



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

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 96 - 05

INFORME : ANALISIS DE LA CAPTURA Y DEL ESFUERZO
FINAL DE PESCA EN LAS UNIDADES DE PESQUERIAS
PELAGICAS DE SARDINA ESPAÑOLA Y
ANCHOVETA DE LA I A IV REGIONES

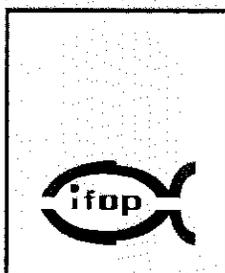
UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL I Y II REGIONES

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:

M. GABRIELA BÖHM S.

AUTORES:

M. GABRIELA BÖHM S.
VICTOR CATASTI B.
PATRICIO BARRIA M.
RODOLFO SERRA B.
LEONARDO CABALLERO G.
GASTON ROSSON V.
CHRISTIAN FONFACH C.

PERSONAL PARTICIPANTE

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

M. Gabriela Böhm S.
Víctor Catasti B.
Patricio Barria M.
Rodolfo Serra B.
Gastón Rosson V.

CONSULTORES EXTERNOS

Leonardo Caballero G.
Christian Fonfach C.



RESUMEN EJECUTIVO

En este Informe Final se entregan los principales resultados de los análisis correspondientes a la selección de las variables asociadas al poder de pesca y del esfuerzo de las embarcaciones industriales; clasificación de la flota por categorías de embarcación, selección de la categoría estándar y determinación del índice de desarrollo tecnológico de dicha categoría en las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II y III-IV Región) para el periodo 1994-96. Asimismo, se entregan los poderes de pesca de las embarcaciones y la estimación del esfuerzo de pesca estandarizado y la CPUE mensual y anual. La distribución espacial y mensual de las capturas, rendimiento de pesca, esfuerzo estándar y CPUE se entrega a través de cartografías. Por otra parte, se presenta un modelo de proyección de stock para la pesquería de sardina y anchoveta bajo régimen de tasa de explotación constante.

La información analizada proviene de los registros operacionales de las embarcaciones cerqueras industriales (mayor o igual a 80 m³ de capacidad de bodega) que operaron en la zona de estudio en el periodo 1994-96. Se analizaron los archivos bases anuales disponibles en el Instituto de Fomento Pesquero, los cuales contemplan los registros diarios de operación para cada embarcación, que incluyen entre otros, los siguientes datos: año, mes, región, cuadrícula visitada, código embarcación y empresa, capacidad de bodega, captura de las especies, viajes con pesca y viajes totales.

En relación con los resultados comprometidos en este informe se concluyó que, la capacidad de bodega (CB) de las embarcaciones y los viajes con pesca (VP) son las variables mejor relacionadas con las capturas de sardina española y de anchoveta para la zona (I-II y III-IV Región) y el periodo de estudio.



En la I-II Región la flota fue clasificada en seis estratos de bodega para ambas unidades de pesquerías. Al respecto, las categorías estándares seleccionadas correspondieron a las embarcaciones entre 290-390 m³ para la sardina, y entre 275-370 m³ para anchoveta. En la III-IV Región, la flota fue categorizada en tres estratos de bodega para la pesquería de sardina y en 4 estratos para la anchoveta, siendo elegidas como estratos patrones las categorías entre 275-440 m³ y 350-480 m³, respectivamente.

El análisis integrado de operación de la flota con base en los puertos situados en la I y IV Región señala que, tanto las capturas como el esfuerzo de pesca (nominal) de sardina y anchoveta presentaron una fuerte disminución entre 1994-96. En esta gran área de estudio, las capturas de sardinas decrecieron de 126 mil a 108 mil t (-14%) entre 1994-95 y luego a 61 mil t (-44%) en 1996, al igual que el esfuerzo medido en VP (-24 y -41%, respectivamente). Por su parte, en estos mismos períodos, las capturas de anchoveta se redujeron de 2,09 millones a 1,71 millones de t (-18%) y posteriormente a 925 mil t (-46%) y el esfuerzo decreció entre -5 y -16%.

En las pesquerías de la I-II Región, las capturas, el esfuerzo y la abundancia relativa de sardina y anchoveta presentaron una disminución sostenida entre 1994-96. La sardina decreció de 82,8 mil a 35,9 mil t (-57%) y el esfuerzo (VCP_e) de 1.243 a 647 (-48%), en tanto que la anchoveta disminuyó de 1,99 millones a 0,86 millones de t (-57%) y el esfuerzo de 14.438 a 13.261 VCP_e (-8%). Por su parte, la abundancia relativa estimada en un contexto espacio-temporal, señala para sardina una disminución de 65,9 a 56,6 t/VCP_e (-14%) y para anchoveta de 139 a 64,1 t/VCP_e (-54%).

En las pesquerías de la III-IV Región y en especial en anchoveta, dichos indicadores mostraron notorios incrementos entre 1994-95 y fuertes disminuciones entre 1995-96. En un contexto global, entre 1994-96 las capturas de sardina disminuyeron de 43 mil a 25 mil t (-42%) y el esfuerzo de 569 a 311 VCP_e (-45%), pero la abundancia relativa habría crecido de 75 a 81,1 t/VCP_e (8%). Por su parte, las capturas de anchoveta decrecieron de



96,4 mil a 62,6 mil t (-35%), el esfuerzo estándar de 1.016 a 766 VCP_e (-25%) y la abundancia relativa de 96,5 a 81,1 t/VCP_e (-16%).

Cabe destacar que la flota cerquera industrial no varió significativamente su estructura en número, tamaño ni composición por puerto entre 1994, 1995 y 1996 (164, 163 y 168 barcos, respectivamente) y su régimen de pesca se ha mantenido, por lo que la reducción de las capturas se asociaría preferentemente a la menor abundancia y disponibilidad de dichos recursos.

El análisis de la distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo, rendimiento y CPUE de la sardina y anchoveta ejercida en la I-II Región, señala que estas pesquerías se desarrollan principalmente en las primeras 20 millas de la costa, extrayéndose en la pesquería de sardina los mayores niveles al sur de los 21°30'S, en cambio en la anchoveta éstos se concentran en el área norte. Para la pesquería de la III-IV Región, la distribución espacio-temporal de los indicadores pesqueros muestra que, tanto en la sardina como en la anchoveta, éstos se focalizan en el área norte del área de estudio, disminuyendo fuertemente en el sector sur. Asimismo, se aprecia que la pesquería se desarrolla en las primeras 30 millas de la costa.

En relación a las estrategias de explotación, en anchoveta las que evitan la sobrepesca por crecimiento son $F_{0,1}$ y F_{rep} . El criterio $F_{0,1}$ es una magnitud que ha soportado el stock y cercana al valor actual de explotación de los últimos años. Sin embargo F_{rep} es un nivel de explotación excesivamente alto y genera una sobrepesca del stock y tienen una alta probabilidad de colapso. Por lo tanto, esta estrategia de explotación no es recomendable.

En relación con las estrategias de explotación que tienden a evitar la sobrepesca por reclutamiento como $F_{2/3}$, es la más conservadora del stock y es aproximadamente un nivel inferior de explotación que actualmente soporta el stock. Esta magnitud genera en el corto plazo una disminución poblacional de la anchoveta, pero en el largo plazo aumenta y en el lapso de una generación de anchovetas mantiene las actuales capturas. Esta



estrategia de explotación en un lapso de 20 años presenta una situación estable del stock y puede mantener capturas de 1,1 millones de toneladas anuales.

La otra estrategia de explotación que evita la sobrepesca por crecimiento $F_{1/3}$ es un nivel superior al experimentado por el stock de anchoveta e inclusive a $F_{0,1}$ y no es recomendable. La estrategia de explotación $F_{F=M}$ es una magnitud que ha soportado el stock de anchoveta, no es un nivel excesivo de mortalidad por pesca, la cual permite mantener los actuales niveles de captura siendo la captura promedio de largo plazo de 1,25 millones de toneladas anuales.



INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO -----	i
INDICE GENERAL -----	v
INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS -----	ix
I. INTRODUCCION -----	1
II. MATERIALES Y METODOS -----	3
1. Area y período de estudio -----	3
2. Información analizada -----	3
3. Procesamiento de la información -----	4
4. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca -----	5
5. Clasificación de la flota por categorías de embarcación -----	6
6. Selección de la categoría estándar -----	6
7. Selección de las subzonas de pesca -----	7
8. Determinación del índice de desarrollo tecnológico (IDT) -----	7
9. Estimación de los poderes de pesca -----	10
10. Estimación del esfuerzo de pesca estandarizado anual -----	12
11. Estimación espacio-temporal de la captura, esfuerzo y CPUE -----	13
12. Distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo, rendimiento y CPUE -----	13
12.1 Espacialización de las variables -----	14
12.2 Análisis de la distribución espacio-temporal -----	14
13. Desarrollo de un modelo de proyección para la sardina -----	15
14. Desarrollo de un modelo de proyección para la anchoveta -----	17
15. Introducción de variables ambientales en el reclutamiento -----	23



III. RESULTADOS Y ANALISIS	27
1. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca	27
2. Clasificación de la flota por categorías de embarcación	28
3. Selección de la categoría estándar	29
4. Índice de desarrollo tecnológico (IDT)	30
5. Selección de las subzonas de pesca	31
6. Estimación de los poderes de pesca	32
7. Análisis de la captura, esfuerzo de pesca estandarizado y CPUE mensual y anual	33
7.1. Pesquerías de la I-II Región	34
7.2. Pesquerías de la III-IV Región	36
7.3. Captura y esfuerzo de pesca de la flota, según puerto base	37
8. Distribución espacio-temporal de la captura, rendimiento, esfuerzo estándar y CPUE	38
8.1. Pesquerías de la I-II Región	39
8.2. Pesquerías de la III-IV Región	40
9. Modelo de proyección de stock de sardina bajo régimen de tasa de explotación constante	42
10. Modelo de proyección de stock de anchoveta bajo régimen de tasa de explotación constante	46
10.1. Análisis sin variables ambientales (Variante A)	46
10.2. Análisis con variables ambientales (Variante B)	48
IV. CONCLUSIONES	51
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS:

- Anexo 1. Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.



- Anexo 2. Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.
- Anexo 3a. Vedas de sardina española aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.
- Anexo 3b. Vedas de anchoveta aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.
- Anexo 4. Evaluación de stock de anchoveta y sardina.
- Anexo 5a. Abundancia en número (en miles) del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 5b. Mortalidad por pesca del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 6a. Biomasa explotable (t) del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 6b. Biomasa desovante (t) del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 7. Estructura de la Base de Datos.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

- Figura 1. Zona de estudio con el sistema de cuadrículas empleados por IFOP.
- Figura 2. Subzonas de pesca de a) sardina I-II Región, b) anchoveta I-II Región, c) sardina III-IV Región y d) anchoveta III-IV Región.
- Figura 3a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, 1994.
- Figura 3b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, 1995.
- Figura 3c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, 1996.
- Figura 4a. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de sardina española en la I-II Región, 1994.
- Figura 4b. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de sardina española en la I-II Región, 1995.
- Figura 4c. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de sardina española en la I-II Región, 1996.
- Figura 5a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la I-II Región, 1994.
- Figura 5b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la I-II Región, 1995.
- Figura 5c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la I-II Región, 1996.
- Figura 6a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de sardina española en la I-II Región, 1994.
- Figura 6b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de sardina española en la I-II Región, 1995.
- Figura 6c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de sardina española en la I-II Región, 1996.



- Figura 7a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, 1994.
- Figura 7b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, 1995.
- Figura 7c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, 1996.
- Figura 8a. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1994.
- Figura 8b. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1995.
- Figura 8c. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1996.
- Figura 9a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la I-II Región, 1994.
- Figura 9b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la I-II Región, 1995.
- Figura 9c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la I-II Región, 1996.
- Figura 10a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1994.
- Figura 10b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1995.
- Figura 10c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1996.
- Figura 11. Distribución de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, según variación **(A)** latitudinal y **(B)** longitudinal.
- Figura 12. Distribución de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, según variación **(A)** latitudinal y **(B)** longitudinal.
- Figura 13a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, 1994.



- Figura 13b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, 1995.
- Figura 13c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, 1996.
- Figura 14a. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1994.
- Figura 14b. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1995.
- Figura 14c. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1996.
- Figura 15a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la III-IV Región, 1994.
- Figura 15b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la III-IV Región, 1995.
- Figura 15c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la III-IV Región, 1996.
- Figura 16a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1994.
- Figura 16b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1995.
- Figura 16c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1996.
- Figura 17a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.
- Figura 17b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.
- Figura 17c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.
- Figura 18a. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.



