actividad de desove a partir de la segunda semana de agosto extendiéndose hasta septiembre.
- Los parámetros de adultos, tales como, fracción de hembras en desove, peso promedio de hembras maduras y fecundidad parcial, presentaron una importante disminución, respecto a lo reportado en aplicaciones anteriores del “Método de Producción de Huevos”. Situación contraria sucedió con la proporción de hembras.
- El desove, en 1997, se ubicó principalmente al sur de la zona de estudio, destacándose las siguientes áreas, con mayor densidad de huevos:
 - Islote Aguila (23°57' L.S.) a Punta Tamira (22° 36' L.S.).
 - Río Loa (21° 26' L.S.) a Caleta Toyos (20° 54' L.S.).
 - Caleta Camarones (19° 15' L.S.) a Arica (18°23' L.S.).



- La producción diaria de huevos de anchoveta se incrementó en un 29%, respecto a 1996. Sin embargo, decayó en un 44%, en relación a 1995.
- La biomasa del stock desovante de la anchoveta, estimado a través de la aplicación del “Método de Producción de Huevos”, en la I y II Región, fue de 593.699 toneladas, incrementándose en un 4%, respecto a 1996.
- Los valores de temperatura, durante el crucero efectuado en invierno de 1997, en la I y II Región, concuerdan con lo señalado por los índices globales y costeros, confirmando el desarrollo de uno de los eventos “El Niño” de mayor magnitud a los reportados en las últimas décadas. Las anomalías de temperatura y de salinidad superficial, fueron las más elevadas de los cruceros de invierno que se tiene registro.
- A partir de mayo, se observó un hundimiento de las isotermas, las que se recuperaron levemente en agosto y se profundizaron nuevamente en diciembre, alcanzando la isoterma de 15°C hasta los 275 m de profundidad.
- La evaluación hidroacústica de la biomasa de anchoveta alcanzó a 623.227 t. La biomasa estimada en el día fue de 455.895 t y en la noche 161.731 t.
- La biomasa de sardina española, jurel y caballa alcanzaron a 79.341, 112.713 y 42.938 t, respectivamente.
- La aplicación del “Método Acústico” simultáneamente al “Método de Producción de Huevos”, para la estimación de la biomasa de anchoveta, es técnicamente factible, lo cual se optimizaría al adecuar la velocidad de la embarcación, permitiendo de este modo, la separación de transectas completas durante el día y la noche.



- La distribución batimétrica de anchoveta, durante el invierno de 1997, con presencia del fenómeno “El Niño” 1997-98, estuvo limitada por las isotermas de 14 a 21°C, concentrándose más del 70% de los cardúmenes entre los 17 y 19°C, con salinidades entre 34,6 y 35,4 psu, centrándose alrededor del 70% de los cardúmenes entre 34,9 y 35,0 psu. Las isotermas asociadas a la distribución batimétrica del jurel variaron entre 13 y 21°C y las isohalinas fluctuaron entre 34,4 y 35,3 psu. La sardina española se distribuyó entre 14 y 21°C, con salinidades entre 34,6 y 35,3 psu.
- Los estimados de biomasa efectuados a través del “Método de Producción de Huevos” y el “Método Acústico”, presentaron resultados bastante similares, a pesar de las restricciones existentes al incluir estimaciones acústicas nocturnas, lo que indica la robustez de ambos métodos, evidenciándose que la aplicación conjunta en la zona norte de Chile, entrega valiosos antecedentes al administrador para un manejo que permita la sustentabilidad de la actividad pesquera pelágica, en la I y II Región de Chile.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGLEN A. 1983. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. FAO Fish. Rep. 300, 293-298.
- ALDERDICE, D., and A. HOURSTON. 1985. Ca. 3 Aquat. Sci. 42:56-68
- ALHEIT, J. 1985. Egg production method for spawning biomass estimates of anchovies and sardines. International Council for the exploration of the sea. C. M. 1985/H:41. Pelagic Fish Committee. Session Q. Contribution N° 31. PROCOPA. 10 p.
- ALHEIT, J., V.H. ALARCON and B.J. MACEWICZ. 1984. Spawning frequency and sex ratio in the Peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 25: 43-52.
- ALHEIT, j. 1989. comparative spawning biology of anchovies, sardines and sprats. Rapp. P. V Reunión. Cons. Int. Explor. Mer, 191: 7-14.
- ALARCON R. y H. ARANCIBIA. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). Cienc. Tec. Mar. CONA 16: 33-45.
- ARANCIBIA, H.; L. CUBILLOS; J. REMMAGGI y R. ALARCON. 1994. Determinación de la talla de madurez sexual y fecundidad parcial de la sardina común *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano de Chile. Biología Pesquera 23: 11-17.



- ARENAS, P., J. HUNTER y L. JACOBSON. 1996. Sardine Symposium 1995. CALCOFI. Reports Volume 37. 129-208.
- ARMSTRONG, M., P. SHELTON; I. HAMPTON; G. JOLLY; and Y. MELO. 1988. Egg production estimates of anchovy biomass in the southern Benguela system. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 29: 137-157.
- ARMSTRONG, M., D. RENARD, J. RIVOIRAR and P. PETITGAS. 1992. Geostatistics for fish survey data. FAR. 33 p.
- AYON, P. 1996. Biomasa desovante 1995 del stock norte-centro de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*, estimada por el Método de Producción de Huevos. Inf. Inst. Mar del Perú N° 119: 14-20.
- AYON, P. y B. BUITRON. 1997. Estimación de la biomasa desovante del stock norte-centro de la anchoveta por “el Método de Producción de Huevos”, durante el invierno 1996. En Crucero de Evaluación de la Biomasa Desovante de la Anchoveta. BIC Humboldt 9608-09. IMARPE-PERU. CEE-VECEP ALA 92/43. Informe N° 123. 13-19
- BAC N° 76 al 88. Boletín Alerta Climático. ERFEN. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Secretaría General. Enero 1997 a Enero 1998. Editado por Dirección de Hidrografía y Navegación. Perú.
- BAKUN, A and PARRISH. 1980. IOC. Workshop Rep. 30: 67-104.
- BARRIA, P. y R. SERRA. 1991 (a). Estado de las pesquerías pelágicas nacionales, 1990. Informe Técnico presentado a la Cámara de Diputados y Senadores de la República. 100 p.



- BARRIA, P. y R. SERRA. 1991 (b). Evaluación del stock de anchoveta, 1991. Informe Técnico. IFOP-SUBPESCA. 16 p. + Anexos.
- BERLINSKY, D.; M. FABRIZIO; J. O' BRIEN and J. SPECKER. 1995. Age-at-maturity estimates for atlantic coast female striped bass. Transactions of American Fisheries Society 124: 207-215.
- BINDMAN, A. G. 1986. The 1985 spawning biomass of the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 27: 16-24.
- BLANCO, J. y M. DIAZ. 1985. Características oceanográficas y desarrollo de El Niño 1982-83 en la zona norte de Chile. Inv. Pesq. (Chile) 32:53-60.
- BLANCO, J. L. 1996. Variabilidad térmica y salina en la zona norte de Chile. Informe Interno. IFOP.
- BLAXTER, J. and J. HUNTER. 1982. The biology of the clupeoid fishes. Adv. Mar. Biol. 20: 201-223.
- BRAUN, M, 1995. Determinación de la distribución espacial y la abundancia de huevos y larvas de sardina española, anchoveta y jurel. En: Evaluación Hidroacústica de los Stocks de Sardina Española, Anchoveta y Jurel en la Zona Norte, I a IV Regiones. Informe Final - Proyecto FIP.
- BRAUN, M., J. CASTILLO, J. BLANCO, S. LILLO y H. REYES. 1995. Monitoreo hidroacústico y oceanográfico de los recursos pelágicos en la I y II Regiones. Informe Final FIP. Inst. Fom. Pesq. Chile. 172 p + anexo.



- BRAUN, M. 1996. Ictioplancton. En: Evaluación Hidroacústica de los Recursos Anchoqueta, Jurel y Sardina Española de las regiones I a IV. Informe Final FIP 95-03. 165 pp + Figuras y Tablas.
- BRAUN, M., J. BLANCO y V. VALENZUELA. 1997. Monitoreo de las condiciones bioceanográficas en la I y II Regiones. Primer Informe de Avance FIP 95-05. 80 pp + Tablas y Figuras.
- BUITRON, B. y M. PEREA. 1996. Frecuencia de desove de la anchoqueta peruana *E. ringens* en agosto y septiembre 1995. Informe N° 119. IMARPE: 27-33.
- CASTILLO, J., P. BRIONES y J. CORDOBA. 1987. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoqueta en primavera de 1987. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos – zona norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 89 p + anexos.
- CASTILLO, J., M. BRAUN y J.L. BLANCO. 1993. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, Zona Norte. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos - Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 54 p. + anexos.
- CASTILLO, J., M.A. BARBIERI, A. PAILLAMAN y U. PARKER. 1995. Componente evaluación y distribución de recursos. En: Evaluación hidroacústica de los stocks de sardina española, anchoqueta y jurel en la zona norte, I a IV Región. FIP. IFOP. Chile. 152 pp.
- CASTILLO, J., M. A. BARBIERI, J. CORDOBA, S. LILLO y U. PARKER. 1996. Evaluación y distribución de recursos. En: Evaluación hidroacústica de



los recursos anchoveta, sardina y jurel en las regiones I a IV. Informe final Proyecto FIP 95-03. IFOP. 161 p+anexos.

CASTILLO, J., M. ESPEJO, S. LILLO y J. CORDOBA. 1997. Evaluación y distribución espacial de reclutamiento anchoveta. En: Evaluación reclutamiento de la anchoveta, regiones I y II. Informe final Proyecto FIP 96-02. IFOP. 126 p+anexos.

CLARAMUNT, G., G. HERRERA, P. PIZARRO, J. PIZARRO, R. ESCRIBANO, M. OLIVA, A. OLIVARES, C. GERRA y A. ZULETA. 1996. Evaluación del stock desovante de anchoveta por el "Método de Producción de huevos" en la I y II Regiones. Convenio Fondo de Investigación Pesquera - Universidad "Arturo Prat". Proyecto FIP 95-01. Iquique. 49p+anexo.

CLARAMUNT, G., G. HERRERA, P. PIZARRO, J. PIZARRO, R. ESCRIBANO, M. OLIVA, A. OLIVARES y A. ZULETA. 1997. Evaluación del stock desovante de anchoveta por el "Método de Producción de huevos" en la I y II Regiones. Convenio Fondo de Investigación Pesquera - Universidad "Arturo Prat". Proyecto FIP 96-01. Iquique. 75p+anexo.

CUNHA, E., A. FARINHA, I. FIGUEREIDO and M. 1988. Determinação da biomassa de reprodutores de sardinha pelo Metodo de Produção de Ovas. In: Bases para o Estudo da Variabilidade do Recrutamento da Sardinha na Costa Portuguesa. Projecto JNICT N° 87344.

COCHRAN, W.G. 1980. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México.



- ESPEJO, M. y J. CASTILLO. 1997. SIMBAD un nuevo enfoque de procesamiento de datos acústicos. En Resúmenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar. 186-187 pp.
- FOOTE, K. 1983. Journal of the Acoustical Society of America, Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres.
- FOOTE, K. 1981. Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres. Fisker og Havet Ser, B, 1981 (6): 1 - 107.
- FRANCIS R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.
- FOOTE, K., H. KNUDSEN, G. VESTNES, D. MAC LENNAN and J. SIMMONDS. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES Cooperative Research Report 144, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.
- FOOTE, K. and J. RIVOIRARD. 1992. Geostatistical analysis of acoustic survey data on O-group herring in Fjord. ICES C.M. 1992/ D:10. 14 p.
- FRONTIER, S. 1983. Stratégies D'échantillonnage de E'cologie. Les Presses de L'Universite Laval Quebec.
- GARCIA, A., N. PEREZ, C. PORTEIRO and P. CARRERA. 1991. Estimate of the sardine spawning stock biomass off the Galician and Cantabrian coasts. ICES, C.M. 1991/H: 35. 11 p. + anexos.



- GUZMAN, O., J. CASTILLO; S. LILLO; P. PINEDA; L. RODRÍGUEZ e I. GIAKONI. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82) Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- HAMPTON, I. 1996. Acoustic and egg – production estimates of South African anchovy biomass over a decade: comparisons, accuracy and utility. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 493-500.
- HANSEN, R., W. MADOW Y W. HUWITZ. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: Jhon Wiley and Sons, INC.
- HEWITT, R. and BINDMAN and NANCY L. 1984. Procedures for Calculating the Egg Production Estimate of Spawning Biomass. Administrative report LJ-84-19. National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Center. La Joya. Ca. U.S.A. 46 p.
- HEWITT, R. 1985. The 1984 spawning biomass of the northern anchovy. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 26: 17-25.
- HIRT, L. and S. FLORES. 1994. Reproducción de *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) Osteichthyes, Prochilodontidae y escala de maduración de ovarios. *B. Inst. Pesca*, 21 (único): 83-94.
- HOP, H; M. GRAHAM and V. TRUDEAU. 1995. Spawning energetics of arctic cod (*Boreogadus saida*) in relation to seasonal development of the ovary and plasma sex steroid levels. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 541-550.



- HUNTER, J.R. and S.R. GOLDBERG. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish Bull., U.S. 77: 641-652.
- HUNTER, J.R. and B.J. MACEWICZ. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 21: 139-149.
- HUNTER, J.R. and B.J. MACEWICZ. 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fishery Bulletin: Vol 83 N° 2. 119-136.
- HUNTER, J.R., N.C.H. LO and R.J.H. LEONG. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.
- HUNTER, J.R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 63-65.
- HUTCHINGS, L. 1992. Sc. Afr. J. Mar. Sci. 12: 297-318.
- IFOP. 1998. Mercado del sector pesquero. Boletín Informativo. Publicación Trimestral. Instituto de fomento Pesquero. Marzo 1998. N° 42: 52p.



- IMARPE. 1995. Biomasa desovante de la anchoveta y condiciones oceanográficas. Crucero 9408-10 BIC SNP-1 y bolicheras. En revisión. 33p. + anexos.
- KIMURA D.K. and LEMBERG N.A. 1981. Variability of line intercept density estimates (a simulation study of the variance of hidroacoustic biomass estimate). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1141-1152.
- LASKER, R. (ed.). 1985. An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36, 99 p.
- LILLO, S. y M. ESPEJO. 1991. Distribución y abundancia de sardina, jurel, anchoveta y caballa en primavera de 1991. En: Evaluación directa de recursos pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica. Zona Norte. Informe de Proyecto. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. (pp 57-81).
- LO, N. 1985. A model for temperature-dependent northern anchovy egg development and an automatic procedure for the assignment of egg to staged eggs. In R. Lasker (ed.). An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS. 36:43-50.
- MAC LENNAN, D. and J. SIMMONDS. 1992. Fisheries Acoustics. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.
- MACEWICZ, B. and R. HUNTER. 1993. Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. CalCOFI Rep., Vol. 34. 112-121.



- MACEWICZ, B. and R. HUNTER. 1994. Fecundity of sablefish, *Anoploma fimbria*, from Oregon coastal waters. CalCOFI Rep. Vol. 35. 160-174.
- MACCHI, G.; I. ELIAS and G. BURGOS. 1995. Histological observations on the reproductive cycle of the argentinian sandperch, *Pseudoperca semifasciata* (Osteichthyes, Pinguipedidae). Sci. Mar. 59 (2): 119-127.
- MANICKCHAND, S. and N. EHRHARDT. 1996. Spawning frequency, fecundity and spawning potential of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* in Trinidad, west Indies. Bulletin of Marine science. 58 (1): 156-164
- MARTINEZ, C., L. CABALLERO, G. BOHM, J. OLIVA, R. GILI, V. BOCIC, P. BARRIA y R. SERRA. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías de la zona norte 1991. Estado de situación y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP. Chile. 51 p.
- MARTINEZ, C., U. PARKER, L. CABALLERO, G. BOHM, J. OLIVA, S. PEÑA, R. GILI, H. HIDALGO, V. FERNANDEZ, P. BARRIA y R. SERRA. 1993. Diagnóstico de las principales pesquerías de la zona norte 1992. Estado de situación y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP. Chile. 135 p.
- MARTINEZ, C., L. CABALLERO, U. PARKER, G. BOHM, J. OLIVA, V. FERNANDEZ, S. PEÑA, R. GILI, H. HIDALGO, P. BARRIA, R. SERRA y M. NILO. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías de la zona norte 1993. Estado de situación y perspectivas del recurso. Convenio CORFO-IFOP. Chile. 130 p.
- MILTON, D., G. BISHOP and N. RAWLINSON. 1994. Fish Bulletin. 92: 102-121



- MOSER, H.G. and E.H. AHLSTROM. 1985. Staging anchovy eggs. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 37-41.
- OLIVA J., J. BARAÑADOS y M. TIRADO. 1989. Determinación de la fecundidad y frecuencia del desove de la sardina (*Sardinops sagax*), 1986. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número Especial). 341 :348.
- PARKER, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. Fish. Bull., U.S. 78: 541-544.
- PENNINGTON, M. and P. BERRIEN. 1984. J. Plankton Res. 6: 809-879.
- PENNINGTON, M. 1996. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. Biometrics 39: 281-286.
- PEREZ, N., A. GARCIA, N. LO and C. FRANCO. 1989. The egg production method applied to the spawning biomass estimation of sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) in the north atlantic spanish coasts. ICES, C. M. 1989/H: 23. 20 p.
- PEREZ, N.; I. FIGUEREIDO and A. SANTOS. 1989. Batch fecundity of *Sardina pilchardus* of the Iberian Peninsula. International Council for the exploration off the Sea. C. M. 1989/H:17. Pelagic Fish Committee. 9 p.
- PEREZ, N.; I. FIGUEREIDO and B. Macewicz. 1991. The spawning frequency of sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum) off the Atlantic Iberian Coast. En prensa. 16 p.



- PETITGAS, P. 1991. Contributions geoestatistiques à la biologie des pêches maritimes. Thèse de doctorat. Centre de geoestatistiques, Fontainebleau, 211 p.
- PETITGAS, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and on acoustic application. ICES J. mar. Sci., 50: 285-298.
- PETITGAS, P. and A. PRAMPART. 1995. EVA (Estimation Variance) Logiciel de geoestatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D.65.
- PICQUELLE S.J. and R.P. HEWITT. 1983. The northern anchovy spawning biomass for the 1982-83 California fishing season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 24: 16-28.
- PICQUELLE, S.J. and R.P. HEWITT. 1984. The 1983 spawning biomass of the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 25: 16-27.
- PICQUELLE, S. J. 1985. Sampling requirements for the adult fish survey. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 55-57.
- PICQUELLE, S.J. and G. STAUFFER. 1985. Parameter estimation for an egg production method of northern anchovy biomass assesment. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 7-15.



- RAJ, D. 1968. Sampling Theory. Mc Graw-Hill Book Company.
- ROBOTHAM, H. and J. CASTILLO. 1990. The bootstrap method: an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. int. Explor.Mer, 189: 421 - 424.
- ROJAS, O. y J. OLIVA. 1993. Evaluación del Stock Desovante de Anchoveta de la Zona Norte por el Método de Producción de Huevos. Programa de evaluación directa de recursos pelágicos de la zona Norte. Convenio Empresas Pesqueras del Norte e Instituto de Fomento Pesquero. 50 p.
- SANTANDER, H. 1980. IOC Workshop Rep. 28: 255-274.
- SANTANDER, H., P.E. SMITH y J. ALHEIT. 1982. Determinación del esfuerzo de muestreo requerido para el estimado de producción de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente al Perú. Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 7(1): 16pp.
- SANTANDER, H., J. ALHEIT and P.E. SMITH. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del " Método de Producción de Huevos ". Bol. Inst. Mar Perú, Callao. 8: 209-250.
- SEBER, G.H.F. 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. Hafner Press, N.Y., 506 p.
- SELMAN, K. and R. WALLACE. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zoological Science. 6:211-231.