- Figura 18b. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.
- Figura 18c. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.
- Figura 19a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.
- Figura 19b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.
- Figura 19c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.
- Figura 20a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.
- Figura 20b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.
- Figura 20c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.
- Figura 21. Distribución de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, según variación **(A)** latitudinal y **(B)** longitudinal.
- Figura 22. Distribución de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, según variación **(A)** latitudinal y **(B)** longitudinal.
- Figura 23. Evolución de la captura y del esfuerzo de pesca de las pesquerías de **(A)** anchoveta y **(B)** sardina y relación entre la captura y el esfuerzo de pesca de las pesquerías de **(C)** anchoveta y **(D)** sardina en la zona norte de Chile en el período 1980-96.
- Figura 24. Tendencias de la biomasa total, desovante y reclutas de sardina en la zona norte.
- Figura 25. Indicadores de la explotación de sardina en la zona norte.
- Figura 26. Evolución de la biomasa media y de la CPUE de sardina en la zona norte.
- Figura 27. Patrón de explotación del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile. Promedio 1984-1996 y correspondiente a 1996.



- Figura 28. Relación entre la mortalidad por pesca y el desembarque del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.
- Figura 29. Relación entre la biomasa media y el desembarque de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.
- Figura 30. Reclutamiento, biomasa vulnerable y biomasa total al 1° de enero del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.
- Figura 31. Relación entre la biomasa desovante y el reclutamiento del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.
- Figura 32. Relación stock desovante- recluta de la sardina.
- Figura 33. Serie de reclutamientos usados en la simulación.
- Figura 34. Proyección del stock desovante con tres niveles de F constantes.
- Figura 35. Comportamiento de la captura en peso en la proyección con F constante.
- Figura 36. Trayectoria de la razón entre B_t y B_{1990} .
- Figura 37. Razón entre la biomasa desovante (BD) en el año t y en 1990.
- Figura 38. Resultado de simulación del modelo de proyección del stock de anchoveta, sin variables ambientales: (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desovante.
- Figura 39. Resultado de índice de desempeño del modelo de proyección del stock de anchoveta, sin variables ambientales: (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desovante.
- Figura 40. Escenario de las condiciones ambientales de la zona de estudio para el período de proyección 1996-2015: (A) anomalía de temperatura, (B) anomalía de índice de turbulencia, (C) anomalía de salinidad y (D) anomalía de surgencia.
- Figura 41. Resultado de simulación del modelo de proyección del stock de anchoveta, con variables ambientales: (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desovante.
- Figura 42. Resultado de índice de desempeño del modelo de proyección del stock de anchoveta, con variables ambientales: (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desovante.



TABLAS

- Tabla 1. Modelo de Carlson (1975) ajustado a las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 2a. Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 2b. Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 3a. Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 3b. Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 4a. Categorías de embarcación seleccionadas para las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 4b. Categorías de embarcación seleccionadas para las pesquerías de sardina española y anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 5a. Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 5b. Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 6a. Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 6b. Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 7a. Indices anuales de desarrollo tecnológico (IDT_a) de los barcos de la categoría estándar en las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 7b. Indices anuales de desarrollo tecnológico (IDT_a) de los barcos de la categoría estándar en las pesquerías de sardina española y anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.



- Tabla 8a. Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 8b. Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 9a. Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 9b. Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.
- Tabla 10a. Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 10b. Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 11a. Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 11b. Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 12a. Captura, esfuerzo de pesca nominal y estandarizado anual de la flota industrial que operó en las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 12b. Captura, esfuerzo de pesca nominal y estandarizado anual de la flota industrial que operó en las pesquerías de sardina española y anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 13a. Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96.



- Tabla 13b. Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.
- Tabla 14a. Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 14b. Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.
- Tabla 15. Resumen operacional de las pesquerías de sardina según flota, puerto base y mes, periodo 1994-96.
- Tabla 16. Resumen operacional de las pesquerías de anchoveta según flota, puerto base y mes, 1994-96.
- Tabla 17a. Captura de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 17b. Captura de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 18a. Viajes con pesca estándar de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 18b. Viajes con pesca estándar de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 19a. Captura de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 19b. Captura de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 20a. Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 20b. Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.
- Tabla 21a. Captura de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.



- Tabla 21b. Captura de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.
- Tabla 22a. Viajes con pesca estándar de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.
- Tabla 22b. Viajes con pesca estándar de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.
- Tabla 23a. Captura de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.
- Tabla 23b. Captura de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.
- Tabla 24a. Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.
- Tabla 24b. Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.
- Tabla 25. Indicadores de la pesquería industrial de anchoveta y sardina estimados con la categoría patrón de 120-180 m³ CB correspondiente a la zona norte.
- Tabla 26. Resultados de las estimaciones del modelo global de producción para la anchoveta y sardina en la zona norte.
- Tabla 27. Resumen de los resultados de la evaluación de stock de sardina en la zona norte.
- Tabla 28. Indicadores de la explotación de sardina en la zona norte.
- Tabla 29. Abundancia en número al 1º de enero (en miles) en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.
- Tabla 30. Biomasa por grupos de edad (t) al 1º de enero en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.
- Tabla 31. Biomasa explotable al 1º de enero del stock de anchoveta del sur del Perú - norte de Chile.
- Tabla 32. Biomasa parental por grupo de edad (t) en el stock de anchoveta sur del Perú-norte de Chile.



- Tabla 33. Mortalidad por pesca por grupo de edad (1/año) en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.
- Tabla 34. Tasa de explotación por grupo de edad en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.
- Tabla 35. Patrón de explotación del stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.
- Tabla 36. Indicadores de desempeño de las políticas de explotación constante de sardina.
- Tabla 37. Cuadro resumen de índices de desempeño, del modelo de proyección del stock de anchoveta con diferentes estrategias de explotación, sin variables ambientales.
- Tabla 38. Cuadro resumen de índices de desempeño, desempeño del modelo de proyección del stock de anchoveta con diferentes estrategias de explotación, con variables ambientales.



ANEXOS

- Anexo 1. Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.
- Anexo 2. Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.
- Anexo 3a. Vedas de sardina española aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.
- Anexo 3b. Vedas de anchoveta aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.
- Anexo 4. Evaluación de stock de anchoveta y sardina.
- Anexo 5a. Abundancia en número (en miles) del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 5b. Mortalidad por pesca del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 6a. Biomasa explotable (t) del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 6b. Biomasa desovante (t) del stock de sardina en la zona norte.
- Anexo 7. Estructura de la Base de Datos.

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page. The text is arranged in several columns and is too light to transcribe accurately.





I. INTRODUCCION

El Consejo de Investigación Pesquera en sesión N° 53 del 14 de marzo de 1997, adjudicó la ejecución del proyecto de investigación denominado "Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca en las unidades de pesquerías pelágicas de sardina española y anchoveta de la I a IV Regiones" al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Para la ejecución de algunos objetivos del proyecto, se subcontrataron los servicios de Consultores Externos (Sres. Víctor Catasti, Leonardo Caballero y Cristián Fonfach).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar la captura y el esfuerzo de pesca en las pesquerías pelágicas de sardina española y anchoveta de la I a IV Regiones, entre los años 1994 y 1996.

Objetivos Especificos

- Estimar el esfuerzo de pesca estandarizado y la captura por unidad de esfuerzo promedio ponderada por rango de capacidad de bodega en un contexto espacio-temporal (mensual y anual).
- Analizar las distribuciones espaciales y estimar los centros de gravedad (mensual y anual) de la captura, captura por unidad de esfuerzo y del rendimiento de pesca de la flota que opera sobre la pesquería de sardina española y anchoveta en el área de estudio.
- Estimar niveles de explotación referenciales (captura y esfuerzo de pesca) en la pesquería de sardina española y anchoveta desarrollada entre 1980 y 1996 para las Regiones I y II.



De acuerdo con las bases administrativas del concurso público en cuestión, se presenta el Informe Final. Según el cronograma de actividades de la propuesta técnica, el informe incluye los resultados correspondientes a las pesquerías de sardina española y anchoveta de la I-II y II-IV Región y dicen relación con: **1)** seleccionar la unidad de esfuerzo y la característica técnica más asociada al poder de pesca, **2)** clasificar la flota por categorías de embarcación, **3)** seleccionar de entre éstas la categoría estándar, **4)** seleccionar las subzonas de pesca, **5)** determinar el índice de desarrollo tecnológico, **6)** estimar los poderes de pesca, **7)** estimar anualmente el esfuerzo de pesca estandarizado, **8)** estimar espacio-temporalmente la captura, esfuerzo y CPUE, **9)** cartografiar espacio-temporalmente los indicadores pesqueros y **10)** entregar un modelo de proyección de stock (sardina y anchoveta) bajo régimen de tasa de explotación constante.



II. MATERIALES Y METODOS

1. Area y período de estudio

El área de estudio corresponde a la zona norte de Chile, comprendida entre las latitudes 18°20' y 32°10' S, desde la costa hasta los 75° W (Fig. 1). Esto último con el objeto de incluir una importante información de captura y esfuerzo relacionada con la extensión longitudinal del área de operación de la flota cerquera industrial en los últimos años (Böhm et al., 1995). El período analizado abarca desde 1994 hasta 1996.

2. Información analizada

La información que se analiza proviene de los registros técnico-operacionales de las embarcaciones cerqueras industriales que operaron en la zona y período de estudio, a partir de los siguientes puertos: Arica (18°28'S), Iquique (20°12'S), Tocopilla (22°00'S), Mejillones (23°00'S), Caldera (27°00'S) y Coquimbo (29°50'S).

La flota cerquera industrial se define como aquella integrada por embarcaciones mayores o iguales a 80 m³ de capacidad de bodega, que emplean equipos y redes de cerco. Estas se clasifican como naves mayores según la Ley de Navegación Chilena, ya que son de más de 50 TRG (Böhm et al., 1995).

La información tecnológica corresponde a los registros históricos del IFOP, sobre las características geométricas y funcionales de las embarcaciones (tonelaje de registro grueso (TRG), tonelaje de registro neto (TRN), capacidad de bodega (CB) y potencia del motor principal (HP)).



La información operacional corresponde a los registros diarios de captura (t) por especie (sardina española y anchoveta) y esfuerzo de pesca (viajes con pesca (VP) y viajes totales (VT)), realizados por las embarcaciones en las distintas cuadrículas de pesca (de 10*10; 30*30 y 30*60 mn), georeferenciadas según la latitud y longitud del punto central (Fig. 1).

El análisis del índice de desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría seleccionada como patrón, implicó un reestudio de la información generada a través del Proyecto FIP N° 94-24 (Böhm et al., 1995). Para tal efecto, nuevamente se visitaron las Industrias Pesqueras de la zona, consultando principalmente a las Jefaturas de Flota, respecto de las dimensiones de las redes y el alcance de los sonares. Con respecto a la III-IV Región se recopiló el máximo de información disponible para los tres años analizados, siendo difícil acceder a datos más antiguos. Con respecto a incorporar información de prospección aérea, ésta no está disponible para el período de estudio, ya que en general, las empresas de la zona norte han limitado el uso de aviones en estos años sólo a una inspección general de la zona y no al apoyo directo a la flota como fue en los primeros años de la introducción de la prospección.

3. Procesamiento de la información

Se analizaron los archivos de la base de datos del IFOP del período 1994-96, los cuales contienen los registros diarios de la operación de cada embarcación industrial en el área de estudio. Dichos registros consideran los siguientes datos: año, mes, código de las cuadrículas, latitud y longitud de las cuadrículas, código y características geométricas y funcionales de las embarcaciones, captura (t) por especie y VP y VT por embarcación y especie.

Con la base de datos mensuales se generaron archivos anuales para la aplicación del modelo de Carlson (1975). Estas bases contemplan para cada embarcación: captura, VP,



VT y sus características geométricas y funcionales (capacidad de bodega (CB), potencia del motor principal (HP), tonelaje de registro grueso (TRG) y neto (TRN)).

De acuerdo con los resultados obtenidos con el modelo de Carlson, se readecuaron las bases mensuales (para cada año) con la siguiente información: año, mes, cuadrícula, código de embarcación, capacidad de bodega, capturas y viajes con pesca.

4. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca

De acuerdo con la propuesta metodológica, en este estudio se propuso utilizar los resultados obtenidos en el Proyecto FIP N° 94-24 que corresponden al viaje con pesca como unidad de esfuerzo y la capacidad de bodega como variable representativa del poder de pesca de las embarcaciones. Para los años 1994-96 y para toda la zona de estudio (I-IV Región) se aplicó nuevamente el modelo de Carlson (1975), incorporando como unidad de esfuerzo los viajes con pesca y los viajes totales. En tanto que las variables asociadas al poder de pesca de las embarcaciones fueron la CB, TRG, TRN y HP.

Para la aplicación del modelo de Carlson (1975), se utilizó el análisis de regresión múltiple paso a paso, el cuál se basa en la prueba F y selecciona sólo aquellas variables que aportan significativamente al modelo; es decir, cuyo F de entrada sea mayor a 4 (Gujarati, 1981). Este análisis se realiza considerando las capturas y esfuerzos de pesca desarrollados anualmente por las embarcaciones en la zona y período de estudio.



5. Clasificación de la flota por categorías de embarcación

Dado que las embarcaciones de una flota heterogénea ejercen presiones de pesca diferentes, en un mismo período y lugar, para estimar los poderes de pesca y estandarizar el esfuerzo, es recomendable dividir la flota en categorías de embarcación de acuerdo con la característica más determinante de tales diferencias (Laurec y Le Guen, 1981).