- SERRA, J. 1976. Escalas de madurez sexual para sardina española (*Sardinops sagax musica*) y jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*). Instituto de Fomento Pesquero. Santiago-Chile. Investigación Pesquera. 24: 1-20.
- SHOTTON R. y R. DOWN. 1975. Current research in acoustic fish stock assesment at the Marine Ecology Laboratory. ICNAFRES. Doc 75/16. Ser. Nº 3468. 17pp.
- SHOTTON, R. 1979. Acoustic survey design. In: Meeting on Hydroacoustical methods for the estimation of marine fish population. Cambridge, MA, USA. 25- 29 june 1979.
- SHOTTON R. y G.BAZIGOS. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.
- SIMMONDS E. JOHN, N. WILLIAMSON, F. GERLOTTO and A. AGLLEN. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (figures).
- SIMPSON, J y E. GIL. 1967. Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en Chile. Bol. Cient. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago-Chile. 4: 55p.
- SMITH. P.E., W. FLERX and R.P. HEWITT. 1985. The CalCOFI vertical egg tow (CalVET) net. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 27-32.



- STAUFFER, G.D. and S.J. PICQUELLE. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the central subpopulation of northern anchovy. Natl. Mar. Fish. Serv., NOAA, Southw. Fish. Cent. Admin. Rep. LJ - 80-09, 41 p.
- STEUERT, B. et B. RAMCHARRUM. 1995. La fécondité du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'ouest de l'océan Indien. Aquat. Living Resour. 8: 79-89.
- SUKHATME, P.V. 1962. Teoría de encuestas por muestreo con aplicaciones. Fondo de Cultura Económica. México-Buenos Aires. 495 pp.
- THOMPSON, S.K. 1992. Sampling. John Wiley and Sons, inc.
- TORRES, A., C. MARTINEZ y J. OLIVA. 1985. Migraciones de la sardina española en el Pacífico Suroriental, durante el fenómeno El Niño 1982-83 y en 1984. Invest. Pesq. (Chile) 32 pp. 95-100.
- VOLTER, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.
- WALLACE, R. and K. SELMAN. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Amer. Zool. 21:325-343.
- WITTHAMES, P. and M. WALKER. 1995. Determinacy of fecundity and oocyte atresia in sole (*Solea solea*) from the channel, the North Sea and the Irish Sea. Aquat. Living Resour. 8: 91-109.
- YAMAMOTO, K. and H. YOSHIOKA. 1964. Rhythm of development in the oocyte of the medaka, *Oryzias latipes*. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. 15: 5-19.



YAÑEZ, E., M.A. BARBIERI, A. GONZALEZ, O. PIZARRO, M. BRAVO, R. CANALES y S. SALINAS. 1994. Sea surface thermal structure associated to the pelagic fish resources distribution in northern Chile. Proceeding of the Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments



11. BASE DE DATOS

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

1. Datos oceanográficos

La información oceanográfica de cada una de las estaciones, se encuentra en el archivo **CRUCE405**, cuyo formato de grabación (Formulario de codificación), corresponde a una modificación del formato **NODC**. El formato **IFOP** esta compuesto por un registro de identificación y varios registros de información:

a) Registro de identificación

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



Campo	Columna de inicio	Formato
prof. ecosonda	36	E 4
máxima profundidad	40	E 2
n° observaciones	42	E 2
latitud n-s	68	A 1
longitud w-e	69	A 1
tipo de datos	76	A 1
control	80	E 1

b) Registros de datos

identificación	1	35 (Repetición)
profundidad (m)	36	E 4
temperatura (°C)	40	R 4.2
salinidad	44	R 5.3
control	80	E 1

Observaciones:

Formato tipo: A n: Alfanumérico
E n: Entero
R n: Real sin el punto (ej. 34.356 en formato R 5.3 es 34356
n: Número de columnas

Columna 28 y 29 - códigos institución: 01= SHOA, 02= IFOP, 03= UCV, 04= SSP y
05= otros

Columna 76 - códigos del tipo de datos: B=botellas, C= CTD

Columna 80 - código control: 1 identificación de la estación y 2 último dato
observado



2. Registros de fase huevos de anchoveta

La información de cada una de las estaciones positivas, con huevos de anchoveta, registradas en invierno de 1997, se almacenó en el archivos **cru405.xls**, cuyo formato de grabación es el siguiente:

Columna	Tipo de información
1	Código estación
2	Latitud decimales
3	Longitud decimales
4	Temperatura 0 m
5	Temperatura 10 m
6	Salinidad 0 m
7	Salinidad 10 m
8	Hora Estación
9	N° Huevos Estadio I
10	N° Huevos Estadio II
11	N° Huevos Estadio III
12	N° Huevos Estadio IV
13	N° Huevos Estadio V
14	N° Huevos Estadio VI
15	N° Huevos Estadio VII
16	N° Huevos Estadio VIII
17	N° Huevos Estadio IX
18	N° Huevos Estadio X
19	N° Huevos Estadio XI
20	N° Huevos Estadio DIS
21	N° Total de Huevos por estación



3. Parámetros Adultos

Nombre archivo: Parámetros adultos MPH.xls

Hoja 1: Fecundidad parcial

Observación :

La hoja de fecundidad parcial contiene los datos de los lances efectuados, incluyendo la fecha de dicho lance. La información a continuación descrita se repite para cada lance en particular.

Columna A: Numeración.

Columna B: Longitud total.

Columna C: Peso total.

Columna D: Peso eviscerado.

Columna E: Peso gónada.

Columna F: Peso corporal.

Columna G: Fecundidad parcial.

Hoja 2: Proporción sexual.

Columna A: Número de lance.

Columna B: Nombre de la embarcación por lance.

Columna C: Número de machos por lance.

Columna D: Peso total de machos por lance.

Columna E: Número de hembras por lance.

Columna F: Peso total de hembras por lance.



Hoja 3: Peso promedio de hembras maduras.

Columna A: Número de individuos.

Columna de B a BI: Peso total de cada hembra madura por lance (considera factor de corrección por fijación).

Nombre archivo: EST.MAD97.XLS

Estadios de madurez sexual

Columna A: Número del lance

Columna B: Estadio I

Columna C: Estadio II

Columna D: Estadio III

Columna E: Estadio IV

Columna F: Estadio V

Columna G: Estadio VI

Columna H: Estadio VII

Columna I: Estadio VIII

Nombre archivo: FRECDDES97.XLS

Frecuencia del desove

Columna B: Número del lance

Columna C: Total de hembras maduras

Columna D: Hembras hidratadas

Columna E: Folículo postovulatorio 1

Columna F: Folículo postovulatorio 2



4. Registros Acústicos

La información concerniente a la evaluación hidroacústical está contenida en 2 tipos de archivos: BIOMA-XX.DAT y POSIC-XX.DAT, los cuales se encuentran en los siguientes subdirectorios:

En el nombre de estos archivos se indica el número de transecta por las letras XX, en este caso 32.

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

Los archivos BIOMA-XX.DAT están estructurados según:

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



(1) Códigos de especie

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

(2) Códigos del tipo de agregación

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

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

Los archivos POSIC-XX.DAT están estructurados según:

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FIGURAS

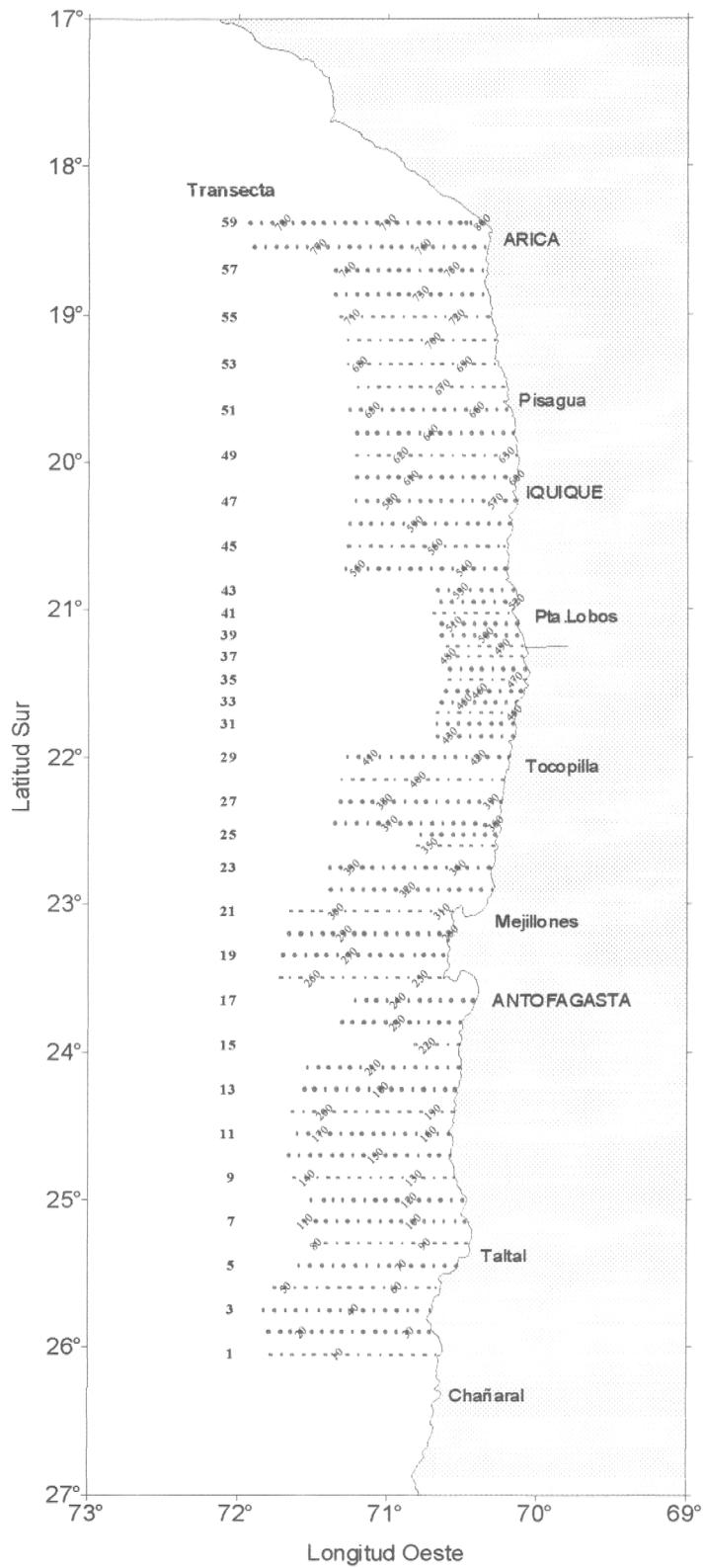


Figura 1 .- Ubicación de las estaciones bio-oceanográficas. Crucero Metodo de producción de huevos. Agosto - Septiembre 1997

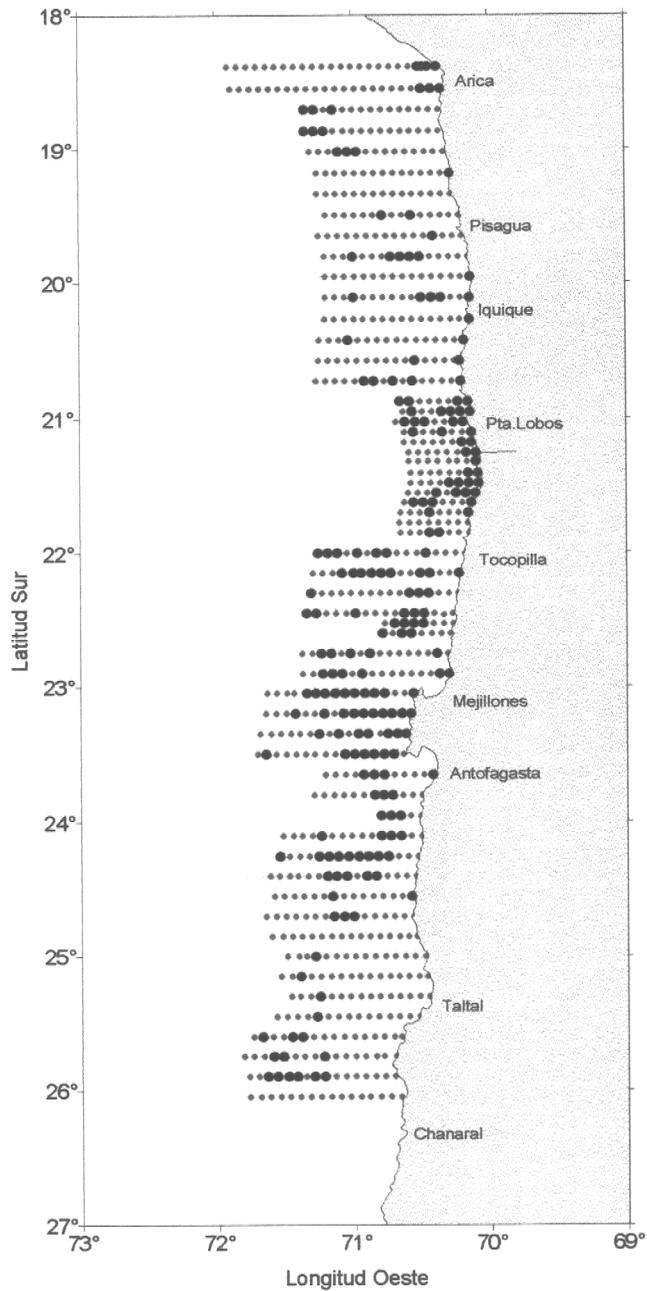


Figura 2.- Distribución geográfica de estaciones planctónicas. Crucero Metodo de Producción de Huevos. Agosto - Septiembre 1997.
 (Puntos rojos = Estaciones Negativas, sin huevos)
 (Puntos negros = Estaciones Positivas, con huevos)

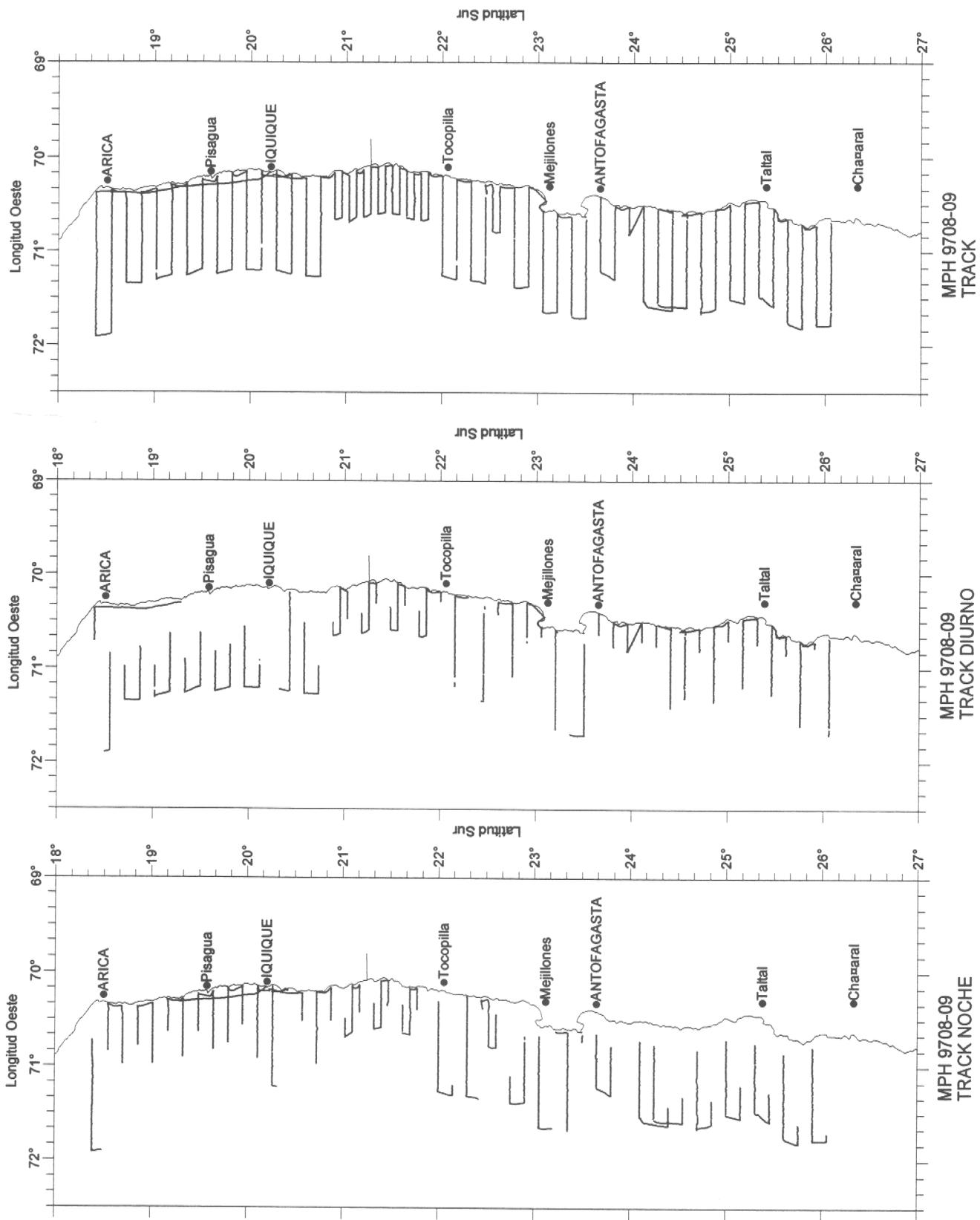


Figura 3. Track del crucero acústico, para evaluar el stock desovante de la anchoveta en la I y II Región, agosto-septiembre 1997.