Luego, con el objeto de confirmar si las categorías de embarcación seleccionadas por Böhm et al., (1995) entre 1980 y 1993 no han experimentado cambios en su composición, se aplicó nuevamente el test Student de Newmann-Keuls (SNK) (Sokal y Rohlf, 1979), para comparar la CPUE promedio mensual estimada por categorías de embarcación entre 1994-96.

6. Selección de la categoría estándar

Con el propósito de confirmar la categoría estándar seleccionada anteriormente (Böhm et al., 1995), se analizan las siguientes consideraciones:

- **Representatividad:** que sea representativa de la flota, tanto en número como en niveles de captura y esfuerzo.
- **Permanencia:** que presente mayor continuidad en la operación durante todo el período de estudio.
- **Distribución espacial:** que sea capaz de ejercer presión de pesca en la mayor parte de la zona de estudio.
- **Variaciones en los rendimientos:** que presente poca variabilidad en sus rendimientos en el período de estudio, y
- **Desarrollo tecnológico:** que no haya sido afectada mayormente por el desarrollo tecnológico.



7. Selección de las subzonas de pesca

Para considerar las variaciones espaciales del recurso en la estimación de poderes de pesca y por ende en la cuantificación del esfuerzo de pesca estandarizado, se dividió la zona de estudio en subzonas de pesca (Laurec y Le Guen, 1981).

Para la I-II Región, con el objeto de confirmar si las subzonas determinadas por Böhm *et al.* (1995) no han experimentado cambios en su composición y extensión, se aplicó el test SNK (Sokal y Rohlf, 1979), para comparar la CPUE promedio mensual estimada para las distintas subzonas de pesca en el período de estudio.

En relación a la III-IV Región, en primer lugar se analizó la distribución espacio-temporal de la CPUE promedio por cuadrícula. Luego, a través de un análisis visual se definió preliminarmente un cierto número de subzonas de pesca para finalmente a través del test SNK determinar las subzonas de pesca definitivas. Este test se aplicó con el objeto de agrupar subzonas que presentaron rendimientos similares.

8. Determinación del índice de desarrollo tecnológico (IDT)

La estimación de poderes de pesca relativos implica la elección de una categoría estándar, la cual, entre otras consideraciones, no debe haber sido afectada mayormente por el desarrollo tecnológico. En efecto, si la categoría patrón no es afectada por la evolución tecnológica, ésta ofrece un buen punto de referencia para lograr comparaciones más ajustadas. Así, se deduce que el poder de pesca de las embarcaciones puede ser afectado, entre otros factores, por la mecanización del sistema de pesca, el volumen de la red y los equipos de detección (FAO, 1982). Al respecto, las pesquerías pelágicas chilenas han experimentado un importante desarrollo tecnológico, involucrando prácticamente a todas las embarcaciones de la flota cerquera (Martínez *et al.*, 1994, Caballero *et al.*, 1992).



Respecto a la prospección aérea, durante el período de estudio la información es escasa y difícil de separar entre las horas de vuelo de la prospección pesquera propiamente tal y las horas de trabajo general, dado que actualmente sólo están operando algunos aviones en la zona. Al no contar con información suficiente del apoyo real de los aviones en la faena de pesca se consideró oportuno no considerarla en la estimación del IDT.

En el presente trabajo se estima un índice de desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría patrón (I-II Región), con el fin de minimizar el efecto de mejoras tecnológicas en dicha categoría. De acuerdo con la información disponible para la categoría patrón, se analizó el volumen de las redes de cerco y el alcance de los sonares, descartando las horas de vuelo por disponer de escasa información para ser un análisis robusto. Así, al ser la búsqueda uno de los principales aspectos operativos en este tipo de pesquería (FAO, 1982), un aumento del alcance de los sonares implicaría una mayor probabilidad de encuentro de los cardúmenes. Por otra parte, redes más grandes incrementarían el éxito en la captura de cardúmenes de mayor tamaño (Salas et al., 1985); no obstante, redes muy grandes mostrarían una cierta ineficiencia cuando el recurso se localiza en la cercanía de la costa.

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

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

LRS = longitud de la relinga superior (m).

HT = altura máxima de la red armada (m).

Dado que las empresas pesqueras utilizan en la construcción de sus artes de pesca diseños y estilos diferentes, y distintas marcas y modelos de sonares (Böhm et al., 1992), se estimó por empresa el volumen promedio anual de las redes y el alcance de los



sonares. Luego, a partir de estos valores se estimó un promedio general de ambos factores.

El volumen promedio de las redes de cada empresa (IVR_{ea}), se estimó para cada año y referido al volumen promedio obtenido en el primer año del período de estudio (1994):

$$IVR_{ea} = \frac{\left(\frac{1}{NB_{ea}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{ea}} VR_{ba}\right)}{\left(\frac{1}{NB_{e94}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{e94}} VR_{b94}\right)}$$

NB_{ea} = número de embarcaciones de la empresa **e** en el año **a**.

VR_{ba} = volumen filtrado de la red del barco **b** en el año **a**.

NB_{e94} = número de embarcaciones de la empresa **e** en 1994.

VR_{b94} = volumen filtrado de la red del barco **b** en 1994.

Luego se estimó el promedio anual (IVR_a):

$$IVR_a = \left(\frac{1}{E}\right) \cdot \sum_{e=1}^E IVR_{ea}$$

E = número de empresas.

Con respecto a los sonares, para cada empresa se calculó el alcance promedio (IAS_{ea}), para cada año, el cual es referido al alcance promedio de 1994:

$$IAS_{ea} = \frac{\left(\frac{1}{NB_{ea}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{ea}} ALC_{ba}\right)}{\left(\frac{1}{NB_{e94}}\right) \cdot \left(\sum_{b=1}^{NB_{e94}} ALC_{b94}\right)}$$



ALC_{ba} = alcance del sonar del barco **b** en el año **a** (m).

ALC_{b94} = alcance del sonar del barco **b** en 1994 (m).

Luego se estimó un índice promedio anual (IAS_a):

$$IAS_a = \left(\frac{1}{E} \right) \cdot \sum_{e=1}^E IAS_{ea}$$

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

$$IDT_a = IVR_a \cdot IAS_a$$

De esta manera, considerando que el IDT_a afecta el poder de pesca de las embarcaciones de la categoría patrón, se corrigió el esfuerzo de pesca anual de los barcos de dicha categoría:

$$fcp_a = fp_a \cdot IDT_a$$

fcp_a = esfuerzo de pesca corregido de los barcos de la categoría patrón en el año **a**.

fp_a = esfuerzo de pesca de los barcos de la categoría patrón en el año **a**.

9. Estimación de los poderes de pesca

Considerando las categorías de embarcación y las subzonas de pesca definidas, se aplicó el método de Robson (Sims, 1985) para la estimación de poderes de pesca. Dicho método, aplicado en otros estudios similares en pesquerías pelágicas chilenas por Canales (1993), Yáñez **et al.** (1993), Catasti (1994), Böhm **et al.** (1995) y Barbieri **et al.**



(1996), plantea que el rendimiento de una embarcación en una subzona determinada es representado por la siguiente ecuación:

$$CPUE_{cjt} = CR \cdot P_{ct} \cdot Q_{jt} \cdot E_{cjt}$$

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

CR = rendimiento promedio de la categoría estándar en la subzona patrón.

P_{ct} = factor de poder de los barcos de la categoría c , en el período de tiempo t .

Q_{jt} = factor de densidad relativa de la subzona j , en el período de tiempo t .

E_{cjt} = residuo inexplicado.

El modelo anteriormente señalado, es linealizado expresándose de la siguiente manera:

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

Para aplicar este modelo es necesario definir el período de tiempo t . En evaluación de recursos se ha considerado normalmente el año; no obstante, es recomendable considerar la variación estacional de la abundancia del recurso para definir en forma más clara dicho período. De acuerdo con los resultados de Böhm *et al.* (1995), la estacionalidad de la CPUE de los recursos en cuestión, para el período 1980-93, señala cuatro trimestres: enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre y octubre-diciembre.

El modelo se ajusta para cada período (t), año tras año, tomando en cuenta como dato de entrada la CPUE promedio por categoría de embarcación (c) y subzona de pesca (j). De igual manera, la subzona patrón se selecciona en función de sus niveles de captura y operación de la flota en el tiempo.



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

a) Para la categoría patrón (**p**):

$$CPUE_{jt} = \left(\frac{1}{NS} \right) \cdot \sum_{n=1}^{NS} \left(\frac{Cp_{jt}}{fcp_{jt}} \right)$$

NS = número de cuadrículas visitadas de la subzona **j**.

Cp_{jt} = captura de la categoría patrón, en la subzona **j**, en el período **t**.

fcp_{jt} = esfuerzo de pesca de la categoría patrón corregido por el IDT_{an}, en la subzona **j**, en el período **t**.

b) Para las restantes categorías (**c**):

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

C_{cjt} = captura de la categoría **c**, en la subzona **j**, en el período **t**.

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

10. Estimación del esfuerzo de pesca estandarizado anual

El esfuerzo de pesca anual estandarizado (**fs_a**) se estimó de la siguiente manera:

$$fs_a = \sum_{t=1}^{t=A} \sum_{j=1}^J \sum_{c=1}^C fn_{cjt} \cdot PP_{cjt}$$



fn_{ct} = esfuerzo de pesca de las embarcaciones de la categoría c , en la subzona j , en el período t , del año a .

PP_{ct} = poder de pesca de las embarcaciones de la categoría c , en la subzona j , en el período t del año a .

11. Estimación espacio-temporal de la captura, esfuerzo y CPUE

La estimación de la captura total por cuadrícula y mes (C_{mn}) se realiza adicionando las capturas de las embarcaciones que operaron en la cuadrícula n y en el mes m . Igual procedimiento se utiliza para estimar el esfuerzo total por cuadrícula y mes (VP_{mn}). Con los esfuerzos de pesca estandarizados se estima la CPUE promedio mensual por cuadrícula ($CPUE_{mn}$), promediando las CPUE de las embarcaciones que operaron en la cuadrícula n durante el mes m :

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

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

NB = número de embarcaciones que operaron en el mes m , en la cuadrícula n .

12. Distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo, rendimiento y CPUE

Como componente metodológico esencial en el desarrollo de este punto se utilizó un Sistema de Información Geográfico (SIG), el que tiene como característica principal la posibilidad de vincular dinámicamente la representación espacial de un objeto con los atributos que le son propios.



Para analizar la variabilidad de los principales indicadores pesqueros se configuraron con el SIG IDRISI imágenes mensuales de captura, esfuerzo de pesca estándar, rendimiento y CPUE de las pesquerías de sardina y anchoveta. Además, las imágenes generadas por el SIG IDRISI fueron exportadas al SIG TNTmips, el cual es más poderoso en lo concerniente al despliegue y análisis de imágenes.

12.1 Espacialización de las variables

La generación de imágenes implicó realizar previamente la digitalización de la costa de la zona de estudio y de los identificadores de las cuadrículas (latitud y longitud del punto central) y la creación de archivos de valores bases en formato IDRISI, los que contemplan para cada año las cuadrículas con sus respectivos datos de captura, esfuerzo estándar, rendimiento y CPUE por cuadrícula y mes. Posteriormente, las cartografías fueron exportadas al SIG TNTmips, en él que los valores de las variables a cartografiar se ingresaron y reclasificaron en niveles de acuerdo a los histogramas de frecuencia de las unidades de tiempo consideradas. Esta clasificación, representada en pseudocolor mediante el SIG, facilita la comparación de imágenes entre las unidades de tiempo consideradas.

12.2 Análisis de la distribución espacio-temporal

Mediante técnicas de análisis espacial se caracterizaron los patrones espaciales de la distribución operacional de la flota en términos de la captura, esfuerzo estándar y CPUE. Este procedimiento fue aplicado para cada pesquería (sardina y anchoveta) y zona (I-II y III-IV Región), por separado a nivel mensual entre los años 1994 y 1996.

En las bases técnicas del proyecto se solicitaba el cálculo del centro de gravedad ponderado para los distintos indicadores pesqueros, tanto para la pesquería de sardina como la de anchoveta. El propósito mismo de este índice es dar una expresión cuantitativa respecto de la distribución espacial de los recursos.



En forma alternativa al método de centro de gravedad ponderado se propuso estimar el cálculo de índices según variación latitudinal y según distancia a la costa (o variación longitudinal). De esta manera se pueden obtener indicadores acerca de la variación latitudinal (de norte a sur) y longitudinal (de este a oeste), que como resultado proporcionan una descripción mucho más detallada que la que se puede lograr a través del centro de gravedad ponderado.

Para el cálculo de la variación latitudinal de la I y II Región se definieron 16 rangos latitudinales de cada 30 minutos de latitud, con la excepción del primer rango que es de 10 minutos de latitud. En el caso de la III y IV Región se definieron 12 grados entre los 26° y 32° S. Luego, se procedió a sumar todos los valores de captura y VP_e al interior de cada franja. La CPUE se estimó dividiendo los valores de captura y VP_e de cada franja.