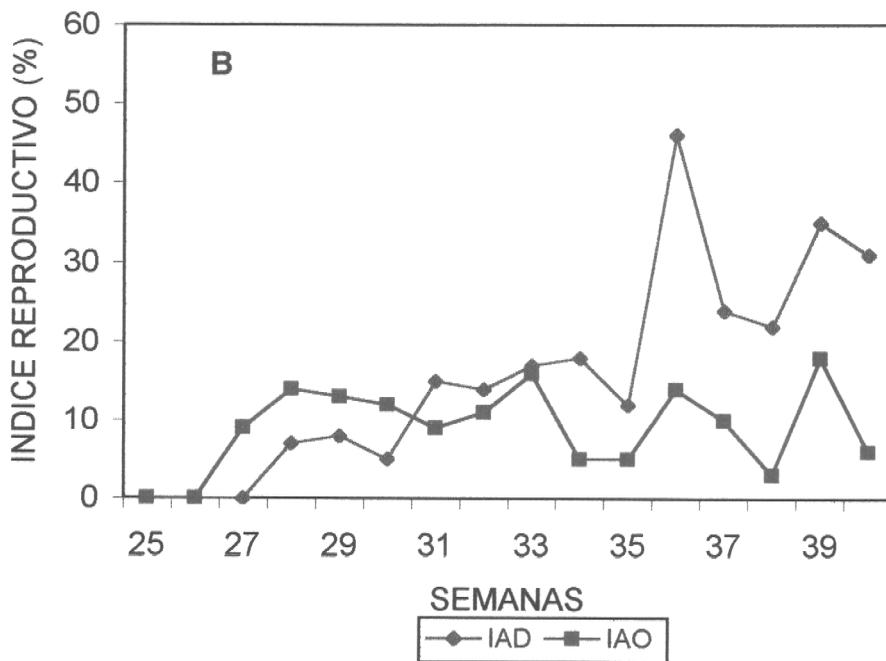
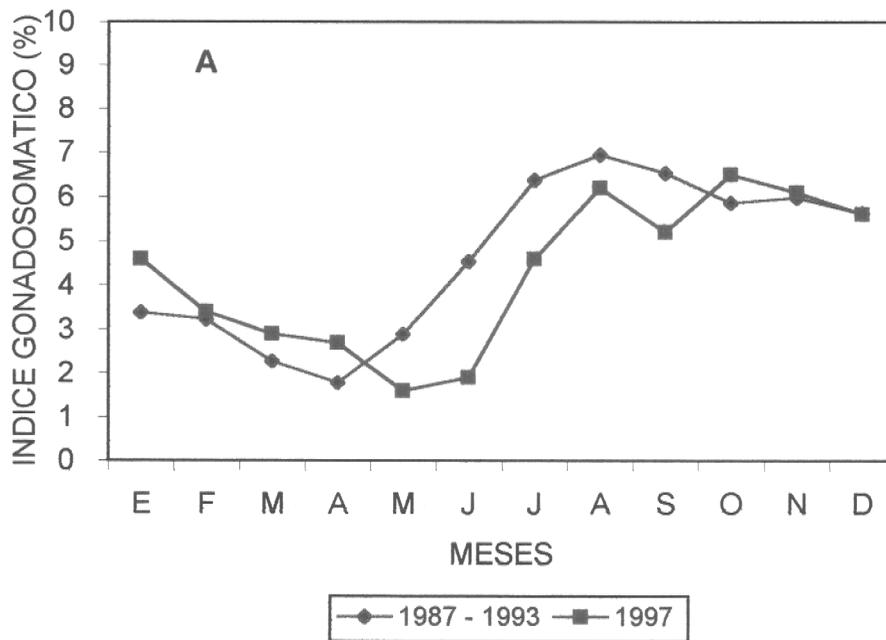


Figura 4. Evolución del proceso reproductivo de la anchoveta.
 A : Índice Gonadosomático mensual, 1987 - 1993 y 1997
 B : Índice de Atresia Ovárica e Índice de Actividad de Desove

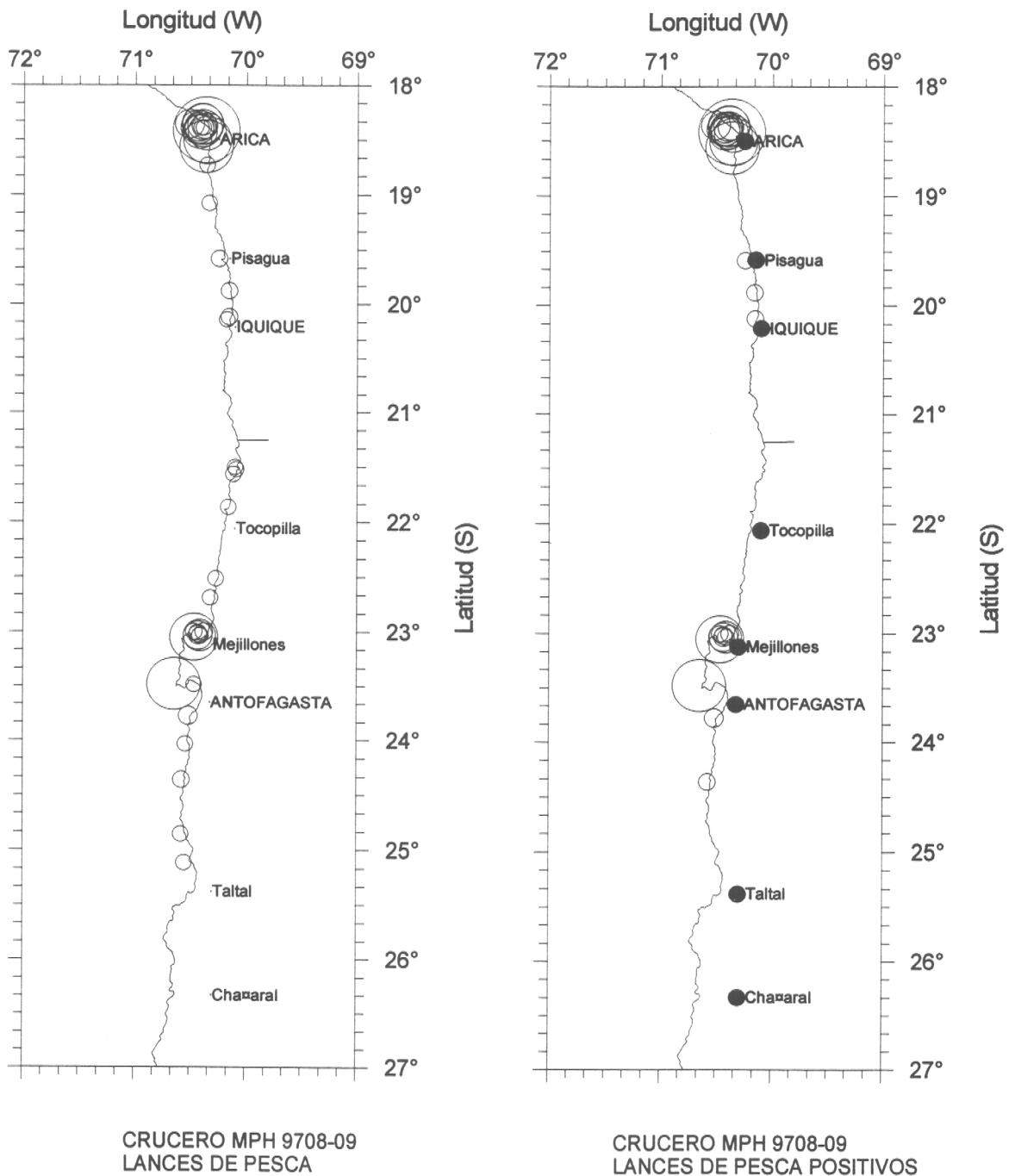


Figura 5. Distribución geográfica de los lances totales y los con pesca de anchoveta en la I y II Región, agosto y septiembre de 1997.

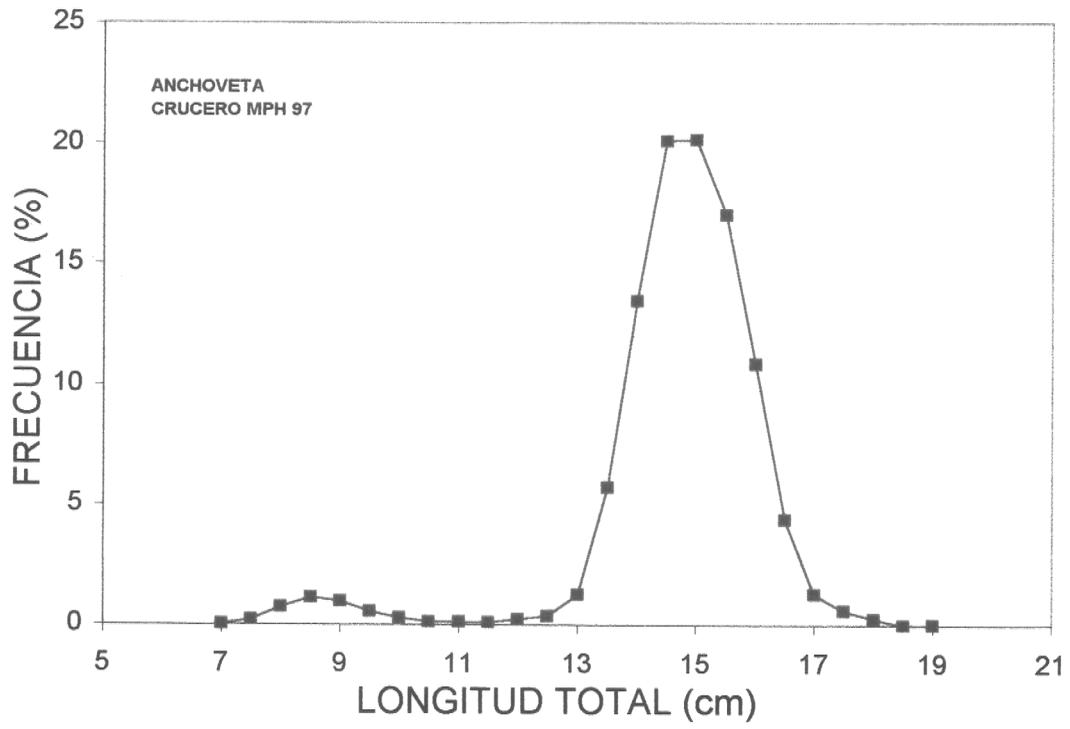


Figura 6. Distribución de tamaños de la anchoveta en la I y II Región, agosto-septiembre 1997.

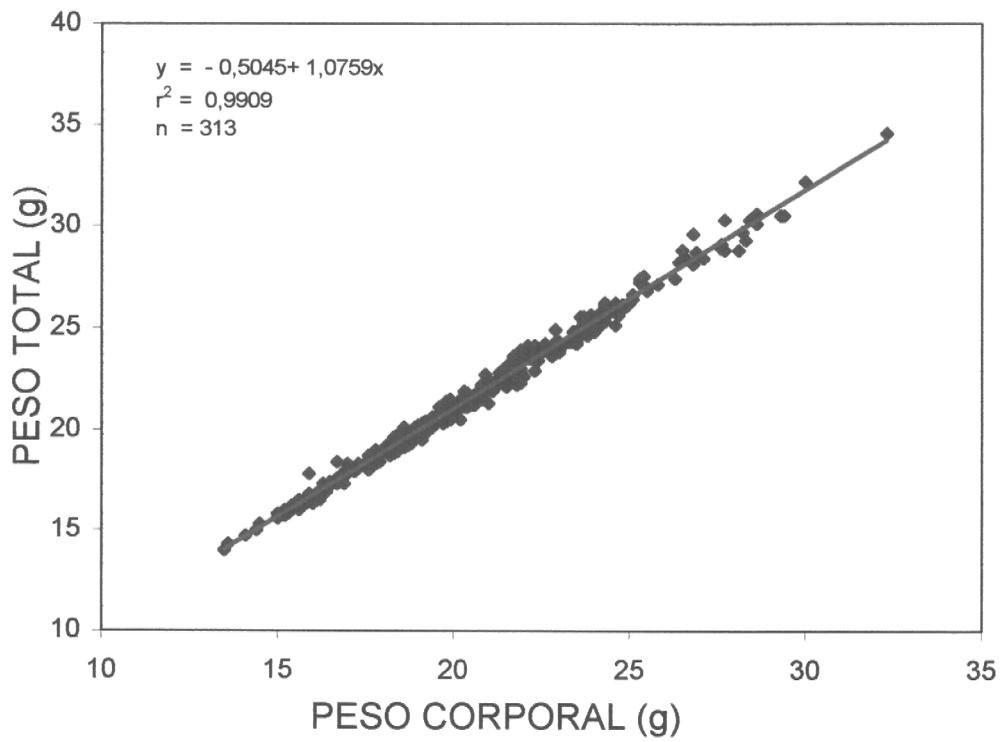


Figura 7. Regresión entre el peso total y el peso corporal de hembras maduras de anchoveta.

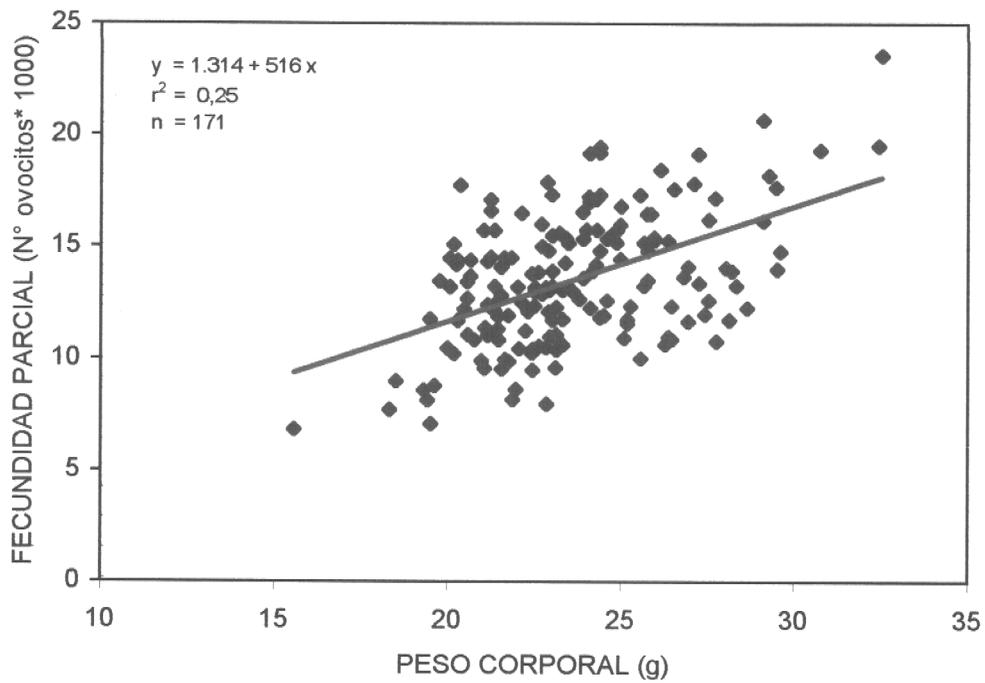


Figura 8. Regresión entre la fecundidad parcial y el peso corporal de hembras hidratadas de anchoveta.

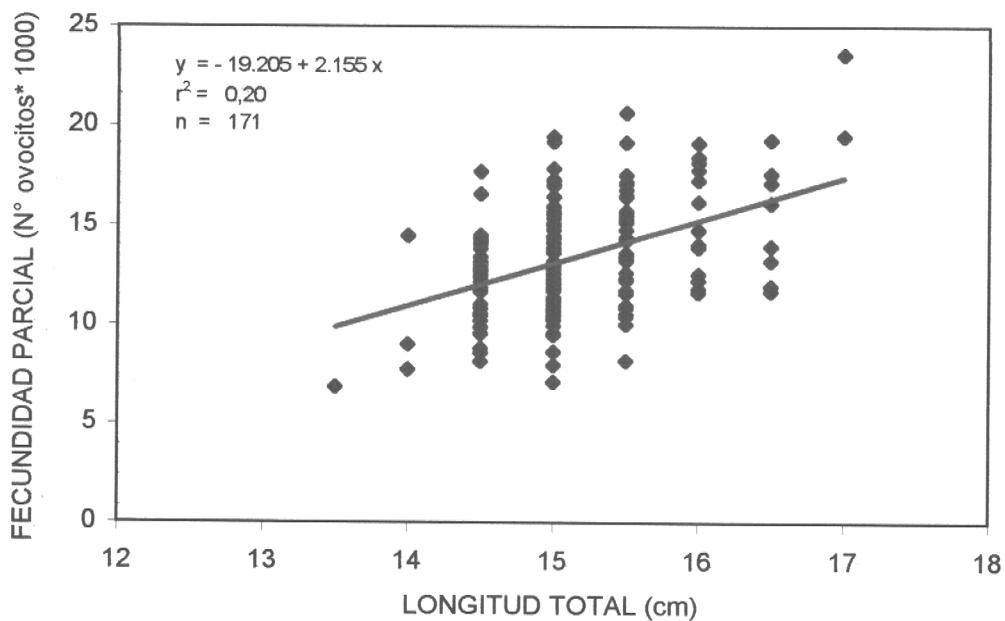


Figura 9. Regresión entre la fecundidad parcial y la longitud total de hembras hidratadas de anchoveta.

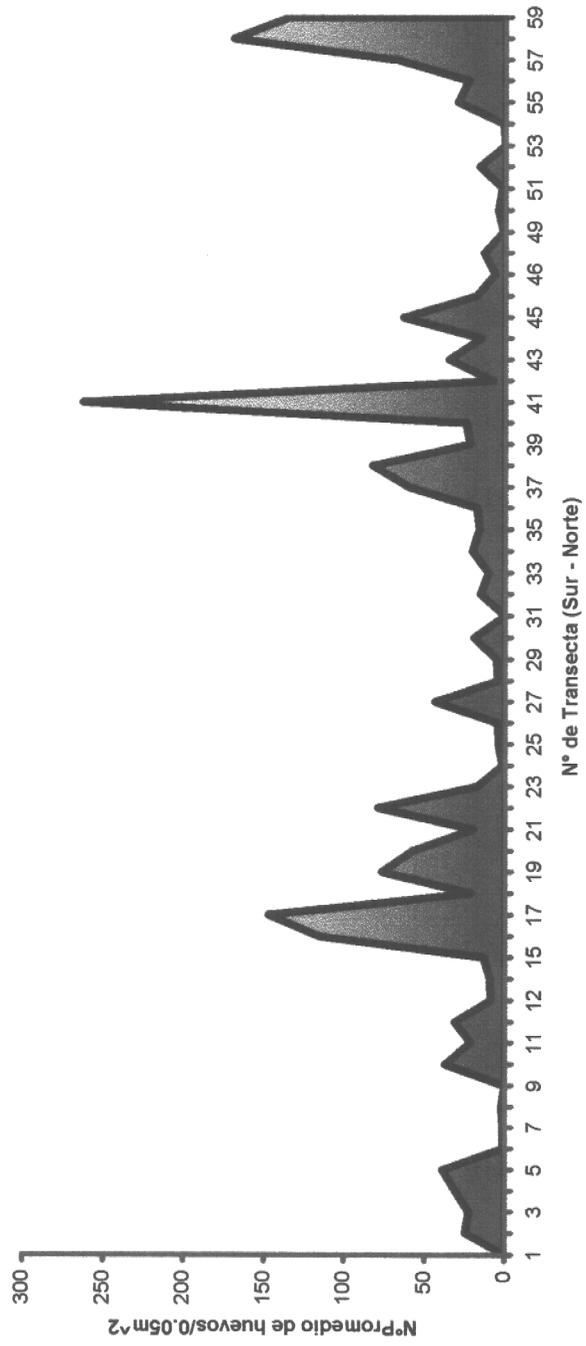


Fig. 10 Abundancia promedio de huevos de anchoveta por transectas en sentido sur - norte.

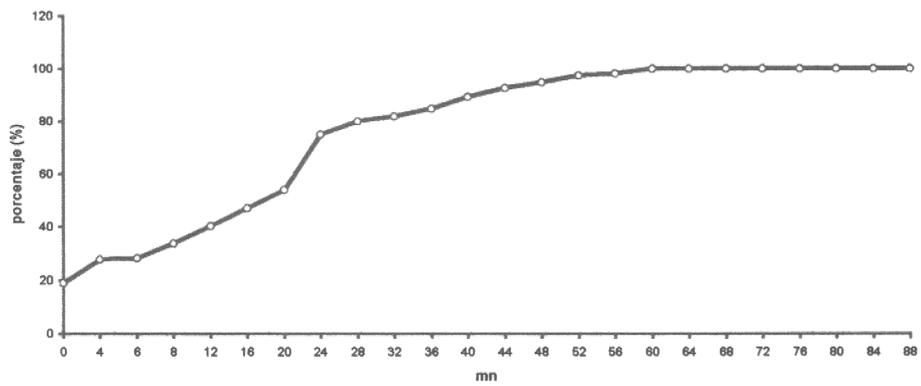


Fig. 11 Frecuencia acumulada relativa de huevos de anchoveta con respecto a la distancia de la costa (mn).