En relación a la variación longitudinal de la I y II Región y al sistema de cuadrículas utilizados por IFOP, se procedió a definir 7 franjas de 10 millas (1 milla = 1 minuto) de ancho cada una hasta llegar a las 70 millas de la costa y luego se definió un gran rango entre las 70 y 200 millas desde la costa. Posteriormente, se procedió a agregar los indicadores pesqueros por cada franja de longitud. Para la III y IV Región se definieron 6 franjas de 10 millas más una séptima que agrupa el resto.

13. Desarrollo de un modelo de proyección para la sardina

El tercer objetivo específico del proyecto considera estimar niveles de explotación referenciales en la pesquería de sardina. El estudio contempla además de un análisis retrospectivo de la población, el que permite realizar la diagnosis del recurso, conocer los escenarios futuros del stock y el desempeño de la actividad de pesca. Para este efecto se plantea un modelo de proyección, que permita analizar diferentes políticas de explotación, en el marco de una estrategia de explotación constante y de un escenario hipotético de reclutamientos.



Cabe mencionar que un modelo de proyección no es un modelo predictivo y los niveles de captura que se obtienen como resultados para evaluar el desempeño de las estrategias de explotación no corresponden a CTP, ni a rendimientos esperables, salvo que se estuviera replicando exactamente las condiciones del stock lo cual es poco probable.

La evaluación de alternativas de tasas de explotación se hizo usando un modelo de simulación estructurado por edades. El número de sardinas a la edad i al comienzo del año t está dado por:

$$N_{i,t} = N_{i-1,t-1} * \exp^{-(r_i * F - M)}$$

r_i = patrón de explotación a la edad i .

F = nivel de tasa de explotación.

La biomasa se calculó según:

$$B_t = \sum_{i=2}^9 N_{i,t} * w_i$$

y el stock desovante se calculó como:

$$BD_t = \sum_{i=2}^9 N_{i,t} * \exp^{-(r_i * F - M) * 8/12} * w_i * m_i$$

w_i = peso medio a la edad i .

m_i = fracción de hembras maduras a la edad i .

La captura en número a la edad se estima según la ecuación:

$$C_{i,t} = N_{i,t} * (r_i * F_t) * (1 - \exp^{-(r_i * F_t - M)}) / (r_i * F_t + M)$$



y los rendimientos o captura en biomasa como:

$$Y_i = \sum_{j=2}^9 C_{i,j} * W_j$$

El valor para la mortalidad natural (M) fue de 0,3.

14. Desarrollo de un modelo de proyección para la anchoveta

Un modelo de proyección requiere conocer las estrategias de explotación que se pretenden aplicar (Hilborn, 1980). Sin embargo en este proyecto, se puso énfasis en los elementos estratégicos y en las capturas que se obtendrán a largo plazo.

Cabe mencionar que un modelo de proyección no es un modelo predictivo y los niveles de captura que se obtienen como resultado para evaluar el desempeño de las estrategias de explotación no corresponden a CTP, ni a rendimientos esperables, salvo que se replique exactamente la dinámica del stock y las condiciones ambientales lo cual es improbable.

Las estrategias básicas de explotación señaladas por Hilborn (1980) son: tasas de explotación constantes, capturas constantes y escape constante. Cada una de estas estrategias se puede aplicar a estos stock siendo algunas de éstas un mero ejercicio teórico.

En relación a la estrategia de explotación como tasa de explotación constante se analizaron cinco: $F_{2/3}$, $F = M$, $F_{0.1}$, F_{mediana} y $F_{1/3}$. Las estrategias de explotación constante desde el punto de vista de la Administración tienen diversas consideraciones y actualmente son reconocidas como puntos biológicos de referencia (FAO, 1993; Francis, 1992). Algunas tienden a maximizar el aprovechamiento del crecimiento somático y las otras a cosechar un porcentaje de la biomasa desovante con el propósito de reducir el riesgo de sobreexplotación por reclutamiento.



Otro nivel de explotación importante es el F_{med} o $F_{mediana}$ (Sissenwine y Shepherd, 1987), que constituye a una mortalidad por pesca que corresponde a una línea de reemplazo que divide en partes iguales los puntos de la relación stock desovante-reclutas. Esta tasa de mortalidad representa los puntos en equilibrio de la serie analizada y este valor es útil para correlacionarlo con el resultado del modelo global de producción.

Para el cálculo de los puntos biológicos de referencia, se utilizó el modelo de Thompson y Bell (1934). De acuerdo a este modelo tenemos:

$$Y/R = \sum_{i=t_r}^{t_{max}} \frac{F \cdot r_i (1 - e^{-(F \cdot r_i + M)})}{(F \cdot r_i + M)} \cdot e^{-\sum_{i=t_r}^{t_{max}} (F \cdot r_i + M)} \cdot w_i$$

- F = tasa de mortalidad por pesca de las edades completamente reclutadas.
- r_i = patrón de explotación a la edad i .
- M = tasa de mortalidad natural.
- t_r = edad de reclutamiento.
- t_{max} = edad máxima.
- w_i = peso promedio observados a la edad i .

El cálculo de Y/R se obtiene reemplazando los parámetros y valores específicos de w_i , t_{max} , t_r , M y r_i .

El cálculo de porcentaje de stock desovante/recluta (SSB/R), se obtiene de la expresión:

$$SSB/R = \sum_{i=t_r}^{t_{max}} \frac{1 - e^{-(F \cdot r_i + M)}}{(F \cdot r_i + M)} \cdot e^{-\sum_{i=t_r}^{t_{max}} (F \cdot r_i + M)} \cdot w_i \cdot m_i$$

- m_i = valores de la ojiva de madurez edad específica.



De acuerdo a los antecedentes:

$$F_{\text{máx}} = \text{máx}_F \left(\frac{Y}{R(F)} \right)$$

Se puede encontrar la solución de esta ecuación mediante técnicas numéricas, usando un algoritmo de maximización o por ejemplo $F_{0,1}$ se obtiene resolviendo analíticamente la diferencia.

$$\left. \frac{\partial Y/R(F_{0,1})}{\partial F} - 0,1 \frac{\partial Y/R(F)}{\partial F} \right|_{F=0} = 0$$

También se puede realizar su cálculo usando planillas electrónicas EXCEL (Sanders, 1995). El porcentaje de biomasa desovante se estima resolviendo:

$$S/R(\%F) - [\%S/R] = 0$$

utilizando un procedimiento numérico similar a $F_{0,1}$.

En relación al F_{medi} se estima en primer lugar las razones R/S para la serie de datos obtenidos de la evaluación de stock con el análisis secuencial de poblaciones. Posteriormente, se calcula la mediana de las razones R/S y sus valores recíprocos. Finalmente la mortalidad por pesca correspondiente a los valores $(R/S)^{-1}$, se estima por la relación:

$$S/R(F) - \left[R/S_{(F_{\text{medi}})} \right]^{-1} = 0$$

con un procedimiento de búsqueda numérica, que tienen las planillas de cálculo EXCEL.



El modelo de simulación es estructurado por edades, cuyas variaciones en el tiempo están determinadas por el nivel de reclutamiento y las variaciones de las tasas de mortalidad por pesca.

Este modelo es útil para conocer el desempeño de una estrategia de explotación definida y conocer los resultados de la captura futura. De esta manera se puede construir una tabla de decisión con los índices de desempeño estimados y sus correspondientes mortalidades por pesca, manteniendo las restricciones de la simulación.

El proceso de proyección se inicia con la estructura por edad de stock en 1995 y un conjunto de parámetros que caracterizan la dinámica del stock. Este modelo además incorpora variables ambientales tales como TSM, salinidad, turbulencia y transporte EKMAN, que permiten medir el impacto de variables ambientales de manera dinámica en la proyección del stock y sus capturas.

La estructura básica del modelo consiste en:

- Parámetros poblacionales.
- Vector etario inicial.
- Ecuaciones de transición de los estados.
- Capturas observadas por edad.
- Estrategias de explotación.
- Inclusión de variación ambiental.

Parámetros del modelo:

- t_r = edad de reclutamiento a la pesquería.
 $t_{máx}$ = edad máxima en la pesquería.
 M = tasa instantánea de mortalidad natural.
 r_t = patrón de explotación.



- w_t = pesos promedios observados.
- m_t = ojiva de madurez.
- R_0 = reclutamiento inicial.
- α_i = parámetros de curva stock-reclutamiento.

Estado inicial (t=0)

La simulación parte de un tamaño poblacional en que la estructura por edades de la población inicial es $N_{a,0}$, donde $a = 1, 2, \dots, t_{\max}$, representa las edades.

El reclutamiento en la población de sardina ocurre con un rezago de $t_r = 3$ años y en anchoveta $t_r = 1$ año y los progenitores que escapan a la pesca se reproducen en el mes de agosto de cada año, por lo tanto $t = 7/12$ (año).

El horizonte de tiempo de la simulación será $T = 20$ años, es decir, un lapso de tiempo suficientemente mayor a t_{\max} de ambas especies, lo cual constituye un proceso de simulación de largo plazo.

Las ecuaciones que permiten estimar el tamaño poblacional en los próximos estados son:

$$N_{a,t} \begin{cases} R & t = 1 \\ N_{a-1,t-1} e^{-M} & 1 < a < t_c \\ N_{a-1,t-1} e^{-Z_{a-1,t-1}} & t_c < a \leq t_{\max} \end{cases}$$

donde,

$$Z_{a,t} = F_{a,t} + M$$



El reclutamiento anual se obtiene del modelo de Ricker (1954).

$$R_t = \alpha SSB_{(t-tr)} e^{-\beta SSB_{t-tr}}$$

α = parámetro densoindependiente.

β = parámetro densodependiente.

SSB = tamaño del stock desovante.

R = reclutas.

t-tr = rezago de la edad de reclutamiento.

Estimación de los parámetros del modelo de Ricker:

$$\frac{\partial R}{\partial SSB} = \alpha e^{-\beta SSB} (1 - SSB)$$

Cuando se evalúa el diferencial del reclutamiento en función del stock desovante, para valor de $SSB = 0$, entonces:

$$\left. \frac{\partial R}{\partial SSB} \right|_{SSB=0} = \alpha$$

y la derivada del reclutamiento con respecto al stock desovante es igual a cero:

$$\frac{\partial R}{\partial SSB} = 0 \quad ; \text{ cuando } \beta = \frac{1}{SSB}$$

El parámetro α mide la inclinación de la curva en el origen de la relación stock - recluta; es decir, la capacidad de recuperación del stock. El reclutamiento obtiene su valor



máximo cuando $\beta = \frac{1}{SSB}$. Este valor de stock desovante se utiliza como un valor umbral, bajo el cual se producen fenómenos depensatorios importantes (Ricker, 1975).

La ecuación de Ricker se puede ordenar en términos de una tasa de reclutamiento de manera que:

$$\frac{Rt}{SSB} = \alpha e^{-\beta SSB}$$

donde,

$$SSB_{t-tr} = \sum_{a=1}^{imax} N_{a,t-tr} m_{a,t-tr} W_{a,t-tr} e^{-Z_{a,t-tr}} \quad (8/12)$$

- $m_{a,t-tr}$ = porcentaje de hembras maduras de la edad a , en el tiempo $t-t_r$.
- $N_{a,t-tr}$ = abundancia en número del grupo de edad a , en el tiempo $t-t_r$.
- $W_{a,t-tr}$ = peso promedio por grupo de edad a , en el tiempo $t-t_r$.
- $-Z_{a,t-tr} \quad (7/12)$ = tasa de mortalidad total por grupo de edad a , en el tiempo $t-t_r$, desde 1º de enero al período de desove principal.

15. Introducción de variables ambientales en el reclutamiento

En el modelo de proyección se utilizó una relación stock - recluta de Ricker con variables ambientales; de forma idéntica al aplicado en California por Bakun y Parrish (1978); Bakun y Parrish (1980; 1982) y consiste en linearizar el modelo de Ricker (1954).

$$\ln (R/SSB) = B_0 + B_1 SSB + B_2 \text{var1} + B_3 \text{var2} \dots + B_{n+1} \text{var n}$$

- Var_i = representa una variable ambiental medida que es una fuente de mortalidad de reclutas.
- B_i = coeficientes de la regresión lineal.



En este proyecto se utilizó información ambiental de temperatura superficial del mar y salinidad de la Zona Norte de Chile correspondiente a una serie en base anual, que da cuenta de la temperatura entre la costa y las 20 millas náuticas particularmente que afecta el habitat de anchoveta y la temperatura desde la costa hasta las 100 millas náuticas que está relacionada con el habitat de sardina española. Además, se incorpora como variable ambiental el transporte Ekman y un índice de turbulencia.

Estas variables ambientales explicaron parte de la varianza total de la serie y definieron el escenario para el modelo de simulación. Se utilizaron los mismos valores observados para generar el escenario de la simulación determinista. El tiempo de simulación T debe ser mayor al tiempo generacional; con el propósito de conocer la conducta del stock en el largo plazo (para efectos prácticos se considera T = 20 años). La proyección se efectuó utilizando ecuaciones de transición, la mortalidad por pesca de la edad $F_{a,t}$, estará dada por la tasa de mortalidad por pesca seleccionada (Estrategia de explotación con tasa de mortalidad por pesca constante) y el patrón de explotación.

$$F_{a,t} = F_t \cdot r_a$$

r_a = patrón de explotación.