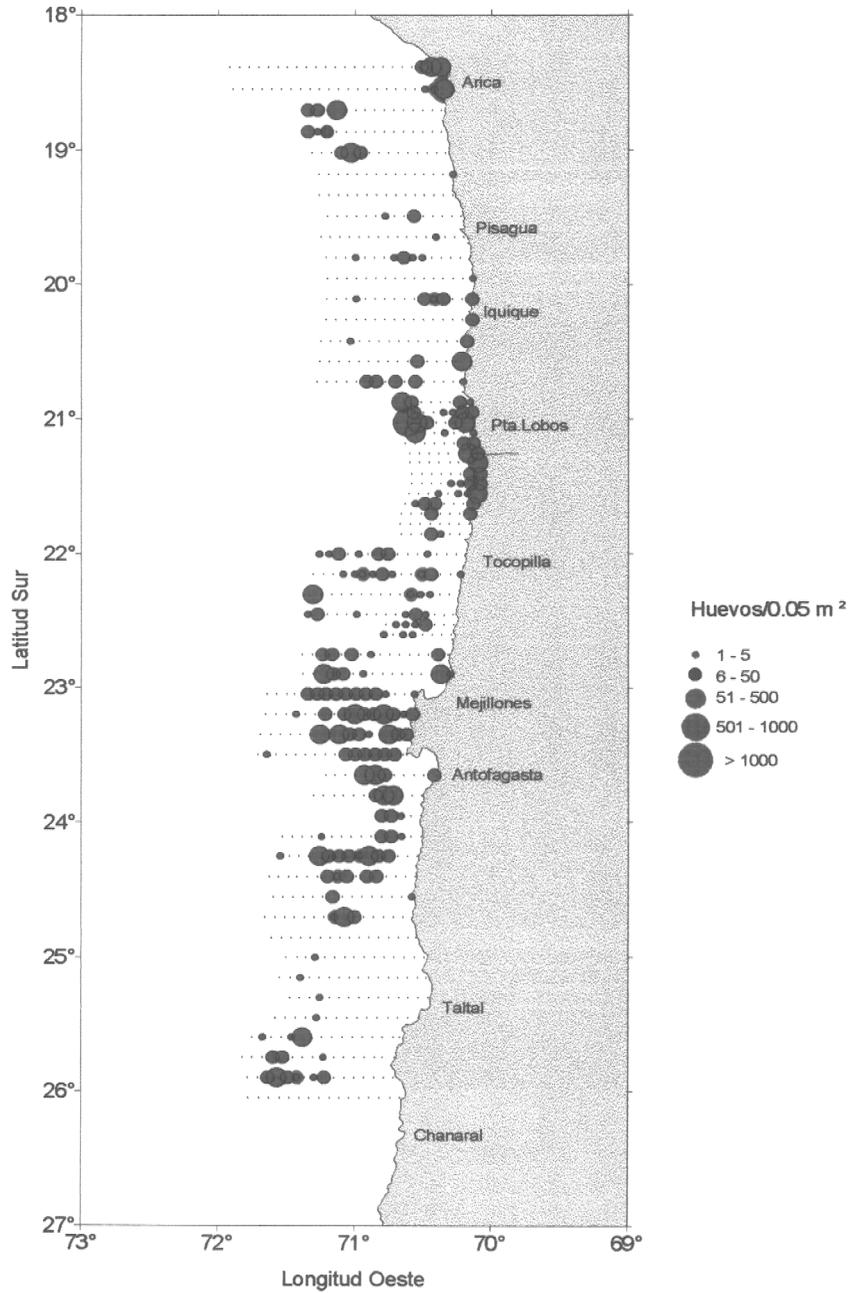


Figura 12.- Distribución y abundancia de huevos de anchoveta.
 Crucero 405(3)97CP. Invierno 1997.

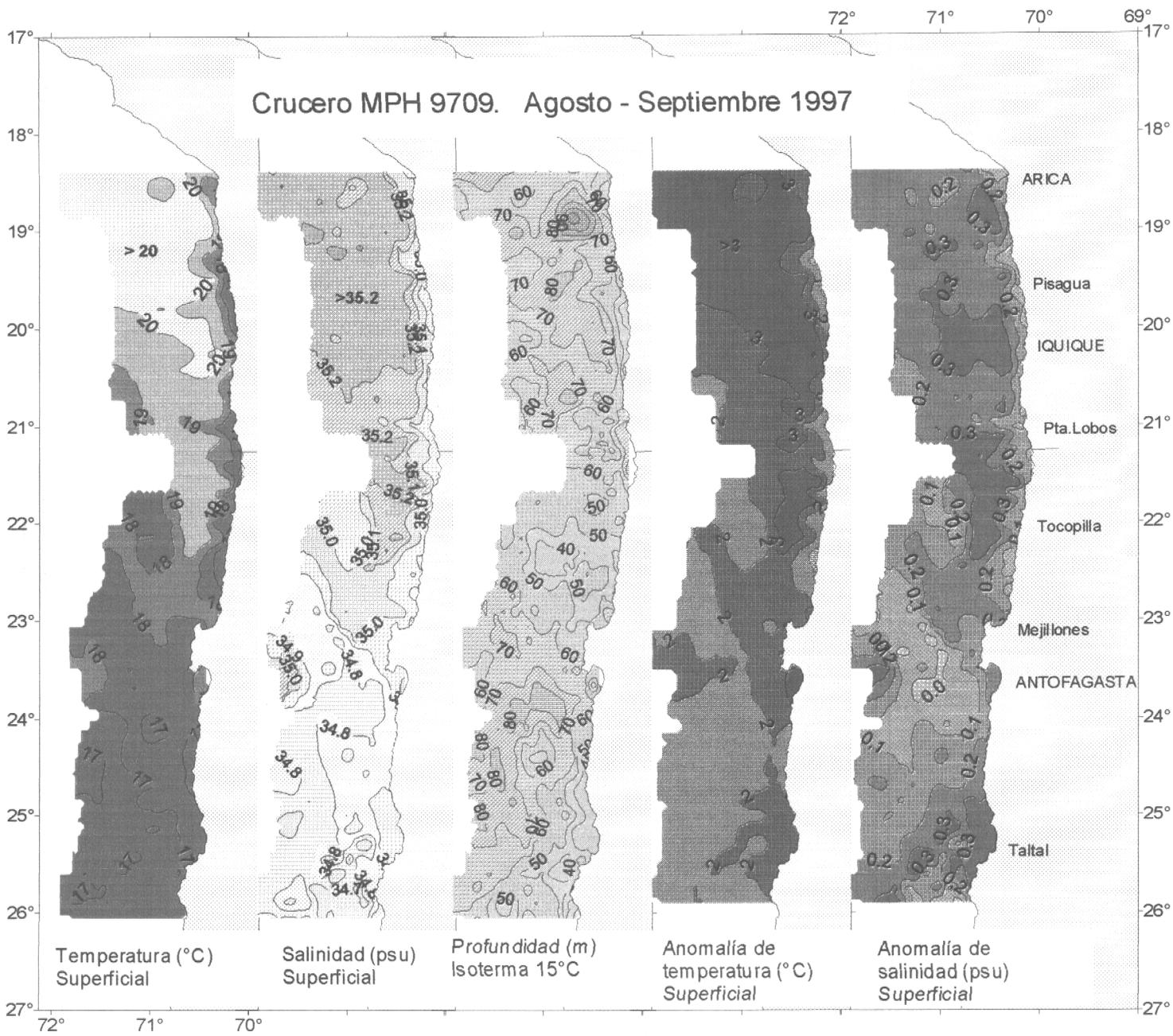


Figura 13.- Distribución superficial de temperatura y salinidad, Profundidad de la isoterma de 15°C y Anomalía de temperatura y salinidad superficial. Crucero Método de producción de huevos. Agosto - Septiembre 1997.

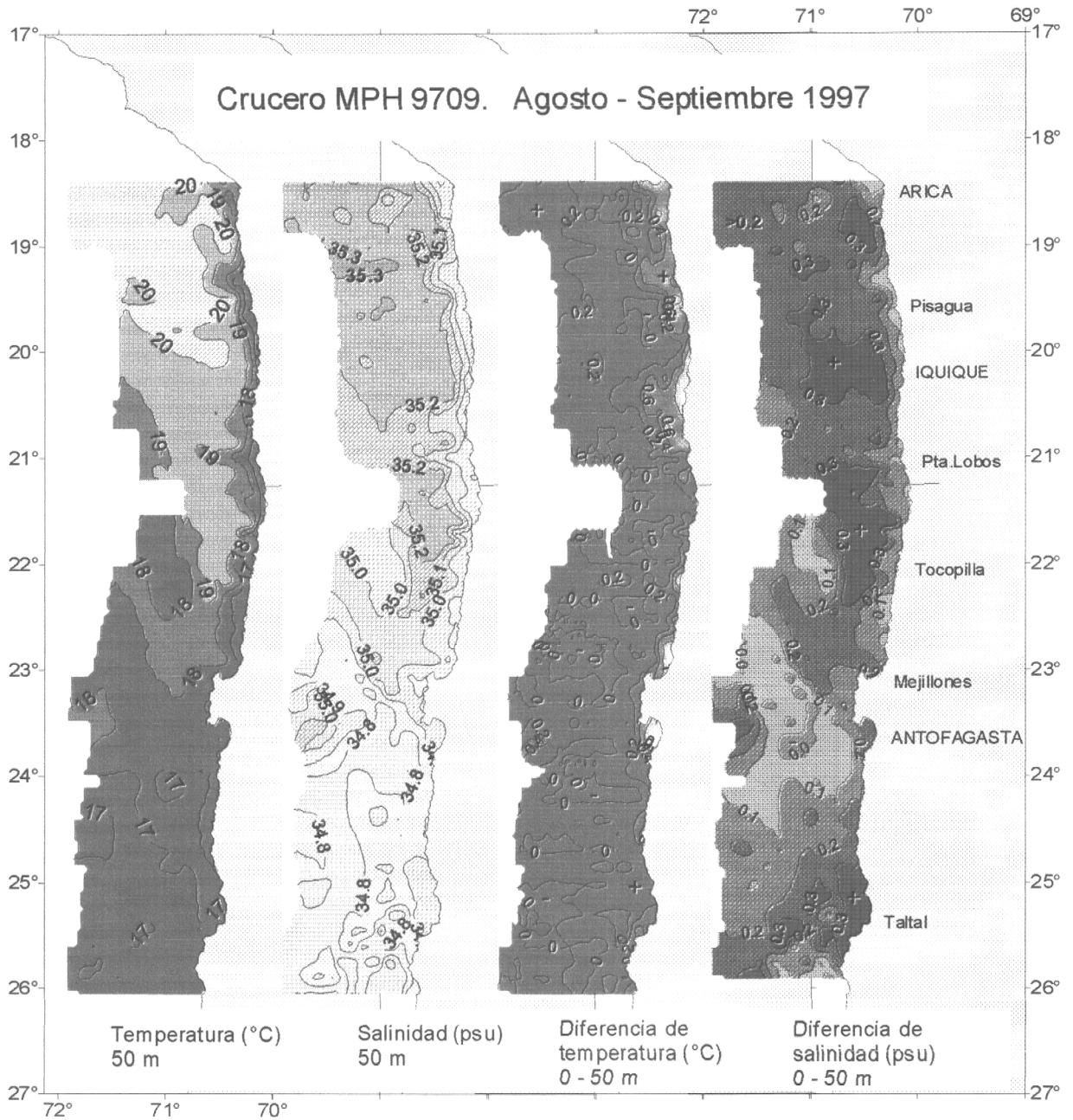


Figura 14.- Distribución de temperatura y salinidad a 50 metros de profundidad y diferencia de temperatura y salinidad entre superficie y 50 m. Crucero Método de producción de huevos. Agosto - Septiembre 1997.

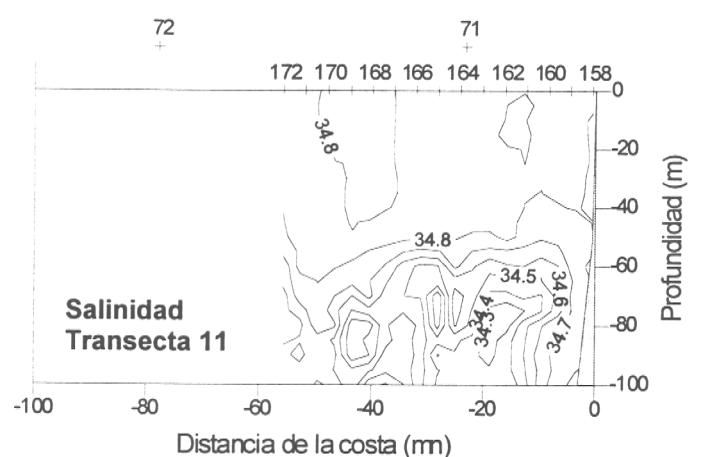
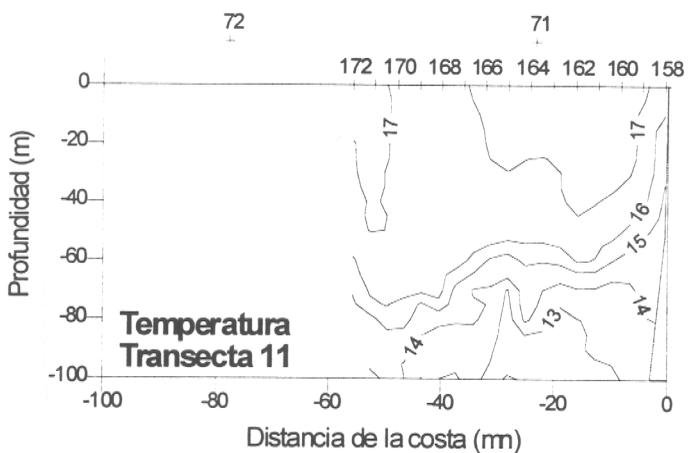
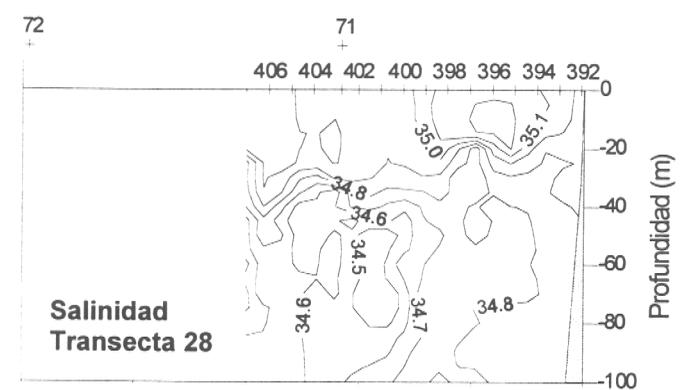
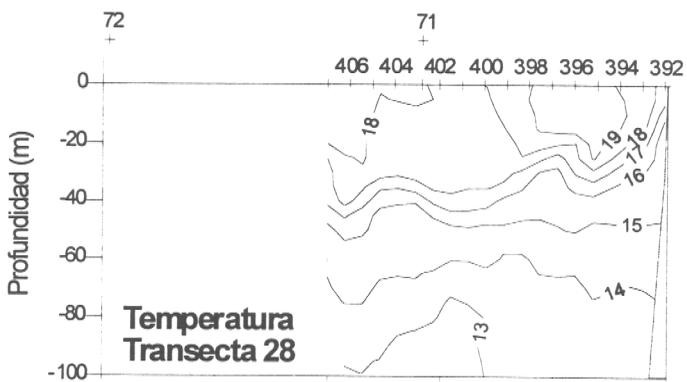
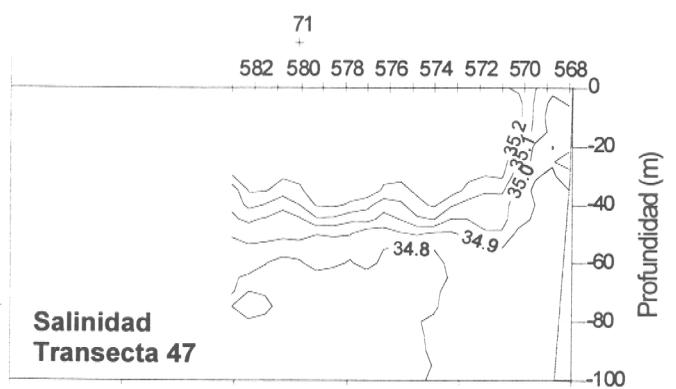
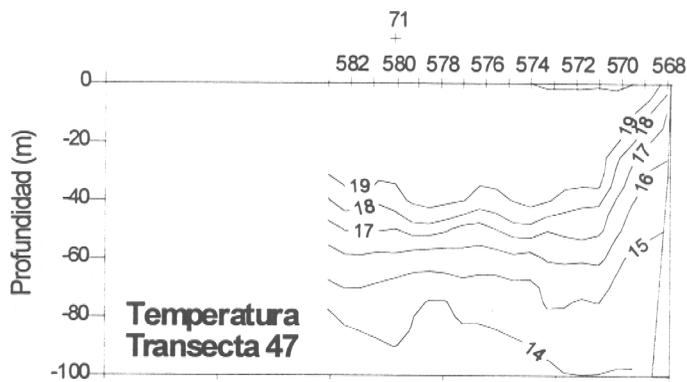
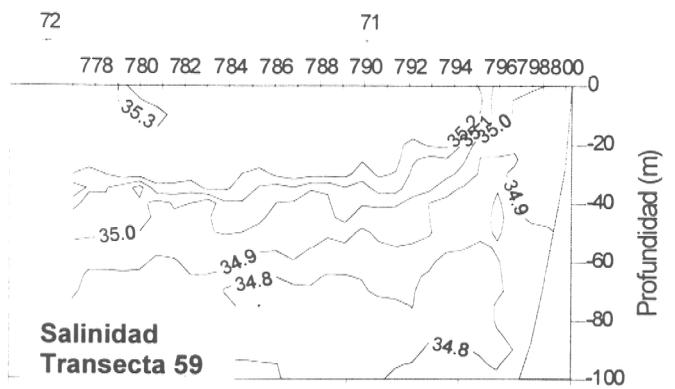
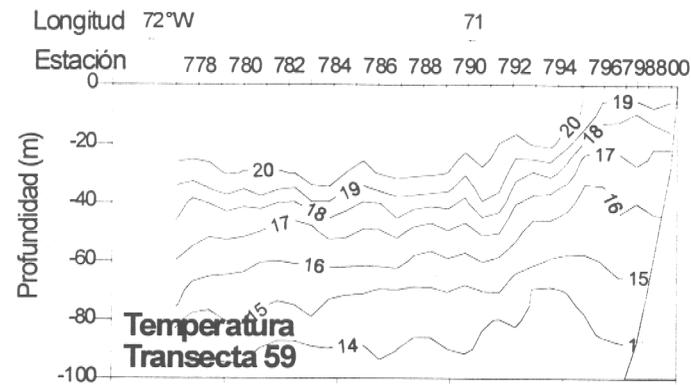


Figura 15.- Distribución vertical de temperatura y salinidad en las transectas 59 (18°23'S), 47 (20°16'S), 28 (22°09'S) y 11 (24°03'S).

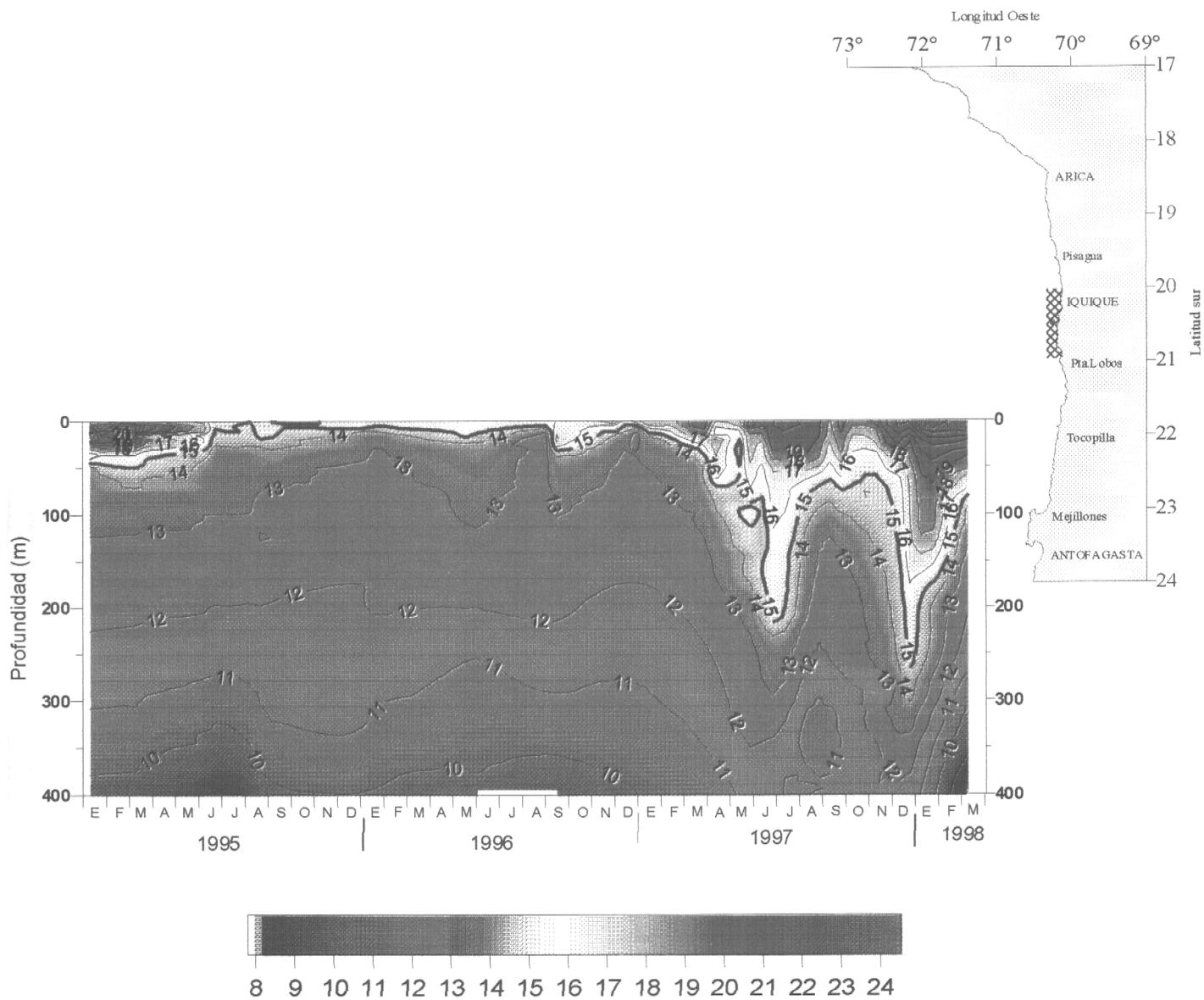
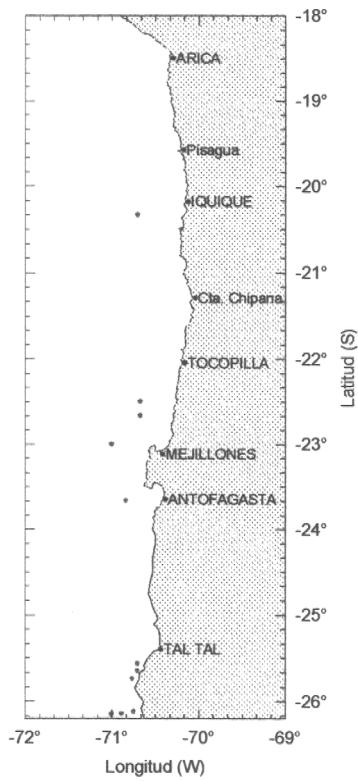
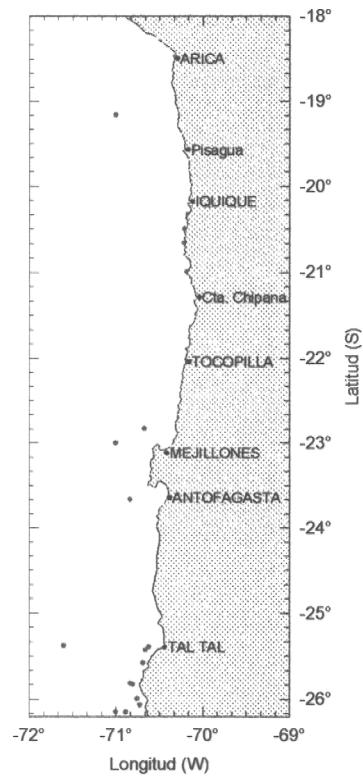


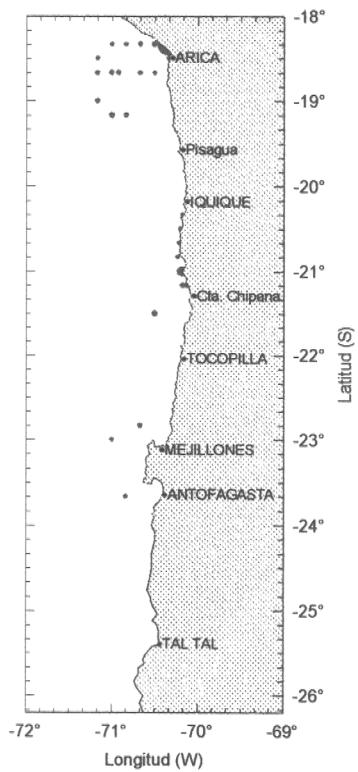
Figura 16.- Distribución temporal de temperatura con profundidad a 5 millas frente a Iquique.



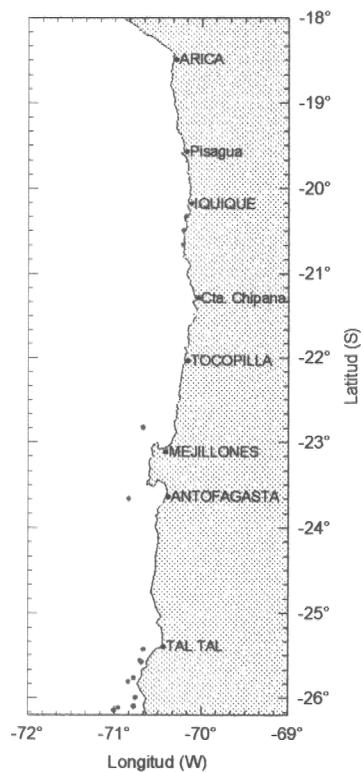
Sardina



Jurel



Anchoveta



Caballa

Figura 17. Distribución de la captura por zona y especie.

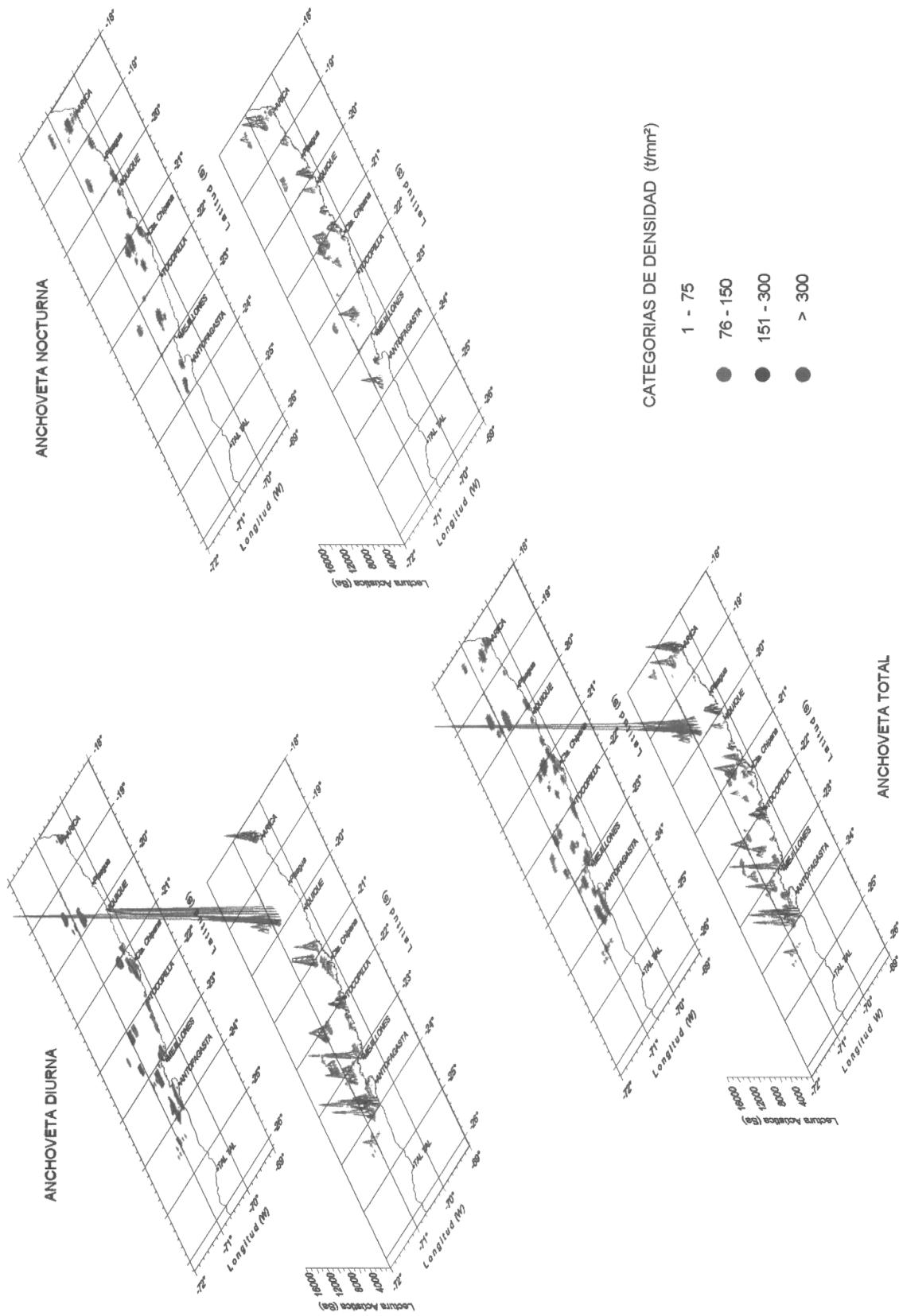
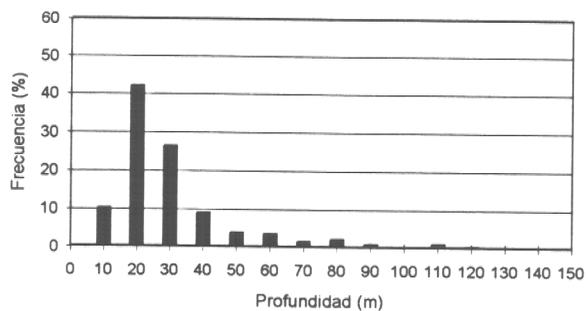
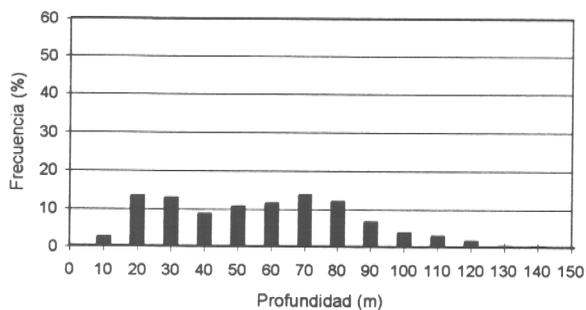


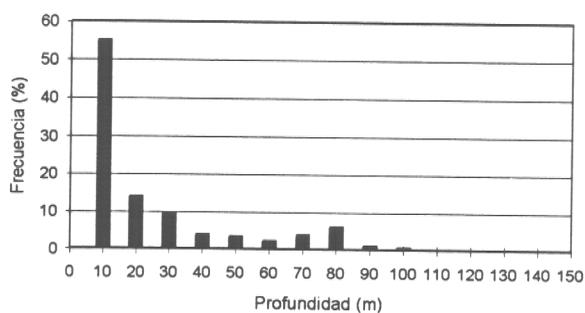
Figura 18. Distribución espacial de la anchoveta, prospección acústica diurna, nocturna y conjunta. Crucero MPH 9708-09.



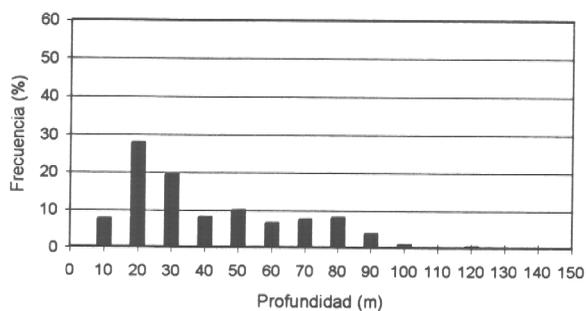
Anchoveta



Jurel

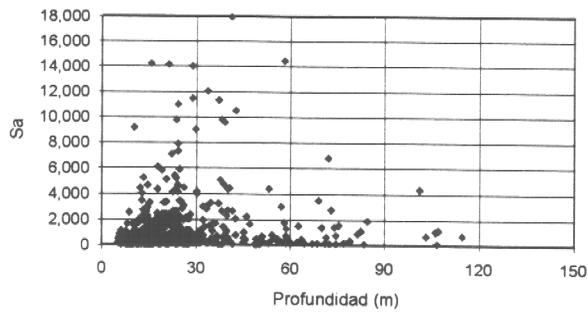


Sardina

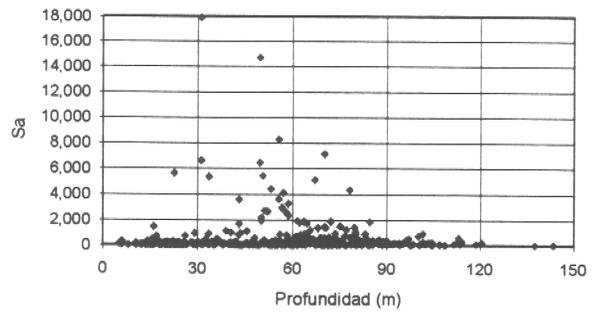


Caballa

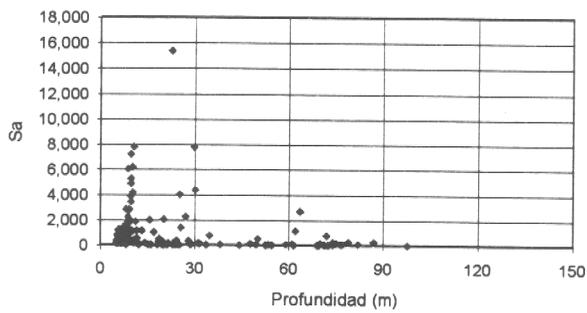
Figura 20. Distribución batimétrica de los recursos pelágicos, en la I y II Región, invierno 1997.



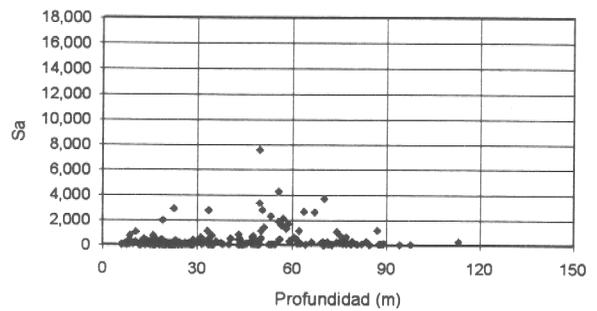
Anchoveta



Jurel

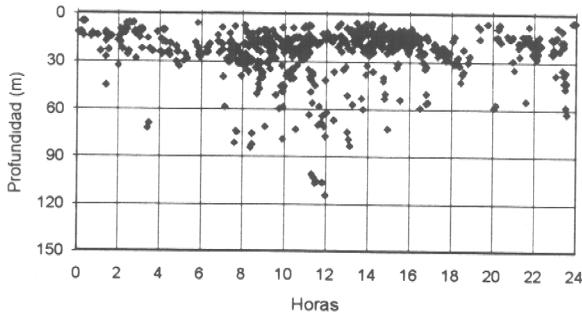


Sardina

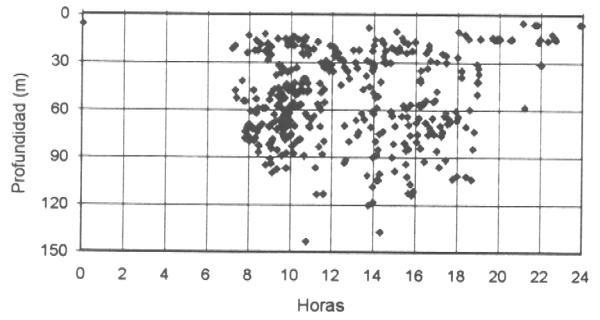


Caballa

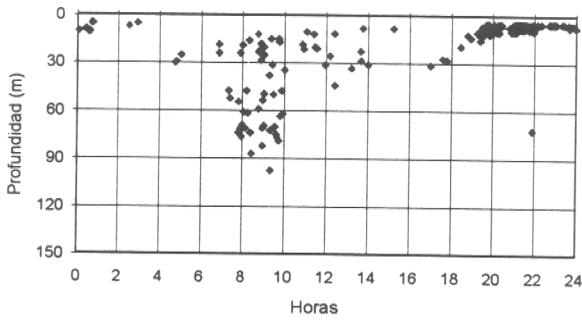
Figura 21. Agregaciones de los cardúmenes por especie, en le I y II Región, en base a las lecturas acusticas versus profundidad, invierno 1997.



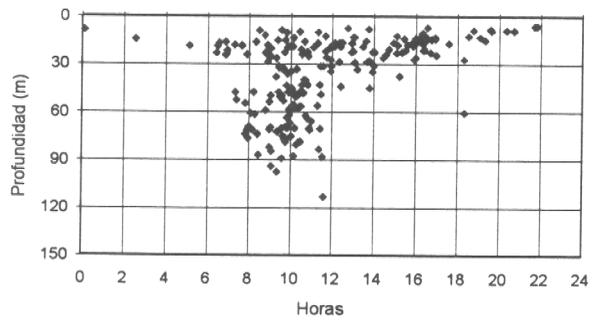
Anchoveta



Jurel

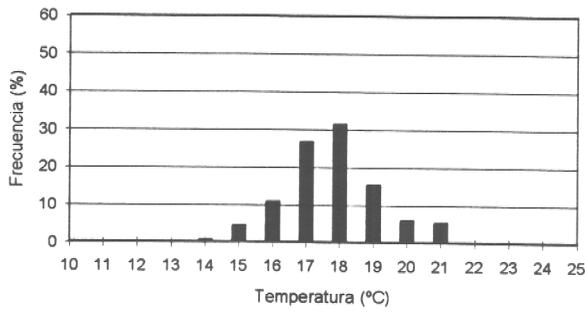


Sardina

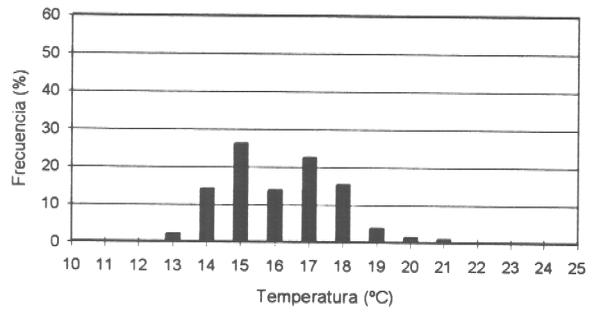


Caballa

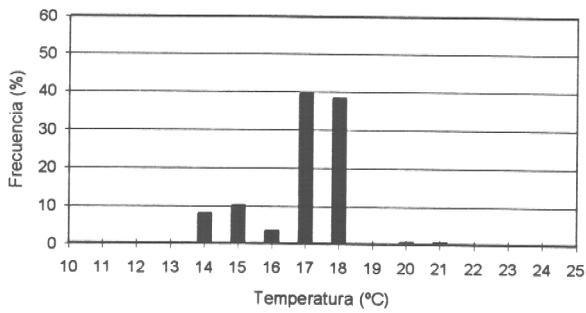
Figura 22. Distribución batimétrica en la I y II Región, de los recursos pelágicos, en relación a las horas del día, invierno 1997.