La mortalidad natural y los reclutamientos se obtiene por el modelo stock-reclutamiento.

Las capturas que se obtienen por grupo de edad en el año t+1:

$$C_{t+1} = \sum_{a=1}^{max} C_{a,t+1}$$

donde,

$$C_{a,t+1} = \frac{F_{a,t+1} \cdot N_{a,t+1}}{(F_{a,t+1} + M)} \cdot (1 - e^{-(F_{a,t+1} + M)}) \cdot W_{a,t+1}$$



Los índices de desempeño del modelo de proyección son: las capturas totales, la biomasa total, el reclutamiento y el stock desovante (**SSB**).

Estos valores permiten analizar el desempeño de la estrategia de explotación seleccionada y conocer su nivel de precisión a través de los coeficientes de variación. Por lo tanto, se pudo construir una tabla de decisión de los resultados de la simulación, lo cual permite la selección de una de las estrategias de explotación constante.





III. RESULTADOS Y ANALISIS

De acuerdo con el plan de actividades entregado en la Propuesta Técnica, a continuación se presentan los resultados y análisis de la pesquería de sardina española y anchoveta desarrolladas en la I-II y III-IV Región, correspondientes a: **1)** seleccionar la unidad de esfuerzo y la característica técnica más asociada al poder de pesca, **2)** clasificar la flota por categorías de embarcación, **3)** elegir la categoría estándar, **4)** seleccionar subzonas de pesca, **5)** determinar el índice de desarrollo tecnológico, **6)** estimar los poderes de pesca, **7)** estimar anualmente el esfuerzo de pesca estandarizado, **8)** estimar espacio-temporalmente los indicadores pesqueros, **9)** cartografiar dichos indicadores y **10)** entregar un modelo de proyección de stock bajo régimen de tasa de explotación constante.

1. Elección de la unidad de esfuerzo y de la característica de la embarcación más asociada al poder de pesca

Al relacionar las capturas anuales por especie de cada embarcación, con el esfuerzo de pesca y sus características geométricas y funcionales a través del modelo de regresión múltiple de Carlson (1975), se observa que los viajes con pesca (VP) y la capacidad de bodega (CB) son las variables que explican mayormente los niveles de captura para el período analizado (Tabla 1). Lo anterior confirma las relaciones encontradas por Böhm *et al.* (1995) y Caballero *et al.* (1992) para estas mismas pesquerías.

En dicha tabla se aprecia, para la sardina española, que los VP y la CB aportan en conjunto el mejor grado de ajuste del modelo, a su vez obtienen el mayor valor del estadístico F. Asimismo, el análisis de los coeficientes indica que los viajes con pesca tienen un mayor peso en el ajuste que la CB y con la aplicación del test de Durbin-Watson es posible inferir que no existe autocorrelación entre la CB y los VP, dado que



la zona de aceptación ($d_{\alpha} \dots 4-d_{\alpha}$) está en el intervalo 1,65...2,35; con un nivel de significancia del 0,01.

En relación a la pesquería de anchoveta, los VP y la CB también representan el mayor grado de ajuste del modelo y registran el más alto valor del estadístico F (Tabla 1). Del análisis de los coeficientes se infiere, al igual que para la pesquería de sardina, que los viajes con pesca tiene un mayor peso que la CB. Finalmente, la utilización del test de Durbin-Watson infiere que existiría una pequeña autocorrelación entre la CB y los VP, dado que el estadístico ($D-W = 1,63$) no se encuentra en la zona de aceptación (1,65...2,35; con un nivel de significancia del 0,01).

2. Clasificación de la flota por categorías de embarcación

De acuerdo con la propuesta técnica, para las pesquerías de sardina española y de anchoveta (I-II Región), se aplicó el test Student de Newmann-Keuls (SNK), para confirmar si las categorías de embarcación seleccionadas por Böhm *et al.* (1995) presentaron modificaciones con la incorporación de la información operacional de 1994-96, entregándose el resumen de los resultados del test en las tablas 2a y 2b. Se aprecia el valor del estadístico del test ($LSR(x_i - x_j)$), entre las distintas categorías de bodega, cuando la hipótesis nula no es aceptada.

De igual manera, en las pesquerías de sardina y anchoveta desarrollada en la III y IV Regiones, se aplicó el mismo test SNK para probar la homogeneidad de las CPUE mensuales estimadas para barcos de diferentes capacidades de bodega, con el propósito de categorizar la flota. En las tablas 3a y 3b se presenta el resumen de los resultados y en el Anexo 1 se entregan los resultados del test para las categorías de embarcación seleccionadas.

Las categorías de embarcación resultantes, para las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II Región), se presentan en la tabla 4a. En el caso de la pesquería de



sardina española, la categorización presenta algunas diferencias de la realizada por Böhm *et al.* (1995), que definió siete categorías de embarcación para el período 1980-93. Esta variación se produce al incorporar la información reciente de la pesquería (1994-96), donde la actividad extractiva desarrollada por las embarcaciones de menor tamaño (categorías 1 y 2 del Proyecto FIP N° 94-24) es escasa, produciéndose una homogenización de sus rendimientos y consecuentemente una agrupación en una sola categoría. En el caso de la pesquería de anchoveta, la categorización de la flota se mantiene.

Con respecto, a las pesquerías desarrolladas en las Regiones III y IV, la categorización de la flota resultante de la aplicación del test SNK se muestra en la tabla 4b.

3. Selección de la categoría estándar

Para la selección de la categoría estándar (o patrón) se consideraron los criterios señalados en el punto II.6 de Materiales y Métodos. En las tablas 5a, 5b, 6a y 6b se presenta el resumen operacional de la flota cerquera utilizada en la selección de la categoría estándar.

Para las pesquerías que se desarrollan entre la I-II Región, se observa que las embarcaciones agrupadas en la categoría 3 de sardina española (290-390 m³) y la categoría 4 de anchoveta (275-370 m³), cumplen de mejor forma con los criterios de selección para la categoría estándar. Al respecto, dichas categorías son las más representativas en cuanto al número de embarcaciones, bodega acumulada, niveles de captura por especie y esfuerzo desplegado, además, presentan la mayor cobertura geográfica del área, ya que registraron capturas en un mayor número de cuadrículas (Tablas 5a y 5b).

En cuanto a las pesquerías de la III-IV Región, se observa que las embarcaciones agrupadas en la categoría 2 de sardina española (275-440 m³) y la categoría 3 de



anchoveta (350-480 m³), son las que mejor responden a los criterios de selección señalados. Al respecto, dichas categorías están integradas por un número adecuado de barcos, con una capacidad de bodega acumulada importante, no obstante de haber sido superadas en estos indicadores por las categorías de barcos mayores en el último año (Tablas 6a y 6b).

Por otra parte, dichas categorías concentran importantes niveles de captura, siendo sólo superadas por las categorías mayores en el último año. En términos del esfuerzo de pesca, estas categorías efectuaron el mayor número de viajes con pesca y visitaron el mayor número de cuadrículas. Respecto a los aspectos tecnológicos, cabe señalar que los barcos que conforman estas categorías son de tamaños más grandes e ingresaron a la pesquería hace bastantes años, por lo cual su desarrollo tecnológico deberá ser ponderado por un índice que lo internalice.

4. Índice de desarrollo tecnológico (IDT)

Respecto al desarrollo tecnológico de las embarcaciones de la categoría patrón, se analizó una información suficiente sobre el tamaño de las redes y el alcance de los sonares de los barcos que conforman las nuevas categorías estándares, entregándose los resultados resumidos de ellos en las tablas 7a y 7b. Cabe destacar que para el período de estudio se recopilaron nuevos datos en las regiones I y II que se complementan con la información obtenida por Böhm *et al.* (1995).

Para la pesquería de sardina española (I-II Región), el IDT muestra en general una tendencia decreciente entre 1994-96 (-5,7%), en tanto que para la pesquería de anchoveta, este índice presenta un incremento sostenido (8,7%) en igual período (Tabla 7a). Esto se relaciona especialmente con lo observado en la Zona Norte en los últimos años, en donde al incremento poco significativo en el alcance de los sonares de las clases estándares (3,3%), se le sumó el incremento en el tamaño promedio de las redes



anchoveteras (5.2%), debido a que la anchoveta ha pasado a ser la especie predominante en la captura y por lo tanto la especie objetivo de la flota cerquera, en contraposición a lo observado con las redes sardineras, las que disminuyeron significativamente su tamaño promedio en el período (-8,7%).

En el caso de la III-IV Región, el IDT se incrementó entre 1994-96, tanto en la pesquería de sardina española (2,9%) como en la anchoveta (4,9%) (Tabla 7b). Al respecto, cabe señalar que en este período no varió el poder de detección de la flota pues no se incorporaron nuevos sonares a las embarcaciones estándares, por lo que dichos cambios positivos se relacionan con el leve aumento en la altura de armado de las redes, lo cual se refleja principalmente en el incremento de los IVR entre 1994-95 en sardina (2,7%) y entre 1995-96 en anchoveta (4,9%).

5. Selección de las subzonas de pesca

En la figura 2 se aprecian las subzonas de pesca determinadas para las unidades de pesquería de sardina española y anchoveta desarrolladas en las Regiones I-II y III-IV.

Para la selección de subzonas de pesca de la I-II Región se consideró la clasificación realizada por Böhm *et al.* (1995), la que estableció para la pesquería de la sardina española un total de ocho subzonas de pesca y para anchoveta un total de seis. A objeto de confirmar si las subzonas determinadas por Böhm *op cit.*, no presentaron cambios significativos en su composición y extensión, se aplicó un análisis estadístico con el test SNK (Sokal y Rölhf, 1979), comparándose la CPUE promedio mensual estimada para las distintas subzonas de pesca para el período de estudio (Tablas 8a y 8b).

En el caso de la pesquería de sardina española, las subzonas uno y seis presentarían rendimientos estadísticamente similares por lo que conformarían una sola subzona de pesca (Tabla 8a). Para la anchoveta, la aplicación del test infiere que no se han producido



variaciones en la conformación de las subzonas de pesca, lo que implica que las subzonas seleccionadas por Böhm *et al.*, (1995) mantienen su vigencia (Tabla 8b). Como resultado de lo anterior, el espacio de mar de la I-II Región se dividió en siete subzonas de pesca para la pesquería de sardina española y seis para la anchoveta, seleccionándose como patrones las subzonas cuatro y dos, respectivamente, situadas frente a Iquique.

Con respecto a las pesquerías desarrolladas en la III-IV Región, se realizó un análisis visual y posteriormente un análisis estadístico de los rendimientos de pesca. En la pesquería de sardina española, del análisis visual se seleccionaron tres subzonas de pesca, las cuales son muy costeras dadas las características de la pesquería; luego se realizó el análisis estadístico (test SNK) el cual establece que estadísticamente estas subzonas presentan rendimientos distintos por lo que se seleccionan como subzonas de pesca definitivas, destacándose la segunda de ellas (sur de Caldera) por sus mayores rendimientos, por lo que se elige como subzona patrón (Tabla 9a).

Para la pesquería de anchoveta, el análisis visual permitió seleccionar tres subzonas de pesca. Posteriormente, mediante el test SNK se estableció que dichas subzonas tuvieron rendimientos distintos, por lo que se eligen como subzonas de pesca definitivas. Entre estas subzonas destaca la subzona uno (frente a Caldera), la que satisfizo de mejor forma los criterios de selección para ser elegida como área patrón (Tabla 9b).

6. Estimación de los poderes de pesca

Los poderes de pesca de la flota que operó en la I-II Región, se presentan por categorías de embarcación y trimestres para los años 1994, 1995 y 1996, tanto para sardina española (Tabla 10a) como para anchoveta (Tabla 10b). Respecto de la sardina española, se observa en general una tendencia creciente en los poderes de pesca a medida que las categorías las integran barcos de mayores tamaños. No obstante, existen ciertas excepciones, como es el caso de 1996, en que la categoría 5 presenta poderes de



pesca menores a los de la categoría 4, lo que evidencia un desempeño menos eficiente. De la misma manera, el poder de pesca más bajo de la categoría 7 no es representativo, pues sólo fue el resultado de la operación esporádica de una única embarcación (Tabla 10a).

En el caso de la pesquería de anchoveta, se aprecia más claramente la tendencia creciente de los poderes de pesca a categorías mayores (barcos de mayor tamaño) con algunas excepciones. Por otra parte, también se observa un leve incremento en dicho índice en el trimestre IV para todas las categorías, coincidiendo con el período de reclutamiento.

Al respecto, los poderes de pesca trimestrales estimados para la III-IV Región, se entregan en las tablas 11a (sardina) y 11b (anchoveta). Al igual que en las pesquerías de la I y II Región se observa que a mayor tamaño mayor es el poder de pesca, a excepción de algunos períodos. En la pesquería de sardina destaca la menor eficiencia de los barcos mayores en el III y IV trimestre de 1994 y el mejor desempeño de los barcos menores en el IV trimestre de 1996.