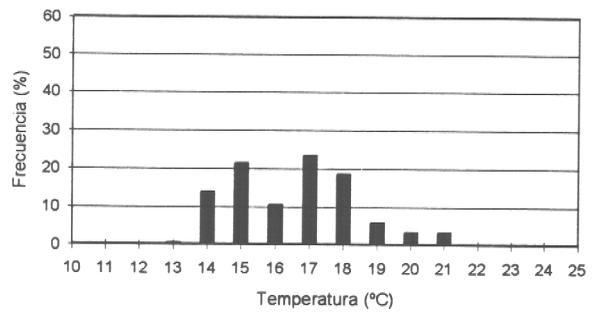
Anchoveta



Jurel

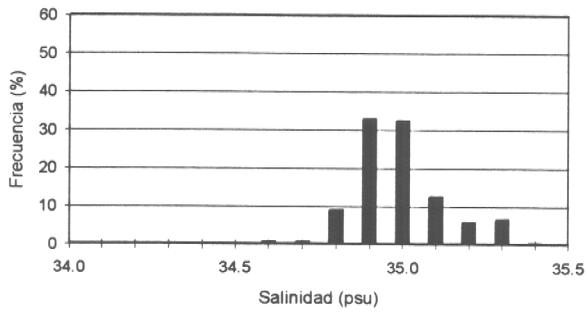


Sardina

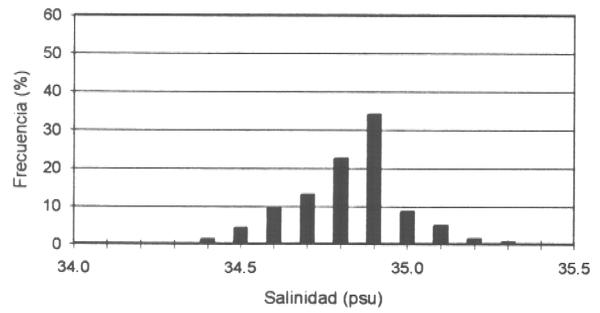


Caballa

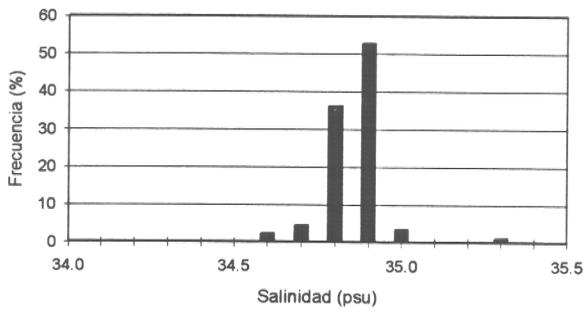
Figura 23. Distribución de los recursos pelágicos, en la I y II Región respecto a la temperatura superficial del mar, invierno 1997.



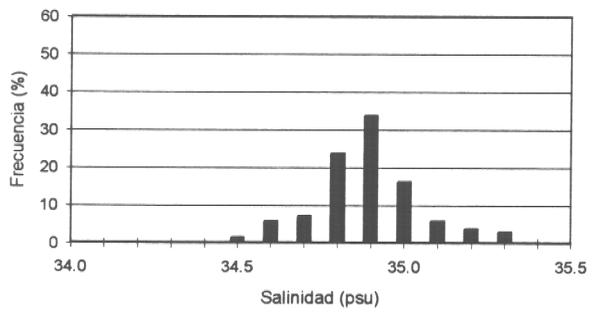
Anchoveta



Jurel



Sardina



Caballa

Figura 24. Distribución de los recursos pelágicos, en le I y II Región respecto a la salinidad, invierno 1997.

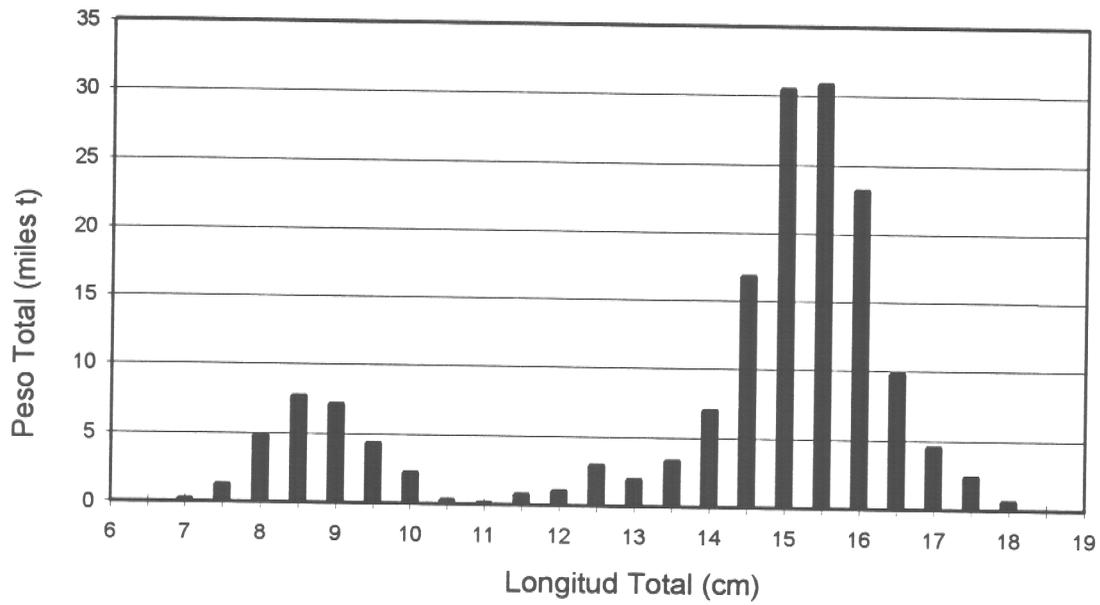
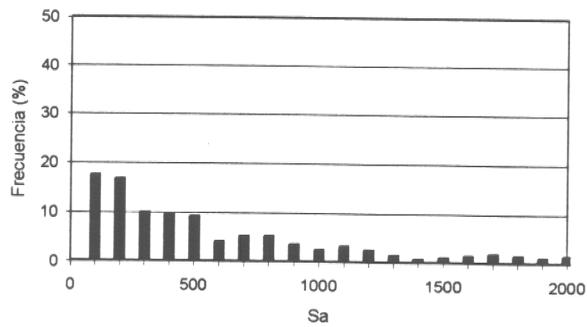
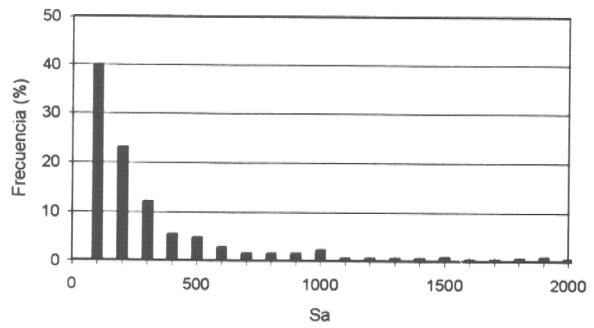


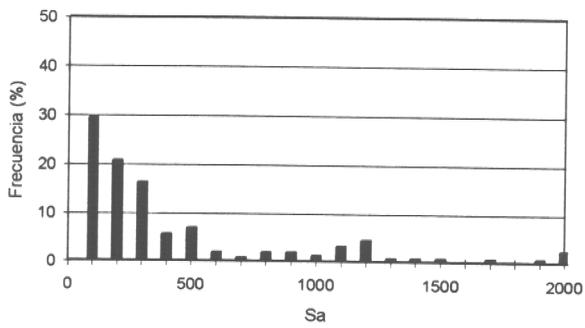
Figura 25. Distribución de la biomasa de anchoveta por tallas, en la I y II Región, invierno 1997. Crucero MPH9708-09.



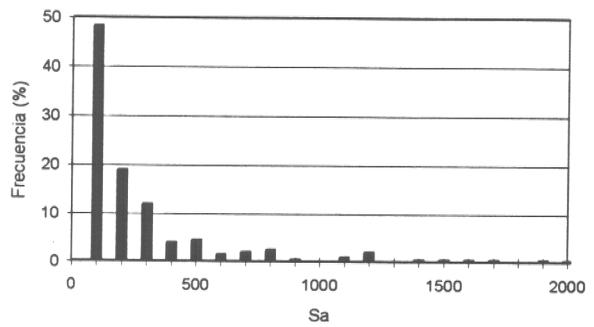
Anchoveta



Jurel



Sardina



Caballa

Figura 26. Distribución de las lecturas acústicas en Crucero MPH9708-09.

ANCHOVETA (*Engraulis ringens*)

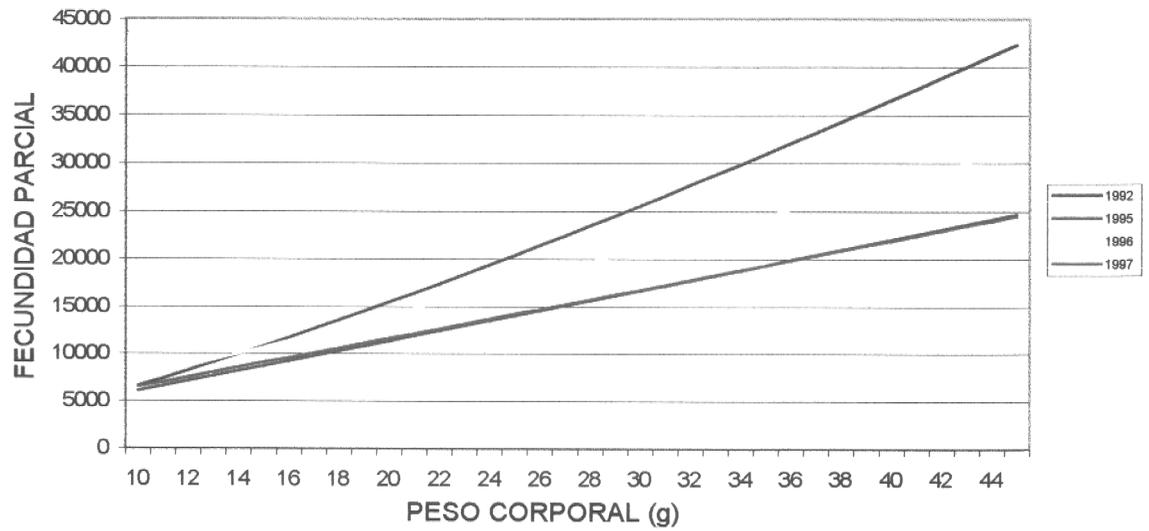


Figura 27. Regresión entre la fecundidad parcial y el peso corporal de la anchoveta, en la I y II Región.

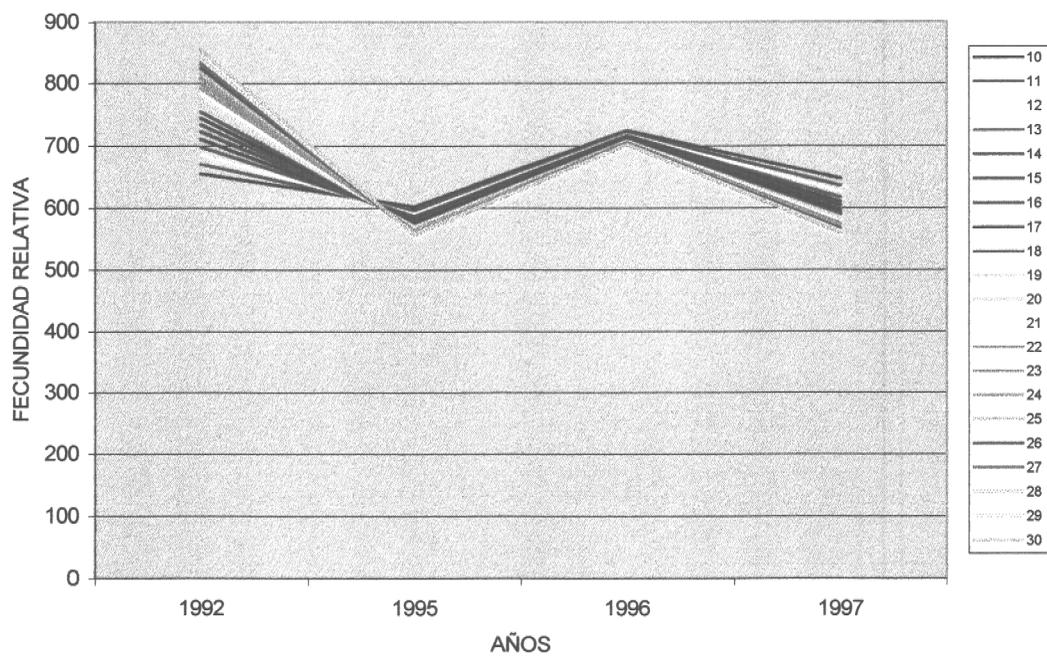


Figura 28. Fecundidad relativa de la anchoveta, en la I y II Región. (series: peso corporal en gramos).

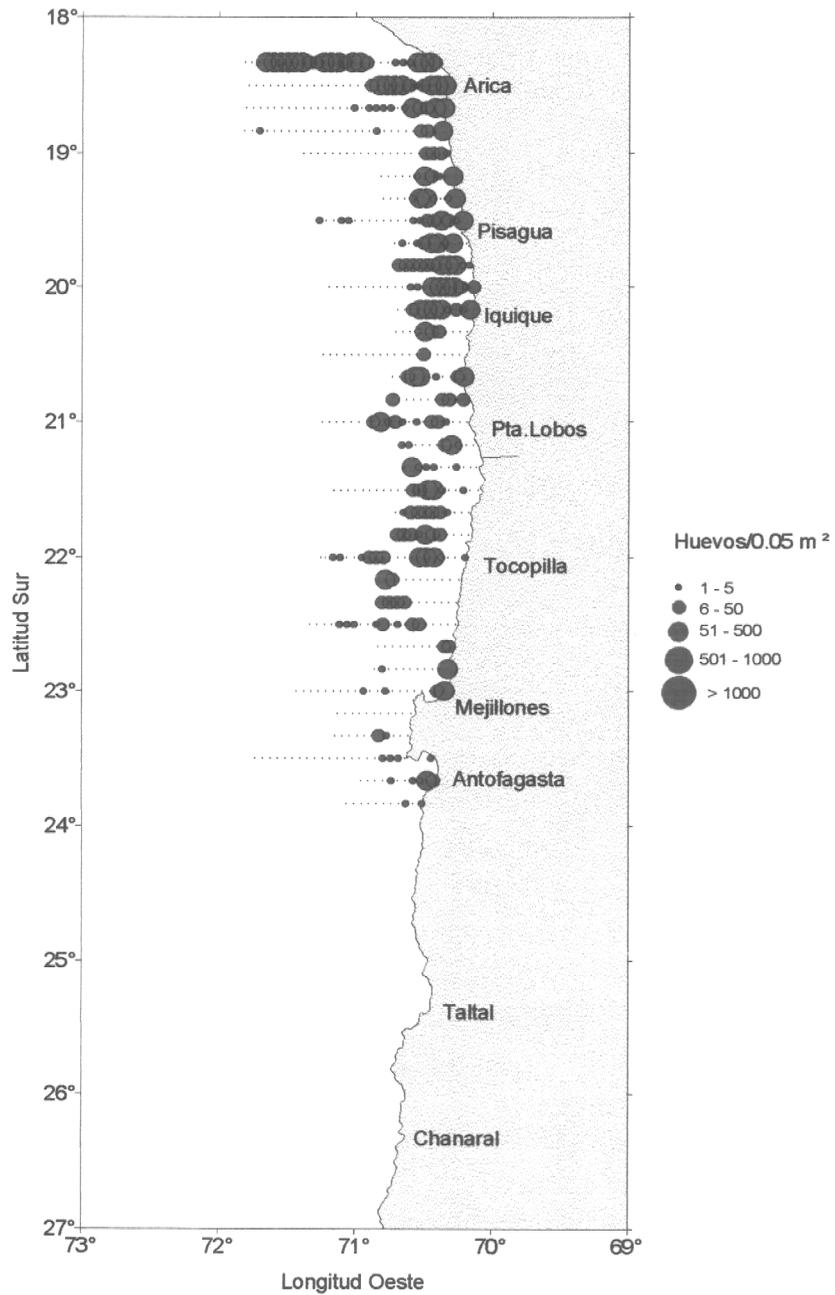


Figura 29 .- Distribución y abundancia de huevos de anchoveta
 Crucero 355(3)92CP. Invierno 1992.

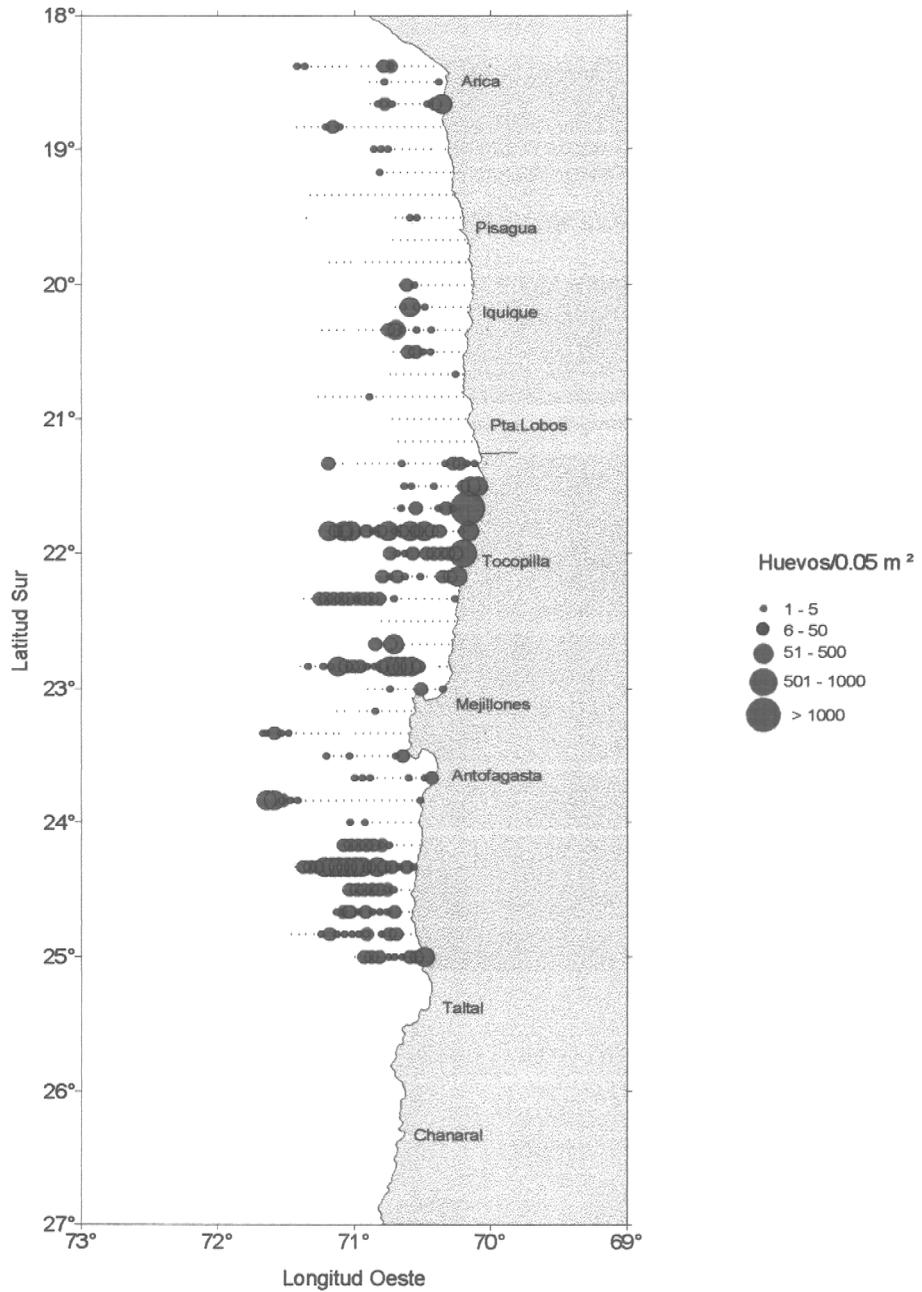


Figura 30 .- Distribución y abundancia de huevos de anchoveta.
Crucero 1995. Invierno 1995.