En la pesquería de anchoveta, se detecta más claramente la tendencia creciente de los poderes de pesca a categorías mayores (barcos de mayor tamaño) con algunas excepciones. Se aprecia un leve incremento en dicho índice en el trimestre IV para todas las categorías, coincidiendo con el período de reclutamiento.

7. Análisis de la captura, esfuerzo de pesca estandarizado y CPUE mensual y anual

Las capturas por especie y el esfuerzo de pesca estandarizado mensual y anual (1994-96) de la flota cerquera industrial, se presentan en las tablas 12a, 13a y 13b para las pesquerías de sardina y anchoveta de la I-II Región y en las tablas 12b, 14a y 14b para



las Regiones III-IV. El esfuerzo estándar mensual fue estimado mediante la corrección del esfuerzo nominal (VP) con los poderes de pesca calculados trimestralmente por categorías de embarcación y subzonas de pesca, tomando en cuenta también la incidencia de los IDT respectivos.

7.1 Pesquerías de la I-II Región

En la pesquería de sardina española, las capturas presentaron una disminución sostenida en el periodo de estudio (1994-96), decreciendo entre 1994-95 en un 36% (de 82,8 mil a 52,8 mil t) y entre 1995-96 en un 32% (de 52,8 mil a 35,9 mil t), en tanto que el esfuerzo estandarizado también se redujo, alcanzando una disminución del 20% y del 35% en dichos periodos (Tabla 12a). Por su parte, la pesquería de anchoveta muestra una situación similar, reduciéndose sus capturas en un 24% (de 1,99 a 1,52 millones de t) y un 43% (de 1,52 a 0,86 millones de t) entre 1994-95 y 1995-96, respectivamente; no obstante, el esfuerzo estándar disminuyó solamente en un 3% y 5% en los mismos periodos (Tabla 12a).

Por otra parte, la sardina evidenció una disminución sostenida en su abundancia relativa, decreciendo en un 9,4% entre 1994-95 y un 5,2% entre 1995-96. Esta tendencia negativa fue más notoria en anchoveta, recurso que disminuyó su abundancia relativa en un 21% de 1994 a 1995 y un 42% al año siguiente.

La evolución mensual de los indicadores de captura, esfuerzo y CPUE, se presentan por pesquería en las tablas 13a y 13b. En relación a la pesquería de la sardina española, se puede señalar que durante 1994 las mayores capturas se obtuvieron entre junio-agosto (49,7 mil t: 60%), conjuntamente con la aplicación del mayor esfuerzo de pesca (759 VCP_e: 61%), coincidiendo con la época de mayor desove en la cual no se aplicó vedas (Tabla 13a y Anexo 3a). Durante 1995 este patrón se rompe, pues la más alta captura se registró en abril (12 mil t: 23%) pero el mayor esfuerzo se obtuvo en octubre (185 VCP_e: 19%). En este año, la veda reproductiva se aplicó entre el 21 de julio y el 27 de agosto.



En 1996 se observó una situación similar, donde los más altos registros de captura y esfuerzo mensual, se presentaron en marzo (7 mil t: 19%) y en septiembre (130 VCPe: 20%), respectivamente, aplicándose una veda reproductiva entre el 1 y el 21 de agosto al sur de los 19°30'S. Cabe señalar que, en los meses restantes en que no hubo restricción de pesca, las capturas mensuales de sardina no superaron las 9.200 t (abril de 1994), lo que evidencia claramente el estado de colapso en que se encuentra el recurso (Tabla 13a).

Por otro lado, los más altos índices mensuales de abundancia relativa se presentaron entre enero-febrero (1994 y 1995) y entre enero-marzo en 1996, pero esto no se reflejó en un aumento en las capturas debido por una parte, al estado del recurso y por otra, a que el esfuerzo pesquero se orientó a la captura de anchoveta (Tabla 13a).

Por su parte, en la pesquería de anchoveta, la mayor captura de 1994 se registró entre febrero-marzo (544 mil t: 27%), aplicándose en estos meses un esfuerzo de 2.896 VCP_e (20%), sin embargo, el mayor esfuerzo mensual se desplegó en julio (2.003 VCP_e; 14%), registrándose también en este mes un buen nivel de captura (226 mil t; 11%) (Tabla 13b). Cabe destacar que, en este año, el recurso estuvo en veda entre el 1 de enero y el 13 de febrero y también a partir del 18 de diciembre (Anexo 3b).

En 1995, los más altos registros mensuales se presentaron en junio (341 mil t: 22%; 1.951 VCP_e: 14%), aunque entre enero-marzo se registraron importantes niveles de captura (552 mil t: 36%) y de esfuerzo (4.724 VCP_e: 34%). En este año, entre enero y parte de marzo se aplicaron vedas de distinta duración y cobertura geográfica principalmente en la II Región; protegiéndose el periodo reproductivo entre julio-agosto y el reclutamiento entre noviembre-diciembre.

Durante 1996, las capturas decrecieron fuertemente con la presencia del evento "El Niño", registrándose las más altas cifras mensuales en enero (167 mil t: 19%) y julio (107 mil t: 12%) y el mayor esfuerzo en los mismos meses (14% y 12%, respectivamente) (Tabla



13b). Es necesario destacar que en 1996 sólo se aplicó una veda en agosto, al sur de los 19°30'S (mitad de la I Región) y a partir de mediados de diciembre en toda el área de estudio (Anexo 3b).

La mayor abundancia relativa mensual se observó en 1994 entre enero-febrero; en 1995 entre mayo-junio y durante 1996 en enero y entre abril-junio (Tabla 13a).

7.2 Pesquerías de la III-IV Región

En la pesquería de sardina española, las capturas aumentaron de 43 mil a 55 mil t (29%) entre 1994-95, para disminuir significativamente al año siguiente a 25 mil t (-55%). Asimismo, el esfuerzo estándar se incrementó levemente en el primer período (4%), pero decreció notoriamente entre 1995-96 (-48%). Por su parte, la abundancia relativa de sardina, medida a través de la CPUE promedio ponderada anual, muestra un aumento del 23% entre 1994-95 y una disminución del 12% entre 1995-96 (Tabla 12b).

En la pesquería de anchoveta, se presentó una situación similar entre 1994-96, aunque las fluctuaciones fueron mucho mayores. Es así que las capturas crecieron de 96 mil a 188 mil t (95%), para después disminuir a 63 mil t (-67%) y paralelamente el esfuerzo estándar creció y decreció en 17% y 36%, respectivamente (Tabla 12b). Consecuentemente, la variación interanual de la CPUE señala un fuerte aumento de la abundancia relativa del recurso entre 1994-95 (74%) y una no menos notoria disminución entre 1995-96 (-52%).

En las tablas 14a y 14b se presenta la evolución mensual de dichos indicadores. En cuanto a la sardina española, se observó que en 1994 las mayores capturas se obtuvieron entre febrero-marzo (19,5 mil t: 45%), aplicándose un esfuerzo estándar de 246 VCP_e (43%) (Tabla 14a). Durante 1995, los más altos registros se presentaron entre enero-febrero (31,4 mil t: 57%; 291 VCP_e: 49%) y en 1996 nuevamente entre febrero-marzo (18,5 mil t: 74%; 202 VCP_e: 65%). Cabe destacar que entre mayo-agosto y



noviembre-diciembre de 1996, las capturas fueron ínfimas y entre septiembre-octubre fueron nulas. Las mayores abundancias relativas se presentaron en 1994 entre julio-agosto (período reproductivo principal) y durante 1995 y 1996 entre febrero-marzo.

En la pesquería de anchoveta, las capturas más importantes se registraron durante 1994 entre noviembre-diciembre (39 mil t: 41%), en 1995 entre abril-junio (119 mil t: 63%) y en 1996 en marzo (31 mil t: 49%), concentrándose en estos períodos el mayor esfuerzo pesquero (34%, 47% y 35%, respectivamente). Adicionalmente, los mayores índices de abundancia se registraron también en estos períodos, excepto en 1994 en que el más alto valor se obtuvo en agosto.

Respecto a las restricciones de pesca entre la III-IV Región, cabe destacar que la sardina española estuvo sometida a vedas reproductivas sólo en la III Región en 1995 (21 de julio al 27 de agosto) y conjuntamente con la anchoveta en 1996 (1 al 21 de agosto).

7.3 Captura y esfuerzo de pesca de la flota, según puerto base

El análisis integrado de operación de la flota con base en los puertos situados entre la I y IV Región señala que, tanto las capturas como el esfuerzo de pesca (nominal) de sardina española y anchoveta presentaron una fuerte disminución entre 1994-96 (Tablas 15 y 16).

Respecto a sardina española, las capturas decrecieron de 126 mil a 108 mil t (-14%) entre 1994 - 95 y luego a 61 mil t (-44%) en 1996, al igual que el esfuerzo medido en VP (-24 y -41%, respectivamente). Por su parte, en estos mismos períodos, las capturas de anchoveta se redujeron de 2,09 millones a 1,71 millones de t (-18%) y posteriormente a 925 mil t (-46%) y el esfuerzo (VP) decreció entre -5 y -16%.

Cabe destacar que la flota cerquera industrial no varió significativamente su estructura en número, tamaño ni composición por puerto en 1994, 1995 y 1996 (164, 163 y 168 barcos, respectivamente) y su régimen de pesca se ha mantenido, por lo que la



reducción de las capturas se asociaría preferentemente a la menor abundancia y disponibilidad de dichos recursos.

En los tres últimos años, la flota de la I-II Región capturó anualmente sobre el 50% del total de sardina (entre 51 y 67%) en tanto que la flota de la III-IV Región aportó con gran parte del resto (entre 33 y 46%). Cabe señalar que también operaron esporádicamente en el área embarcaciones pertenecientes a puertos de la Zona Centro-Sur (aportes a la captura menores al 5%), los cuales se incluyeron en este análisis. En 1994, la flota de Iquique registró la mayor captura de sardina (41,2 mil t: 33%), pero en los últimos dos años fue la flota de Caldera (31 y 30%, respectivamente).

En el caso de la anchoveta, entre 1994-96 las capturas de la flota de la I-II Región han sido mayoritarias (entre 89 y 95%), con una mayor contribución de las flotas de Iquique y Arica (49% y 35% como promedio, respectivamente). Es necesario destacar que en los puertos de Arica e Iquique se concentró anualmente el 85% de las embarcaciones, las que desarrollaron la mayor parte del esfuerzo (92% como promedio anual).

8. Distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo estándar, rendimientos y CPUE

Al momento de realizar la representación espacial de los distintos indicadores pesqueros, se pudo constatar que en el caso de la sardina y anchoveta en la I y II Región existen dos patrones dominantes de distribución espacial del recurso; a saber, uno pegado a la costa y otro en el sector norte a lo ancho de la línea divisoria con las aguas jurisdiccionales peruanas (Figs. 11 y 12). Para el caso de la sardina y anchoveta de la III y IV Región el patrón se reduce a la distribución costera (Figs. 21 y 22).

Después de analizar críticamente los resultados obtenidos a través del centro de gravedad ponderado, se concluyó que no resultaba ser un índice apropiado a los propósitos del estudio, ya que este índice se acomoda a distribuciones con un máximo



local (Clark and Hosking, 1986). Por ejemplo, en el caso de la anchoveta en la I y II Región existen dos máximos locales, uno en torno a Arica y otro alrededor de Iquique y al momento de calcular el centro de gravedad se obtiene una posición entre ambos puertos, lo cual induce a un error de interpretación del lector. Por esta razón se optó por un método alternativo que corresponde al cálculo de índices según variación latitudinal y longitudinal.

8.1 Pesquerías de la I-II Región

En las figuras 3 (a, b y c) a 10 (a, b y c) se presentan, para el período 1994-96, las distribuciones espaciales mensuales de las capturas, esfuerzo estándar, rendimiento y CPUE de la sardina y anchoveta extraídas por la flota cerquera industrial en la I-II Región. Asimismo, en las figuras 11 y 12 se presenta la distribución anual de la captura según variación latitudinal y longitudinal y en las tablas 17 (a y b) a la 20 (a y b) se entregan los valores mensuales de dichas variaciones correspondientes a la captura y viajes con pesca estándar de ambos recursos.

Al respecto, el análisis longitudinal realizado a la pesquería de sardina señala que en el período 1994-96 la distribución del recurso fue netamente costera, con un radio de acción localizado preferentemente dentro de las 30 primeras millas de la costa. Durante 1994 las mayores capturas de este recurso se obtuvieron entre los 21°00' y 24°00'S que corresponden a los rangos entre 7 y 12 (Fig. 11A), disminuyendo de manera importante hacia los extremos del área de estudio. En términos longitudinales las capturas se concentraron entre las 10 y 20 millas de la costa (distancia 2 de la figura 11B), siendo bastante menores al oeste de las 30 millas. En 1995 se aprecia latitudinalmente un patrón diferente al del año anterior, localizándose las mayores capturas al sur de los 23°30'S y con capturas casi nulas en el área norte de la zona de estudio (18°20' - 20°00'S), a su vez los mayores rendimientos de pesca se registran entre Tocopilla y Antofagasta. Longitudinalmente se observa la misma tendencia de 1994, registrándose el peak más alto de 10 a 20 millas. Durante 1996, si bien las capturas presentaron nuevamente una



importante baja respecto al año anterior (Tabla 12a), éstas se concentraron al igual que el año anterior, hacia el sur, con un patrón similar a 1995 (Fig. 11A) y extrayéndose preferentemente en las primeras 20 millas de la costa.