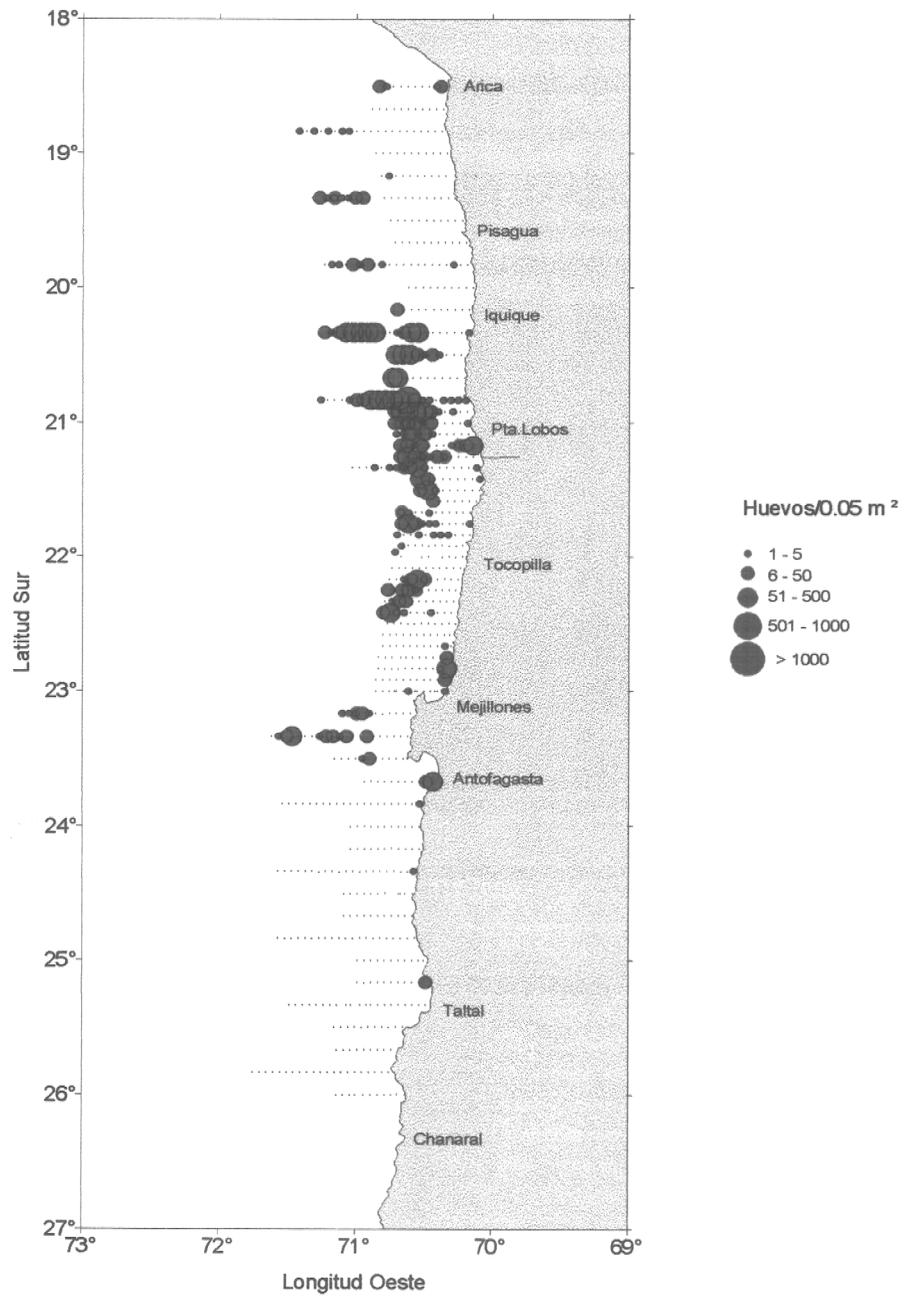


Figura 31 .- Distribución y abundancia de huevos de anchoveta.
Crucero MPH 1996. Invierno 1996.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

TABLAS

TABLA 1 Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos (Wallace y Selman, 1981; Hunter y Macewicz, 1985).

ESTADIO OVARICO	CITOLOGIA E HISTOMORFOLOGIA OVARICA
Estadio I: Virginal	Ovario con numerosos nidos ovogoniales y ovocitos primitivos rodeados por tejido conectivo intersticial de donde destacan tabiques fibro-conectivos.
Estadio II: Inmaduro (reincidente)	Lamelas repletas con ovocitos no vitelados rodeados por delgadas células foliculares. Vesícula germinativa grande y central, con prominentes nucléolos esféricos y periféricos. Citoplasma escaso, finamente granular y fuertemente basófilo. En ovocitos previtelogénicos tardíos debuta la presencia de pequeñas vesículas periféricas.
Estadio III: Parcialmente vitelado	Predominio de ovocitos en estado temprano de deposición de vitelo, el cual no abarca más de las 3/4 partes del citoplasma, destacando la presencia de vesículas periféricas. Vesícula germinativa grande y central, con múltiples nucléolos periféricos y rodeada por pequeñas gotas de lípidos que inician su fusión. La zona radiata es delgada, subyacente a células foliculares de poca altura.
Estadio IV: Vitelado	Predominio de ovocitos cargados de glóbulos de vitelo distribuido desde la periferia hasta la región perinuclear. La vesícula germinativa mantiene su posición central, permaneciendo los nucléolos en la periferia. Zona radiata bien desarrollada. Células foliculares cúbicas bajas con núcleo esférico, central y el citoplasma finamente granular, ligeramente basófilo.
Estadio V: En maduración	Citoplasma con grandes glóbulos de vitelo (término de la deposición de vitelo) y vesículas lipídicas que coalescen (2 a 3), ubicándose al lado opuesto de la dirección de migración de la vesícula germinativa, la que es excéntrica, migrante hacia el polo animal, con alto número de pequeños nucléolos periféricos. Células foliculares cúbicas con núcleo desplazado a la base. Citoplasma claro, de aspecto espumoso, areolar, ligeramente basófilo.
Estadio VI: Hidratado (hialino)	Con o sin vesícula germinativa en el polo animal, según se haya iniciado la maduración. Por incorporación de fluidos el ovocito incrementa considerablemente su tamaño. El vitelo se presenta en forma de placas por ingreso de líquido al citoplasma, dándole un aspecto hialino. La granulosa y zona radiata pierden espesor.
Estadio VII: En desove	Co-existencia de ovocitos hidratados y folículos postovulatorios nuevos, entre ovocitos en deposición temprana de vitelo.
Estadio VIII: Desovado	Predominio de ovocitos inmaduros. Se aprecia abundante atresia folicular, tanto alfa como beta. Ovocitos vitelados residuales y eventualmente folículos postovulatorios viejos.

TABLA 2 Caracterización histológica de los folículos postovulatorios (FPO) (Hunter y Goldberg (1980), ajustados para *E. ringens*, FIP N° 95-01).

EDAD	APARIENCIA HISTOLOGICA DEL FPO
NUEVOS (< 24 h)	<p>Folículos postovulatorios presentes en hembras en desove al momento de la colecta. Aspecto irregular formado por un epitelio columnar bien organizado, con numerosas involuciones y corrugaciones. Lumen amplio e irregular, con abundante material granular eosinófilo. Epitelio constituido por células cúbicas o cilíndricas bien delimitadas entre sí. Núcleo esférico y basal, con cromatina regularmente condensada. Citoplasma finamente granular, ligeramente eosinófilo. Escasa presencia de espacios vacíos tipo célula secretora intraepitelial, siendo éstas alcíán blue débilmente positivo. Adyacente a la granulosa se ubican las células tecales aplanadas e imbricadas.</p>
EDAD DIA 1 (> de 24 - < 48 h)	<p>Los presentan las hembras que desovaron la noche anterior a la captura. Son más pequeños que los FPO nuevos, de aspecto glandular con ligera infiltración linfocitaria, lumen estrecho e irregular. Granulosa columnar, corrugada, con disposición lineal de las células foliculares, algunas de las cuales presentan signos de degeneración: núcleo picnótico, micropicnosis, de forma irregular, citoplasma vacuolado, pero mantienen la individualidad entre ellos. Se aprecian abundantes espacios vacíos intraepitelial que se tifen intensamente con alcíán blue.</p>
EDAD DIA 2 (> 48 h)	<p>Estructura de aspecto glomerular con marcada degeneración celular. Epitelio desorganizado, perdiendo la disposición lineal de sus células. Lámina tecal hipertrofiada, capilares sanguíneos desarrollados. Lumen ocluído o ausente, células sin individualidad aparente y en avanzado estado degenerativo: forma irregular núcleos picnóticos, micropicnosis, citoplasma vacuolado, representando la fase terminal de degeneración del epitelio columnar. Abundantes espacios con material granular alcíán blue fuertemente positivo. Notoria infiltración linfocitaria.</p>

TABLA 3 Clasificación de los estadios de desarrollo embrionario.

ESTADIO	
I	Huevos recientemente desovados, no segmentados, con acumulación conspicua de citoplasma en el polo animal conformado el blastodisco.
II	Desarrollo de la capa blastodérmica con inicio de la división celular, hasta la agregación de células que toman la apariencia de mórula.
III	Desde la formación de la cavidad hasta el establecimiento definitivo de la cubierta embrionaria. El blastodermo comienza a desplazarse sobre el vitelo, extendiéndose hasta un tercio de la longitud del vitelo.
IV	El blastodermo se desplaza hasta los dos tercios de la masa vitelina estructurándose la zona de desarrollo del embrión, sin destacar alguna estructura embrionaria distintiva.
V	El blastodermo ha cubierto la totalidad de la masa vitelina, culminando con el cierre del blastoporo. Se inicia la formación de los miómeros a lo largo del cuerpo. El desarrollo de los ojos ocurre al final de este estadio.
VI	Se define desde el cierre del blastoporo hasta el inicio de la separación de la cola desde el vitelo. Excepto en la región caudal, los miómeros se presentan en la totalidad del cuerpo.
VII	La cola empieza a separarse del vitelo, desde el crecimiento inicial de ésta, hasta que la porción libre sea equivalente a la mitad de la longitud de la cabeza.
VIII	La cola en desarrollo comienza a doblarse, separándose del eje del cuerpo con crecimiento hacia la cabeza. Al final del estadio, la porción libre de la cola equivale a un quinto de la longitud del vitelo y a la longitud total de la cabeza del embrión
IX	La separación de la cola fluctúa entre un cuarto y un medio de la longitud del vitelo. La torción de la cola se produce fuera del plano del embrión.
X	El extremo de la cola se aproxima a la cabeza por encima del tronco, siendo dos veces la longitud de la cabeza y de medio hasta tres cuartos de la longitud del saco vitelino.
XI	La longitud de la cabeza es aproximadamente igual a un cuarto de la longitud del vitelo.

TABLA 4 Categorías por densidad, utilizadas en recursos pelágicos.

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

TABLA 5 Índice gonadosomático de anchoveta, 1996-97.

	I Y II REGION			
	1996		1997	
	INDICE GONADOSOMATICO	DESVIACION ESTANDAR	INDICE GONADOSOMATICO	DESVIACION ESTANDAR
ENERO	4,0	3,1	3,7	3,7
FEBRERO	5,1	2,2	2,2	1,7
MARZO	5,1	2,7	2,5	2,0
ABRIL	5,2	2,3	2,4	2,0
MAYO	4,6	2,0	1,5	0,9
JUNIO	5,9	2,9	1,9	1,3
JULIO	7,0	2,1	4,6	1,6
AGOSTO	7,6	2,1	5,5	1,8
SEPTIEMBRE	6,7	2,3	5,3	1,7
OCTUBRE	6,4	2,1	6,7	2,0
NOVIEMBRE	6,6	2,2	6,0	2,1
DICIEMBRE	6,7	2,4	5,5	1,8

TABLA 6 Posición geográfica de los lances efectuados durante el crucero de adultos, en la I Y II Región, agosto - septiembre de 1997.

LANCE	FECHA	LATITUD	LONGITUD	CAPTURA	LANCES EFECTIVOS
1	25/08/97	21° 30' S	70° 06' W	S/P	
2	29/08/97	23° 29' S	70° 28' W	S/P	
3	30/08/97	23° 03' S	70° 28' W	50 t	X
4	30/08/97	23° 00' S	70° 28' W	0,5 t	X
5	31/08/97	23° 02' S	70° 26' W	20 t	X
6	31/08/97	23° 01' S	70° 26' W	2 t	X
7	31/08/97	23° 02' S	70° 24' W	S/P	
8	1/09/97	23° 02' S	70° 24' W	25 T	X
9	1/09/97	23° 01' S	70° 24' W	0,01 t	X
10	1/09/97	23° 01' S	70° 26' W	5 t	X
11	2/09/97	25° 06' S	70° 33' W	S/P	
12	2/09/97	24° 51' S	70° 34' W	S/P	
13	2/09/97	24° 21' S	70° 34' W	S/P	
14	3/09/97	24° 02' S	70° 32' W	S/P	
15	3/09/97	23° 46' S	70° 30' W	5 T	X
16	4/09/97	23° 28' S	70° 38' W	59 ANCH	X
17	5/09/97	23° 00' S	70° 22' W	4 t	X
18	6/09/97	22° 41' S	70° 17' W	S/P	
19	7/09/97	21° 51' S	70° 09' W	S/P	
20	7/09/97	22° 29' S	70° 16' W	S/P	
21	8/09/97	21° 33' S	70° 06' W	S/P	
22	8/09/97	21° 31' S	70° 05' W	S/P	
23	11/09/97	20° 08' S	70° 10' W	S/P	
24	11/09/97	20° 06' S	70° 09' W	0,2 t	X
25	12/09/97	19° 52' S	70° 09' W	0,025 t	X
26	12/09/97	19° 34' S	70° 14' W	0,2 t	X
27	13/09/97	19° 04' S	70° 20' W	S/P	
28	13/09/97	18° 44' S	70° 21' W	S/P	
29	14/09/97	18° 23' S	70° 23' W	35 t	X
30	14/09/97	18° 23' S	70° 24' W	35 t	X
31	14/09/97	18° 25' S	70° 25' W	30 t	X
32	14/09/97	18° 23' S	70° 24' W	20 t	X
33	15/09/97	18° 23' S	70° 25' W	18 t	X
34	15/09/97	18° 21' S	70° 30' W	20 t	X
35	16/09/97	18° 22' S	70° 24' W	20 t	X
36	17/09/97	18° 23' S	70° 26' W	30 t	X
37	22/09/97	18° 22' S	70° 22' W	15 t	X
38	22/09/97	18° 24' S	70° 22' W	80 t	X
39	23/09/97	18° 30' S	70° 21' W	50 t	X
40	23/09/97	18° 33' S	70° 21' W	60 t	X
41	24/09/97	18° 25' S	70° 21' W	35 t	X
42	25/09/97	18° 21' S	70° 23' W	40 t	X
43	29/09/97	18° 21' S	70° 24' W	40 t	X
44	30/09/97	18° 23' S	70° 23' W	S/P	
45	14/09/97	18° 31' S	70° 27' W	40 t	X
46	15/09/97	18° 28' S	70° 32' W	10 t	X
47	16/09/97	18° 28' S	70° 26' W	50 t	X
48	16/09/97	18° 28' S	70° 25' W	50 t	X

LANCE	FECHA	LATITUD	LONGITUD	CAPTURA	LANCES EFECTIVOS
49	17/09/97	18° 21' S	70° 27' W	100 t	X
50	17/09/97	18° 21' S	70° 28' W	50 t	X
51	23/09/97	18° 21' S	70° 27' W	50 t	X
52	16/09/97	18° 25' S	70° 20' W	50 t	X
53	16/09/97	18° 25' S	70° 20' W	50 t	X
54	16/09/97	18° 28' S	70° 24' W	50 t	X
55	16/09/97	18° 28' S	70° 24' W	100 t	X
56	17/09/97	21° 02' S	70° 25' W	20 t	X
57	23/09/97	18° 28' S	70° 22' W	130 t	X
58	23/09/97	18° 35' S	70° 23' W	140 t	X
59	25/09/97	20° 58' S	70° 10' W	130 t	X
60	26/09/97	21° 09' S	70° 15' W	50 t	X
61	26/09/97	21° 03' S	70° 12' W	40 t	X
62	26/09/97	21° 09' S	70° 10' W	0,01 t	X
63	14/09/97	23° 00' S	70° 26' W	3 t	X
64	26/09/97	21° 07' S	70° 16' W	30 t	X
65	26/09/97	21° 07' S	70° 16' W	90 t	X
66	17/09/97	21° 01' S	70° 18' W	80 t	X
67	17/09/97	21° 15' S	70° 16' W	30 t	X
68	16/09/97	18° 21' S	70° 27' W	10 t	X
69	27/09/97	21° 34' S	70° 09' W	0,05 t	X
70	22/09/97	18° 26' S	70° 26' W	15 t	X
71	22/09/97	18° 26' S	70° 25' W	80 t	X
72	25/09/97	18° 24' S	70° 24' W	20 t	X
73	22/09/97	18° 25' S	70° 23' W	300 t	X
74	25/09/97	18° 22' S	70° 25' W	20 t	X
75	25/09/97	18° 21' S	70° 27' W	50 t	X
76	25/09/97	18° 22' S	70° 25' W	30 t	X
77	22/09/97	21° 07' S	70° 16' W		X

TABLA 7 Resultados del análisis de regresión para los modelos ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal (g) y la longitud total (cm).

	LINEAL	EXPONENCIAL	POTENCIAL
PESO CORPORAL			
a	1.314,149	8,571644	6,504595
b	5.160.812	0,03877	0,945371
n	171	171	171
r ²	0,253043	0,248114	0,256788
Sa	1622,192	0,123477	0,390601
Sb	68,20642	0,005192	0,123716
Syx	2505,629	0,190721	0,189618
MSE	6278177	6344271	6332449
LONGITUD TOTAL			
a	-19205,4	7,050118	2,786317
b	2154,905	0,160569	2,464395
n	171	171	171
r ²	0,197161	0,190186	0,191373
Sa	5080,96	0,387149	1,059675
Sb	334,49	0,025487	0,389674
Syx	2597,66	0,197932	0,1977987
MSE	6747969,03	6807257	6808623

TABLA 8

DENSIDAD PROMEDIO Y CONSTANCIA DE HUEVOS DE ANCHOVETA.
CRUCEROS MPH INVIERNO 1992, 1996, 1996 Y 1997

ESPECIE	AÑO	NUMERO ESTACIONES		NUMERO DE HUEVOS	DENSIDAD PROMEDIO		CONSTANCIA FRECUENCIA	
		TOTALES	POSITIVAS		TOTALES	POSITIVAS	%	%
<i>Engraulis ringens</i>	1992	542	212	10974	20	52	39.1	
	1995	578	209	7713	13	37	36.2	
	1996	751	176	6718	9	38	23.4	
	1997	800	209	8054	10	39	26.1	

Fuente: 1992, 1997 IFOP
1995, 1996 G. Claramunt, Com. personal

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

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

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

TABLA 10 Captura total (t) en porcentaje de la flota cerquera industrial, I y II Región.

PERIODO	ANCHOVETA		JUREL		SARDINA ESPAÑOLA		CABALLA		TOTAL	
	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR
11/8 - 5/10 97										
CAPTURA	36.149	0	1.748	5.741	654	953	612	3.106	39.163	9.800
PORCENTAJE	92	0	5	59	2	10	2	32	100	100

ARI - ANT : ZONA ARICA - ANTOFAGASTA

ANT - CAR : ZONA ANTOFAGASTA - CARRIZALILLO

TABLA 11 Captura de la flota cerquera industrial, I y II Región.

PERIODO	CAPTURA									
	ANCHOVETA		JUREL		SARDINA ESPAÑOLA		SARDINA ESPAÑOLA			
1997	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR	ARI - ANT	ANT - CAR
18/8 - 24/8	V	0	171	0	0	0	0	0	0	0
25/8 - 31/8	E	0	202	2.328	155	211	155	211	155	211
1/9 - 7/9	D	0	494	1.660	0	46	0	46	0	46
8/9 - 14/9	A	0	60	798	0	29	0	29	0	29
15/9 - 21/9		7.806	0	0	0	0	7	0	0	0
22/9 - 28/9		22.692	0	470	955	499	492	499	492	499
29/9 - 5/10		4.759	0	351	0	168	0	168	0	168
TOTAL		35.257	0	1.748	5.741	654	654	953	654	953

ARI - ANT : ZONA ARICA - ANTOFAGASTA

ANT - CAR : ZONA ANTOFAGASTA - CARRIZALILLO

TABLA 12 Estimados de Biomasa, densidad (ρ), Indices de Cobertura (IC) en UBM's de 0,5 mn (*) y de 2 mn, e Indices de Densidad (ID) cada 0,5 mn (*) y cada 2 mn, para la anchoveta en el día, noche y el total. Crucero MPH 9708-09.

	DIA	NOCHE	TOTAL
AREA (mn ²)	11.650	12.859	24.670
BIOMASA (t)	455.895	161.731	623.227
ρ (t/mn ²)	39,1	12,6	25,3
IC (%) (*)	12,1	4,4	8,1
ID (t/mn ²) (*)	324,6	287,0	313,9
IC (%)			32,3
ID (t/mn ²)			78,3

TABLA 13 Estimados acústicos de la abundancia (número) y de la biomasa (t) de anchoveta por talla. Crucero MPH 9708-09.