En la pesquería de anchoveta, al igual que la sardina, la cobertura espacial de la especie fue netamente costera, con una operación de la flota centrada principalmente en las 20 primeras millas de la costa. El análisis latitudinal correspondiente a la pesquería de anchoveta de la I-II Región, muestra para 1994, una concentración de las mayores capturas en el área norte de la zona de estudio, entre los $18^{\circ}20'$ y $21^{\circ}30'S$, con volúmenes que superan en 1994, las 150 mil t por rango de latitud (Fig. 12A). Hacia el sur las capturas disminuyen fuertemente, apreciándose que la franja que va desde las 10 hasta las 20 millas presenta los mayores valores, disminuyendo hacia el oeste (Fig. 12B). En 1995 la disminución en las capturas también se reflejó en el área norte de la zona de estudio, apreciándose latitudinalmente un patrón similar al del año anterior y con capturas casi nulas en el área sur de la zona de estudio ($24^{\circ}30' - 26^{\circ}00'S$); longitudinalmente se observa la misma tendencia de 1994, registrándose el peak más alto de 10 a 20 millas. Durante 1996, si bien las capturas presentaron nuevamente una importante baja respecto al año anterior (Tabla 12a), éstas se focalizaron hacia el norte, con un patrón similar a 1995 pero con niveles muy por debajo (Fig. 11A).

8.2 Pesquerías de la III-IV Región

Las figuras 13 (a, b y c) a 20 (a, b y c) presentan las distribuciones espacial y mensual para el período 1994-96, de las capturas, esfuerzo estándar, rendimiento y CPUE de sardina española y anchoveta aportadas por la flota cerquera industrial de la III-IV Región. Además, las figuras 21 y 22 contienen la distribución anual de la captura según variación latitudinal y longitudinal y en las tablas 21 (a y b) a la 24 (a y b) se entregan los valores mensuales de dichas variaciones correspondientes a la captura y viajes con pesca estándar de ambos recursos.



Para la pesquería de sardina española, el análisis de la repartición geográfica del recurso indica que en el período de estudio el recurso se distribuyó de manera bastante costera, sobrepasando las 30 millas de la costa en escasas ocasiones. Durante 1994 las mayores capturas se centraron en las proximidades del puerto de Caldera, obteniéndose también los mayores valores de rendimientos y CPUE (Figs.13 a 16). Hacia el sur la captura, como el esfuerzo de pesca y los rendimientos disminuyen de manera ostensible. Longitudinalmente la cobertura espacial del recurso se concentra en las primeras 30 millas de la costa. En 1995 el patrón latitudinal presenta una leve diferencia respecto a 1994, ubicándose el recurso un poco más al sur, sin embargo los mejores rendimientos vuelven a registrarse en los alrededores de Caldera; longitudinalmente la sardina se distribuyó más costera apreciándose el peak más alto entre las 10 y 20 millas (Fig. 21 B). En 1996, las capturas presentaron una importante baja respecto al año anterior, latitudinalmente éstas se concentraron hacia el norte continuando con un patrón similar a los años anteriores; no obstante, longitudinalmente la especie presentó una cobertura algo más oceánica que los años precedentes extrayéndose principalmente en las primeras 20 y 30 millas de la costa.

En cuanto a la pesquería de anchoveta, al igual que la sardina la cobertura espacial de la especie fue netamente costera, con una operación de la flota centrada entre las 20 y 30 primeras millas de la costa. El análisis latitudinal correspondiente a la pesquería de anchoveta de la III-IV Región, muestra que similarmente con la sardina, ésta concentra las mayores capturas en el área norte de la zona de estudio, entre los 26°00' y 29°00' (Fig. 22A).

En 1994 los mayores registros de los indicadores pesqueros se localizan frente a Caldera, hacia el sur dichos índices disminuyen sostenidamente; longitudinalmente este recurso se concentra en las primeras millas de la costa, apreciándose que la franja que va de 20 a 30 millas presenta los mayores valores, disminuyendo hacia el oeste (Fig. 22B). En 1995 se mantiene el patrón del año anterior pero con volúmenes mayores, sin embargo el aumento en las capturas se reflejó en las latitudes del área norte de la zona de estudio



apreciándose que las mayores capturas se registran al sur de Caldera; longitudinalmente se observa la misma tendencia de 1994, destacándose que más del 60% de las capturas se obtuvieron entre las 20 y 30 millas, con una cifra que supera las 120 mil toneladas (Fig. 22B).

Durante 1996, las capturas presentan una disminución ostensible respecto del año anterior (Tabla 21a). Sin embargo, la operación de la flota se extiende hacia la zona de Coquimbo, lo que implica que el recurso se distribuyó más al sur que en los años precedentes y más homogéneamente a lo largo de la costa. Asimismo, en este año se observa que la anchoveta tiene una pequeña expansión hacia el oeste registrándose entre las 30 y 40 millas el 25% de las capturas anuales.

9. **Modelo de proyección del stock de sardina bajo régimen de tasa de explotación constante**

Como resultado de la evaluación de stock mediante ADAPT, se dispone de una serie histórica de biomasa desovante y reclutamientos. En la figura 32 se muestra la relación del stock desovante-reclutas. El inicio de la serie corresponde al nivel de 2 millones de t de biomasa desovante (1974) y 40 mil millones de sardinas reclutas. En la relación entre la biomasa desovante y subsecuente reclutamiento se observan cambios importantes. De su análisis se deduce que la tendencia del reclutamiento no puede ser explicada por cambios en el tamaño del stock progenitor, más aún, se observa que el reclutamiento es independiente del tamaño del stock desovante hasta un nivel aproximado de 7 millones de toneladas de biomasa desovante; posteriormente la relación se devuelve hacia el origen pero por debajo del nivel anterior. Esto sugiere un cambio de régimen en el ambiente, el que se habría tornado desfavorable para la sardina después de 1983 (Serra, Cury y Roy, en prensa), afectando los reclutamientos. En esta situación un nivel de biomasa desovante de 2 millones de t genera niveles de reclutamientos muy diferentes según el ambiente, disminuyendo de aproximadamente 40 a menos de 10 mil millones de



toneladas. Otro antecedente que refuerza el argumento de cambio de régimen ambiental es la recuperación de la anchoveta después de 1983.

Los tres últimos puntos de la figura 32 fueron descartados porque se consideran estaban sobreestimados, derivadas de la calibración de ADAPT, aspecto discutido en el párrafo sobre evaluación de stock de la sardina. Por consiguiente, el último año considerado corresponde al stock desovante de 1990, el que generó el reclutamiento estimado como edad 2 en 1992.

La consideración sobre el cambio de régimen del ambiente, que generó a su vez un cambio de régimen en la sardina, implica que un modelo stock-recluta no representa la relación descrita en sardina. Por consiguiente para propósitos de la simulación se consideró este hecho, asumiéndose que los reclutamientos entre 1983 y 1990 representan el nuevo régimen. Un enfoque similar fue considerado por Parma (1996) para el lenguado del Pacífico Nororiental. Sobre esta serie se calculó un reclutamiento como la media geométrica y su varianza. La incertidumbre asociada a la variabilidad del proceso de reclutamiento se incorpora entonces generando los reclutamientos futuros según el modelo:

$$R_t = R_0 * \exp^{\epsilon}$$

donde t corresponde al año de la proyección, R_0 a la media geométrica de los reclutamientos y ϵ es el error, que es una variable aleatoria con distribución normal (media 0 y varianza σ^2). El valor calculado de R_0 fue 1,078E+10 y la varianza 0,47602. La serie de reclutamientos estimados y que fueron considerados en la simulación se muestran en la figura 33.

Al respecto, se consideraron los siguientes puntos biológicos de referencia (PBR):

- $F_{0.1}$: tasa instantánea de mortalidad por pesca donde el incremento marginal del rendimiento por recluta es el 10% del incremento marginal del rendimiento por recluta de una pesquería incipiente.



- $F_{40\%BDR}$: tasa instantánea de mortalidad por pesca a la cual la biomasa desovante por recluta se reduce a un 40% de la biomasa desovante por recluta sin pesca.
- $F_{2/3}$: tasa instantánea de mortalidad por pesca en la cual la biomasa del stock desovante por recluta es 2/3 de la biomasa desovante por recluta sin pesca.

Para estimar estos PBR se utilizó el modelo de rendimiento por recluta de Thompson y Bell (1934), siendo sus parámetros de entrada el patrón de explotación (r), los pesos medios a la edad (w_i) y M . El patrón de explotación y el vector de pesos medios son los mismos considerados en la proyección. Los PBR estimados son:

$F_{0,1}$	1,053
$F_{40\%}$	2,83
$F_{2/3}$	0,72

Las trayectorias de los indicadores de stock desovante, rendimientos, razón entre la biomasa del año t y la del año 1990 y la razón entre el stock desovante del año t y del correspondiente al año 1990 se muestran de las figuras 34 a 37.

La proyección de la biomasa desovante con los tres niveles de explotación constante ($F_{0,1}$, $F_{40\%BDR}$ y $F_{2/3BDR}$) muestra que todos son sustentables en el largo plazo, con el escenario hipotético de reclutamientos, según se observa en la figura 34.

En la proyección se aprecia que el tamaño del stock desovante disminuye, para posteriormente presentar una tendencia creciente y volverá a disminuir en los últimos años pero en menor medida. El comportamiento de las tres trayectorias es similar siendo la diferencia su nivel.

La trayectoria del indicador de los rendimientos (captura en toneladas) muestra que con todas las políticas se produce inicialmente una disminución importante, producto de la



disminución de la abundancia que se observa todavía al inicio de la proyección y a la reducción del nivel de explotación. Posteriormente toman una tendencia creciente, hasta alcanzar un máximo disminuyendo nuevamente en los últimos dos años. La evolución de los rendimientos es consistente con las de la abundancia, representada por el stock desovante (Fig. 34) y que también se observa en la razón B_t/B_{1990} (Fig. 36).

Finalmente, el indicador de la razón entre la biomasa desovante en el año t y 1990, año de inicio de la proyección, muestra que las políticas $F_{0.1}$ y $F_{2/3BDR}$ son las más conservadoras puesto que mantienen el stock desovante con tamaños en general mayores al del año de inicio de la proyección. La política de $F_{40\%BDR}$, si bien reduce el stock con respecto al stock inicial, se observa que éste presenta una recuperación parcial de su magnitud.

El desempeño de las tres políticas de explotación constante se puede analizar también en términos del rendimiento promedio, nivel medio del stock desovante y número de veces que la biomasa desovante fue menor a la biomasa inicial y a una biomasa desovante crítica (Tabla 36).

En la tabla 36 se observa que el mayor rendimiento promedio en el período de la proyección se obtiene con una tasa de $F_{40\%BDR}$ y que la mayor biomasa promedio se produce con una política de $F_{2/3BDR}$. Esta política es la que presenta la menor frecuencia (Fr) de eventos en que la biomasa desovante es menor a la biomasa desovante inicial y ningún evento en que es menor a una biomasa desovante de tamaño crítico (1,75 millones de t de biomasa desovante) y que corresponde a una fracción del 25% del stock desovante máximo y a un tamaño de stock bajo el cual la relación stock-recluta disminuye rápidamente hacia el origen, es decir, existe dependencia del reclutamiento del tamaño del stock desovante.

Los resultados descritos confirman el resultado de Walters y Parma (1995) que en un recurso que varía en el largo plazo por efecto del ambiente, una política de tasa de



explotación constante permite al stock desovante seguir tales variaciones y en general la abundancia.

En una situación como la actual del recurso sardina, en el que las capturas obtenidas en la zona norte desde 1993 son muy inferiores a 350 mil t, lo que sugieren una situación muy deteriorada del stock de sardina, justifica la aplicación de la política más conservadora que se desprende de este análisis y que es una tasa de explotación de $F_{2/3BDR}$ y que sólo produce una disminución de un 12% de los rendimientos promedios.

Por último, los resultados permiten visualizar claramente los beneficios que se hubieran obtenido en esta pesquería, si se hubiese regulado la tasa de explotación de este recurso, incluso con una política de $F_{0.1}$, la que de hecho ha sido utilizada para calcular las capturas totales permisibles de este recurso.

10. Modelo de proyección del stock de anchoveta bajo régimen de tasa de explotación constante

El modelo de proyección del stock de anchoveta, se analiza considerando cinco estrategias de explotación constantes, que son: $F_{2/3}$, $F_F = M$, $F_{0.1}$, F_{med} y $F_{1/3}$. Además, el modelo tiene dos variantes, una relacionada con la relación stock-recluta sin la incorporación de variables ambientales (variante A) y la otra con la inclusión de variables ambientales como temperatura, salinidad, índice de turbulencia e índice de surgencia (variante B). Los resultados de los índices de desempeño se entregan a continuación.