TAMAÑO (cm)	ABUNDANCIA (N ^o X 10 ⁸)	BIOMASA (t)
7,0	2,2	641,2
7,5	12,4	4.261,1
8,0	40,5	16.642,6
8,5	54,0	26.203,9
9,0	42,7	24.263,0
9,5	22,5	14.810,4
10,0	10,1	7.684,4
10,5	1,1	983,7
11,0	0,4	351,3
11,5	2,3	2.558,2
12,0	2,8	3.436,1
12,5	7,3	10.142,7
13,0	4,2	6.454,1
13,5	6,6	11.355,3
14,0	12,5	23.793,6
14,5	27,4	57.456,5
15,0	45,4	104.330,0
15,5	42,0	105.588,1
16,0	29,0	79.464,1
16,5	11,2	33.404,4
17,0	4,8	15.436,7
17,5	2,4	8.263,2
18,0	0,6	2.199,7
TOTAL	384,3	559.724,3

TABLA 14 Estimados acústicos de la biomasa, densidad (ρ), Índices de Cobertura (IC) y Densidad (ID), de sardina, jurel y caballa en el invierno de 1997. Crucero MPH 9708-09.

ESPECIE	AREA (mn ²)	BIOMASA (t)	ρ (t/mn ²)	IC (%)	ID (t/mn ²)
SARDINA	24.670	79.341	3,2	9,9	32,6
JUREL	24.670	112.713	4,6	21,2	21,6
CABALLA	24.670	42.938	1,7	11,8	14,8

Nota: ID e IC son calculados en base a UBM's de 2 mn.

TABLA 15 Varianza (V(B)), coeficientes de variación (CV) y error (%) del estimado de biomasa de anchoveta estimado por distintos métodos durante el día, la noche y total.

	CONGLOMERADOS			ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP		
	V(B) (x10 ¹⁰)	E (%)	CV	V(B) (x10 ¹⁰)	E(%)	CV	V(B) (x10 ¹⁰)	E(%)	CV
DIA	2,260773	53,9	0,328	1,754429	47,5	0,289	1,85772	48,2	0,293
NOCHE	0,210177	46,3	0,282	0,148109 3	38,9	0,236	0,150157 7	38,8	0,236
TOTAL	2,473598	41,5	0,252	1,810375	35,5	0,216	1,755573	34,9	0,212

TABLA 16 Varianza (V(B)), coeficientes de variación (CV) y error (%) de los estimados de biomasa de sardina, jurel y caballa estimado por distintos métodos.

	CONGLOMERADOS			ESTRATOS AGRUPADOS			BOOTSTRAP		
	V(B) (x10 ¹⁰)	E (%)	CV	V(B) (x10 ¹⁰)	E(%)	CV	V(B) (x10 ¹⁰)	E(%)	CV
SARDINA	0,084300	63,6	0,387	0,074730	59,9	0,364	0,073963	59,8	0,364
JUREL	0,158099	61,3	0,373	0,138821	57,5	0,349	0,141642	57,6	0,349
CABALLA	0,035982	76,9	0,467	0,033217	73,8	0,449	0,034275	73,8	0,449

TABLA 17 Resumen de promedios por lances: Longitud total (cm.), fecundidad parcial (N° de ovocitos), peso corporal (g), hembras maduras (n), hembras hidratadas (n), hembras FPO1 (n), hembras FPO2 (n), peso total de las 30 primeras hembras maduras (g). Número de machos y hembras del muestreo de proporción sexual.

LANC	DIA	POSICION		LONG TOTAL	FEC. PARCIAL	PESO CORP.	HEMBRAS MADURAS	HH	FPO1	FPO2	PESO TOTAL	NUMERO MACHOS	NUMERO HEMBRAS
		SUR	WESTE										
1	30/ago	23° 03'	70° 28'	15,6	14.044	24,7	30	0	8	7	25,9	52	68
2	30/ago	23° 00'	70° 28'	15,0	12.403	21,5	30	0	10	6	22,7	85	35
3	31/ago	23° 02'	70° 26'	15,5	13.827	24,3	30	0	8	6	25,4	46	74
4	31/ago	23° 01'	70° 26'	15,3	13.330	23,3	30	0	0	3	24,6	44	76
5	1/sep	23° 02'	70° 24'	15,5	14.034	24,6	30	0	1	1	26,1	52	68
6	1/sep	23° 01'	70° 24'	15,4	13.334	23,3	30	0	0	1	25,0	48	72
7	1/sep	23° 01'	70° 26'	15,6	13.618	23,8	30	0	1	3	26,5	43	77
8	3/sep	23° 46'	70° 30'	14,9	12.565	21,8	30	0	4	6	23,1	54	66
9	4/sep	23° 28'	70° 38'	15,8	14.521	25,6	30	3	7	6	26,8	34	86
10	5/sep	23° 00'	70° 22'	15,3	13.265	23,2	30	20	1	2	27,0	76	44
11	11/sep	20° 06'	70° 09'	15,4	13.876	24,1	30	0	1	2	25,7	53	67
12	12/sep	19° 52'	70° 09'	12,9	8.751	14,4	30	0	2	0	15,1	87	33
13	12/sep	19° 34'	70° 14'	13,7	10.112	17,1	30	0	4	4	17,6	71	49
14	14/sep	18° 23'	70° 23'	14,5	11.768	20,3	30	0	7	5	21,0	45	75
15	14/sep	18° 23'	70° 24'	14,3	11.240	19,2	30	0	8	8	19,9	58	62
16	14/sep	18° 25'	70° 25'	14,5	11.037	18,8	30	0	9	8	19,8	71	49
17	14/sep	18° 23'	70° 24'	14,2	11.156	19,1	30	0	2	6	19,9	48	72
18	15/sep	18° 23'	70° 25'	14,6	11.773	20,3	30	0	2	5	21,3	52	68
19	15/sep	18° 21'	70° 30'	14,2	11.877	20,5	30	0	1	4	19,3	46	74
20	16/sep	18° 22'	70° 24'	14,1	10.807	18,4	30	0	4	3	19,8	72	48
21	17/sep	18° 23'	70° 26'	13,9	10.664	18,1	30	0	8	5	19,0	65	55
22	22/sep	18° 22'	70° 22'	14,0	10.662	18,1	30	0	3	1	18,9	54	66
23	22/sep	18° 24'	70° 22'	14,2	10.999	18,8	30	0	7	4	19,6	49	71
24	23/sep	18° 30'	70° 21'	14,1	10.979	18,7	30	0	3	3	19,6	51	69
25	23/sep	18° 33'	70° 21'	14,1	11.147	19,1	30	0	3	2	19,9	69	51
26	24/sep	18° 25'	70° 21'	14,5	11.772	20,3	30	0	5	3	20,9	54	66
27	25/sep	18° 21'	70° 23'	14,3	11.443	19,6	30	0	2	5	20,4	56	64
28	29/sep	18° 21'	70° 24'	13,9	10.717	18,2	30	0	8	7	19,0	58	62
29	14/sep	18° 31'	70° 27'	14,7	11.842	20,4	30	4	4	0	21,7	77	43
30	14/sep	23° 00'	70° 26'	15,7	14.558	25,7	30	0	3	3	27,7	44	76
31	15/sep	18° 28'	70° 32'	14,3	11.460	19,7	30	0	3	2	20,7	57	63
32	16/sep	18° 28'	70° 26'	14,6	11.892	20,5	30	0	0	0	21,6	93	27
33	16/sep	18° 28'	70° 25'	15,6	13.575	23,8	30	0	2	3	25,2	61	59
34	16/sep	18° 25'	70° 20'	14,8	12.360	21,4	30	0	6	6	22,7	64	56
35	16/sep	18° 28'	70° 24'	14,9	12.874	22,4	30	0	8	7	23,8	60	60
36	16/sep	18° 28'	70° 24'	14,9	13.053	22,7	30	0	5	3	24,1	53	67
37	16/sep	18° 21'	70° 27'	14,5	11.531	19,8	30	0	3	1	20,9	63	57
38	17/sep	21° 01'	70° 18'	15,2	13.896	24,4	30	0	3	1	25,7	70	50
39	17/sep	21° 15'	70° 16'	15,4	13.409	23,4	30	0	6	6	24,6	74	46
40	17/sep	18° 21'	70° 27'	14,8	12.628	21,9	30	0	7	7	23,1	66	54
41	17/sep	18° 21'	70° 28'	14,1	10.887	18,6	30	0	5	4	19,4	51	69
42	17/sep	21° 02'	70° 25'	14,8	12.850	22,4	30	0	3	1	23,7	70	50
43	22/sep	18° 26'	70° 26'	14,8	11.383	19,5	30	0	17	0	20,4	49	71
44	22/sep	18° 26'	70° 25'	14,6	11.092	18,9	30	0	15	6	19,9	50	70
45	22/sep	18° 25'	70° 23'	14,4	10.752	18,3	30	0	8	8	19,3	61	59
46	22/sep	21° 07'	70° 16'	14,5	11.820	20,4	30	1	2	2	21,3	60	60
47	23/sep	18° 21'	70° 27'	14,7	11.562	19,9	30	0	7	5	20,7	64	56
48	23/sep	18° 28'	70° 22'	14,6	11.853	20,4	30	2	3	0	21,6	40	80
49	23/sep	18° 35'	70° 23'	14,3	11.546	19,8	30	1	6	6	20,9	48	72
50	25/sep	18° 22'	70° 25'	14,3	10.232	17,3	30	0	6	6	18,1	63	57
51	25/sep	18° 21'	70° 27'	14,2	10.230	17,3	30	0	6	2	18,1	61	59
52	25/sep	18° 22'	70° 25'	14,3	10.251	17,3	30	5	5	6	18,0	62	58
53	25/sep	18° 24'	70° 24'	14,1	10.287	17,4	30	0	6	4	18,2	67	53
54	25/sep	20° 58'	70° 10'	15,3	14.464	25,5	30	0	4	4	27,1	57	63
55	26/sep	21° 09'	70° 15'	14,6	11.933	20,6	30	0	6	5	21,7	55	65
56	26/sep	21° 03'	70° 12'	15,2	13.354	23,3	30	0	4	3	24,6	95	25
57	26/sep	21° 09'	70° 10'	15,3	13.387	23,4	30	0	8	8	24,4	71	49
58	26/sep	21° 07'	70° 16'	15,4	13.915	24,4	30	0	8	6	25,9	64	56
59	26/sep	21° 07'	70° 16'	15,2	13.349	23,3	30	0	3	3	24,9	47	73
60	27/sep	21° 34'	70° 09'	15,0	12.185	21,1	30	0	7	7	22,2	53	67

TOTALES 1800 36 298 241

3562 3638

TABLA 18 Parámetros del Método de Producción de Huevos determinado para especies del género *Engraulis*. (PO* A: Producción diaria de huevos en el área del cruce; W: Peso promedio de hembras maduras; F: Fecundidad; R: Proporción de hembras; S: Fracción diaria de hembras desovantes; VAR: Varianza; CV: Coeficiente de variación).

AÑO	Po* A 10 ¹² huevos día	VAR	CV	W lg)	VAR	CV	F %	VAR	CV	R	VAR	CV	S día	VAR	CV	B*10 ³ ton	VAR	CV(B)	Z día	VAR	CV	AUTOR	
																							ECOSISTEMA
<i>E. mordax</i>	80	26.34		17.44		0.055	7.751		0.075	0.48		0.12	0.14		0.13	870		0.23	0.45			Stauffer y Piquelle, 1980	
	81	20.96		13.37		0.039	8.329		0.068	0.5		0.083	0.11		0.12	635		0.18	0.14			Bridman, 1988	
	82	13.51		18.83		0.019	10.845		0.047	0.47		0.081	0.12		0.04	415		0.26	0.16			Piquelle y Hewitt, 1983a	
	83	17.25		11.2			5.297			0.55			0.09			652		0.21	0.18			Piquelle y Hewitt, 1983b	
<i>E. ringens</i>	84	12.98		12.02			5.485			0.58			0.16		0.1	309		0.17	0.17			Hewitt, 1985	
	85	64.96	3.05E+26	15.49	0.105	0.02	7.343	114.500	0.046	0.61	0.0004	0.032	0.12	0.00024	0.13	522	1.17E+11	0.19	0.29	7.00E-03	0.29	Bridman, 1988	
	85	138.06		27.73		0.026	15.401	432.000	0.043	0.56	0.00007	0.046	0.16	0.0001	0.06	1.204		0.28	1.04		0.27	Santander et al., 1984	
	90	30		26.74			13.487			0.51			0.05			8.575						Santander y Maldonado, 1985	
Chile (Norte)	94	151.2	1.30E+26	0.093	23.25	0.18	0.084	12.723	57.901	0.019	0.53	0.002	0.084	0.08	0.0003	6.859	3.11E+24	0.26	1.14			Guzmán et al., 1995	
	95	190.9	9.39E+26	0.16	25.59	1.22	0.043	12.701	295.900	0.042	0.54	0.0005	0.042	0.12	0.00046	1.8	9.08E+23	0.18	0.63	2.90E-02	0.27	Guzmán et al., 1995	
	92	60.05	1.19E+26	0.18	20.7	0.0746	0.013	14.917	58.162	0.016	0.48	0.0002	0.032	0.16	0.000099	0.06	1.052	3.64E+10	0.19	0.59		Ayon, P., 1998	
	95	40.16		0.37	29.16	0.5428	0.025	15.405	181.901	0.028	0.42	0.0006	0.058	0.18	0.00007	0.05	1.223	2.14E+11	0.38	0.73	1.08E-01	0.45	Rojas y Oliva, 1993
Sudáfrica	96	17.66	1.53E+13	0.237	30.04	0.5726	0.025	19.658	318.400	0.029	0.46	0.0013	0.077	0.19	0.00048	0.13	568	2.57E+10	0.28	0.41	1.88E-02		Caramunt et al., 1997
	85	34.84		0.2	14.2		7.991			0.48		0.06	0.1		0.31	616		0.4	0.22	3.00E-05		Shelton et al., 1993	
	86	53.56		11.7			5.627			0.55		0.02	0.08		0.21	2.001		0.35	0.28	6.96E-05		Shelton et al., 1993	
	87	42.85		11.01			6.490			0.56		0.03	0.09		0.12	1.606		0.3	0.26	8.01E-05		Shelton et al., 1993	
Bahía de Biscay	88	46.6		12.02			5.878			0.55		0.04	0.13		0.12	2.048		0.35	0.4	1.29E-04		Shelton et al., 1993	
	89	18.74		9.05			9.045			0.49		0.09	0.06		0.15	513		0.35	0.06	1.30E-04		Shelton et al., 1993	
	90	40.31		6.97			6.967			0.55		0.03	0.17		0.18	1.843		0.56	0.13	1.75E-03		Shelton et al., 1993	
	87	2.2		33.81		0.03	15.904		0.06	0.54	0.06	0.06	0.32		0.18	29.4		0.48	0.26	1.75E-03	0.16	Senz et al., 1989	
Mediterráneo	88	5.02		29.23		0.01	15.783		0.05	0.57		0.05	0.29		0.07	63.5		0.31	0.18	6.62E-04	0.14	Santiago y Sanz, 1989	
	89	0.73		29.65		0.03	12.977		0.04	0.54		0.07	0.26		0.1	11.9		0.41	0.18	3.18E-05	0.03	Motos y Uriarte, 1991	
	90	5.02		19.69		0.03	7.039		0.05	0.53		0.04	0.28		0.04	97.2		0.17				Motos y Uriarte, 1991	
	90	0.46		14.25	0.338	0.041	8.006	78.593	0.018	0.54	0.0022	0.086	0.36	0.0011	0.1	4.2	1.21E+06	0.26	0.57	6.10E-02	0.44	Palomera y Perterra, 1993	
Argentina (Norte)	93	71		13.16		0.09	6.180		0.02	0.57		0.05	0.13		0.13	2.105		0.77			0.16	Sánchez et al., 1996	
	94	78.8		13.35		0.014	8.639		0.04	0.55		0.06	0.1		0.29	2.150		0.87			0.18	Sánchez et al., 1996	
	95	48.2		16.48		0.05	6.935		0.04	0.52		0.05	0.12		0.32	1.684		0.75			0.11	Sánchez et al., 1996	
	93	19.6		17.98		0.09	5.028		0.07	0.52		0.06	0.16		0.22	708		0.93			0.13	Sánchez et al., 1996	
Argentina (Sur)	94	53.8		29.36		0.13	16.428		0.43	0.43		0.16	0.22		0.14	1.075		0.52			0.18	Sánchez et al., 1998	
	95	45.9		20.96		0.12	9.874		0.09	0.47		0.12	0.19			1.062		0.49			0.18	Sánchez et al., 1998	
<i>E. ringens</i>	97	22.48	2.38E+26	0.41	21.65	0.1395	0.017	12.102	55.619	0.019	0.512	0.0002	0.0266	0.133	1.59E-05	0.031	594	5.87E+10	0.41	0.64			Oliva et al., 1998

Fuente: Modificado de Caramunt et al (1997).

TABLA 19 Parámetros calculados a través de la aplicación del MPH para la anchoveta en la I y II Región, Chile.

ANOS	PESO (g)	FECUNDIDAD PARCIAL (Nº ovocitos)	FRECUENCIA DE DESOVE (%)	PROPORCION SEXUAL (%)	PRODUCCION DE HUEVOS (Po * A 10 ¹² huevos día)	BIOMASA STOCK DESOVANTE (t)
1992	21	14.917	0,16	0,48	60,05	1.053.000
1995	29	15.405	0,18	0,42	40,16	1.223.000
1996	30	19.658	0,17	0,46	17,66	568.000
1997	22	12.102	0,13	0,52	22,48	593.699

TABLA 20 Captura (t) de anchoveta y total de especies, en la I y II Región, 1996 - 1997.

I REGION				
	1996		1997	
	ANCHOVETA	CAPTURA TOTAL	ANCHOVETA	CAPTURA TOTAL
ENERO	133101	146775	98220	103428
FEBRERO	36182	52150	98431	101104
MARZO	16986	24887	52719	53702
ABRIL	31629	89674	50744	55283
MAYO	59517	106149	199770	213723
JUNIO	88486	99613	281580	282159
JULIO	107471	113662	119870	120636
AGOSTO	19754	37130	12452	14848
SEPTIEMBRE	41397	74072	32846	32858
OCTUBRE	52442	53614	31902	73460
NOVIEMBRE	47829	56226	25983	143491
DICIEMBRE	25557	55001	39018	90087
TOTAL	660351	908953	1043535	1284779

II REGION				
	1996		1997	
	ANCHOVETA	CAPTURA TOTAL	ANCHOVETA	CAPTURA TOTAL
ENERO	33993	44435	16552	25890
FEBRERO	23268	31947	20318	31376
MARZO	57424	72224	19757	24403
ABRIL	11150	44515	37289	39961
MAYO	8233	23879	67134	67509
JUNIO	3554	4974	51828	52188
JULIO	95	1786	17097	20484
AGOSTO	7643	14080	4072	10171
SEPTIEMBRE	2480	13231	4168	6824
OCTUBRE	23683	52114	11986	18107
NOVIEMBRE	4904	22083	3336	7188
DICIEMBRE	1111	5240	2076	2986
TOTAL	177538	330508	255613	307087

I Y II REGION				
	1996		1997	
	ANCHOVETA	CAPTURA TOTAL	ANCHOVETA	CAPTURA TOTAL
ENERO	167094	191210	114772	129318
FEBRERO	59450	84097	118749	132480
MARZO	74410	97111	72476	78105
ABRIL	42779	134189	88033	95244
MAYO	67750	130028	266904	281232
JUNIO	92040	104587	333408	334347
JULIO	107566	115448	136967	141120
AGOSTO	27397	51210	16524	25019
SEPTIEMBRE	43877	87303	37014	39682
OCTUBRE	76125	105728	43888	91567
NOVIEMBRE	52733	78309	29319	150679
DICIEMBRE	26638	60241	41094	93073
TOTAL	837859	1239461	1299148	1591866