10.1 Análisis sin variables ambientales (Variante A)

Este análisis muestra que en todas las estrategias evaluadas, el stock de anchoveta alcanza en el largo plazo una estabilización de los índices de desempeño como captura, biomasa, reclutamiento y biomasa desovante. Este resultado se produce debido a que el stock se encuentra sometido a un régimen demográfico, de tasas de mortalidad



constantes y reclutamientos que tienden a estabilizarse a través de la relación de stock-reclutamiento, pasada una generación de anchovetas.

El análisis también muestra que la aplicación de cualquier estrategia, tiende a la estabilización del stock y las que poseen mayores magnitudes de F , producen un aumento de las capturas, ésto es especialmente notable bajo F_{med} y $F_{1/3}$. Sin embargo, estas estrategias son también las que reducen más los niveles de stock total, el reclutamiento y el stock desovante.

Las estrategias $F_{2/3}$, $F_{F=M}$ y $F_{0.1}$, se sitúan en una situación opuesta respecto a las anteriores, implican capturas menores, pero lo hacen salvaguardando una mayor cantidad de stock desovante (Fig. 38).

Referente a los índices de desempeño, se observa que el incremento de las tasa de explotación genera mayores capturas, pero éstas presentan un mayor coeficiente de variación (Fig. 39A y Tabla 37). Sin embargo, las mayores tasas de explotación, también producen una disminución de la biomasa total, el reclutamiento y el tamaño del stock desovante (Fig. 39B, C y D).

En la proyección de estos índices de desempeño, se obtuvo una función concava del coeficiente de variación en relación a las tasas de explotación, siendo su nivel mínimo con $F = F_{0.1}$. Este resultado se produjo, por una estructura del modelo, debido a que este nivel de explotación logra más rápidamente el nivel de equilibrio en la relación stock-reclutamiento (propiedad de la convergencia de la relación) (Ricker, 1954).

Entre las estrategias analizadas, $F_{2/3}$ y $F_{F=M}$ aparecen como las más conservadoras de todas. Como se observa en la figura 38, su adopción significa optar por un riesgo menor. Después de una disminución de corto plazo de la biomasa desovante, la tendencia del stock es a situarse en un nivel muy próximo al actual (Fig. 38D).



10.2 Análisis con variables ambientales (Variante B)

El modelo de proyección incorpora una función de stock-reclutamiento con la inclusión de variables ambientales como: temperatura, salinidad, índice de turbulencia e índice de surgencia costera. En primer lugar se generó el escenario de las condiciones ambientales, para lo cual se utilizaron los datos observados de las condiciones ambientales del mes de septiembre, para el período 1984-1995. Cabe mencionar que el análisis del modelo de proyección con variables ambientales debe entenderse como el resultado de una simulación de un modelo poblacional bajo la restricción de " que sucedería si ", se dieran las condiciones ambientales descritas en la figura 40. Estas condiciones ambientales son datos replicados de la serie de datos observados. En el período de 1996-2015, existen tres fenómenos de El Niño, correspondientes a los años 1997-1998, 2002-2003 y 2013-2014 (Fig. 40). Cabe mencionar en el modelo de stock-reclutamiento sin la incorporación de variables ambientales tuvo un coeficiente de determinación $R^2 = 0,34$, sin embargo, al incluir las variables ambientales, el coeficiente de determinación se incrementó a $R^2 = 0,71$, lo cual señala la importancia de las variables ambientales en la determinación del reclutamiento de esta especie.

Esta variante del modelo de proyección, muestra que las tasas de explotación de mayor magnitud, obtienen evidentemente las capturas mayores. Simultáneamente estas estrategias presentan menores biomasa, reclutamientos y tamaño de stock desovante. A diferencia de la variante A, las estimaciones de captura, biomasa, reclutamiento y biomasa desovante presentan fuertes fluctuaciones interanuales producidas por el ambiente (Fig. 41). Paralelamente los valores de coeficientes de variación de los índices de desempeño aumentan en un factor de cuatro veces más con la inclusión de variables ambientales. Este aumento del coeficiente de variación es proporcional con el aumento de F , a excepción del reclutamiento que es inversamente proporcional (Fig. 42 y Tabla 38).

Las estrategias de explotación $F_{2/3}$, $F_{F=M}$, $F = F_{0.1}$ presentan niveles de captura dentro del orden de magnitud del desarrollo de la pesquería. Sin embargo, las estrategias $F_{1/3}$ y F_{med}



generan capturas superiores a tres millones de toneladas, produciendo grandes variaciones interanuales, con un stock más variable, siendo estas estrategias poco sustentables para el stock.

En este análisis se consideraron tasas de explotación constante y en este proyecto no se analizan estrategias de capturas constante o biomasa de escape. Estas últimas estrategias de explotación debieran analizarse en el futuro, debido a que los stock pelágicos se encuentran sujetos a variaciones oceanográficas cíclicas que afectan su disponibilidad.

Las variaciones oceanográficas cíclicas generalmente se encuentran incorporadas en los indicadores de la pesquería como el patrón de capturas estacionales. Sin embargo, perturbaciones oceanográficas como el fenómeno El Niño que es aperiódico presentan efectos diversos en ambos stock. También los efectos son diferentes tanto para el stock parental como para el reclutamiento y de acuerdo a la intensidad y duración del fenómeno, presentan diversos resultados.

Por lo tanto, se puede señalar que en el caso de la anchoveta, la estrategia de explotación constante equivale a cosechar anualmente una fracción fija de biomasa. Los resultados de este análisis indica que la presencia de fuertes alteraciones ambientales en el largo plazo, genera capturas levemente mayores que en una situación estable. Considerando como supuesto que esta simulación, contiene un modelo de stock-reclutamiento que describe apropiadamente esta relación en el cual están incorporadas las variables ambientales relevantes. Es factible que la relación stock-reclutamiento pueda ser mejorada, en el sentido de analizar los procesos biológicos y oceanográficos de los primeros estadios de desarrollo de la anchoveta. Para caminar en este sentido, debe incorporarse el modelamiento de los patrones de circulación de las masas de aguas para poder cuantificar adecuadamente la fuente de mortalidad por fenómenos de transporte fuera de las áreas de retención larval. Otro método que debe desarrollarse es tener indicadores de la producción biológica del ecosistema en las áreas de alimentación,



mediante cuantificaciones **in situ** y proyección a mesoescala a través de mediciones satelitales. Estas son investigaciones de punta y actualmente estas tecnologías están en su etapa de desarrollo en Canadá y USA. En Chile deben ser incorporadas en el futuro, para mejorar nuestra comprensión de las relaciones existentes entre el stock desovante y reclutamiento y también obtener mayor robustez de estas simulaciones.

El enfoque de este proyecto fue analizar la estrategia de explotación constante que consiste en aplicar una tasa de mortalidad que equivale a obtener anualmente una fracción fija de la biomasa del stock, (Anónimo, 1998), independientemente si la biomasa aumenta o disminuye por efectos ambientales. En muchos stock de peces, es necesario conocer su capacidad de recuperación para definir apropiadamente una estrategia de F% de la biomasa (Sissenwine and Shepherd, 1987). Sin embargo, $F_{2/3}$ es un porcentaje del stock desovante conservativo, que puede ser seleccionado para este stock.



IV. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de los resultados comprometidos en el presente informe, se resumen a continuación:

En las pesquerías de sardina española y de anchoveta de la I-II y III-IV Región, la unidad de esfuerzo más adecuada es el viaje con pesca (VP), en tanto que la característica funcional más asociada al poder de pesca de las embarcaciones es la capacidad de bodega (CB).

En las pesquerías de la I-II Región, la flota cerquera se agrupó en seis categorías de barcos, tanto en sardina española como en anchoveta, siendo las categorías estándar las de 290-390 m³ y de 275-370 m³, respectivamente. En la III-IV Región, la flota fue categorizada en tres y cuatro estratos de bodega para la pesquería de sardina y anchoveta, siendo elegidas como patrones las categorías de 275-440 m³ y de 350-480 m³, respectivamente.

El área marítima de la I-II Región, fue dividida en siete subzonas de pesca para la pesquería de sardina española y seis para la anchoveta, seleccionándose como patrones las subzonas cuatro y dos, respectivamente, ambas situadas frente a Iquique. En la III-IV Región, de las tres subzonas de pesca establecidas, tanto para sardina como para anchoveta, se seleccionaron como patrones las subzonas dos (sur de Caldera) y uno (frente a Caldera), respectivamente.

En el período de estudio, el índice anual del desarrollo tecnológico (IDT_a) de los barcos de la categoría estándar habría presentado una tendencia decreciente en la pesquería de sardina española (-5,7%) y un aumento sostenido en la pesquería de anchoveta (+8,7%) de la I-II Región. Esta última tendencia también se observa para la III-IV Región en ambas pesquerías (2,9% y 4,9%, respectivamente).



En general, los poderes de pesca se incrementan a medida que aumenta el tamaño de las embarcaciones de la I-II y III-IV Región, tanto en la flota que captura sardina española como anchoveta. En la pesquería de sardina (I-II Región), la flota presentó mayor poder de pesca en los periodos reproductivos y en la anchoveta en los trimestres asociados al reclutamiento (I y IV).

En las pesquerías de sardina y anchoveta (I-II Región), las capturas presentaron una notable y sostenida disminución entre 1994-96. En este periodo, las capturas de sardina española decrecieron de 82,8 mil t a 35,9 mil t (-57%) y las de anchoveta de 1,99 millones de t a 862 mil t (-57%). El esfuerzo también presentó una reducción importante en la sardina (de 1.243 a 647 VCP_e: -48%), la que fue bastante menos significativa en la anchoveta (de 14.438 a 13.261 VCP_e: -8%). Por su parte, la abundancia relativa también se habría reducido en sardina (de 65,9 a 56,6 t/VCP_e: -14%) y en anchoveta (de 139,0 a 64,1 t/VCP_e: -54%).

Por su parte, en la III-IV Región y en especial en la pesquería de anchoveta, se observaron notorios incrementos entre 1994-95 y fuertes decrementos entre 1995-96. En términos generales, entre 1994-96 las capturas de sardina decrecieron de 43 mil a 25 mil t (-42%) y el esfuerzo de 569 a 311 VCP_e (-45%), pero la abundancia relativa habría crecido de 75,0 a 81,1 t/VCP_e (+8%). Asimismo, las capturas de anchoveta disminuyeron de 96,4 mil a 62,6 mil t (-35%), el esfuerzo de 1.016 a 766 VCP_e (-25%) y la abundancia relativa de 96,5 a 81,1 t/VCP_e (-16%).

La distribución espacio-temporal de la captura, esfuerzo estándar, rendimientos y CPUE ejercida sobre la sardina y anchoveta en la I-II Región se desarrolla preferentemente en las primeras 20 millas de la costa. Latitudinalmente la pesquería de la sardina se ejerce principalmente al sur de los 21°30'S, en cambio la anchoveta se extrae en el área norte de la zona de estudio, disminuyendo fuertemente su presencia al sur de los 22°00'S.



Para la pesquería de sardina y anchoveta de la III-IV Región la distribución espacio-temporal muestra que ésta concentra los mayores niveles de captura y esfuerzo en el área norte del área de estudio (26°00' - 29°00'S), siendo prácticamente nulo hacia el sur. Longitudinalmente la pesquería se desarrolla hasta las primeras 30 millas de la costa, correspondiendo la franja entre las 20-30 millas la más productiva para el período analizado.

En anchoveta, las estrategias de explotación que evita la sobrepesca por crecimiento son $F_{0,1}$ y F_{rep} . El criterio $F_{0,1}$ es una magnitud que ha soportado el stock y está cercana al valor actual de explotación de los últimos años. Sin embargo F_{rep} es un nivel de explotación excesivamente alto y genera una sobrepesca del stock conllevando una alta probabilidad de colapso. Esta estrategia no es recomendable, cuando el stock se encuentra bajo el nivel promedio de largo plazo (Anónimo, 1998).

En relación con las estrategias de explotación que tienden a evitar la sobrepesca por reclutamiento, el punto biológico de referencia como $F_{2/3}$, es el más conservador y corresponde aproximadamente a un nivel inferior de explotación al que actualmente soporta el stock. Esta magnitud genera en el corto plazo una disminución poblacional, pero en el largo plazo aumenta y en el lapso de una generación de anchovetas mantiene las actuales capturas. Esta estrategia de explotación en un lapso de 20 años presenta una situación estable del stock y puede mantener capturas de 1,1 millón de toneladas anuales.

La otra estrategia de explotación que evita la sobrepesca por crecimiento es $F_{1/3}$ y corresponde a un nivel superior al experimentado por el stock de anchoveta e inclusive a $F_{0,1}$, no siendo recomendable. La estrategia de explotación $F_{F=M}$ es una magnitud que ha soportado el stock de anchoveta y no constituye un nivel excesivo de mortalidad por pesca, lo cual permite mantener la captura actual, siendo la captura anual promedio de largo plazo de 1,25 millón de toneladas.





V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anónimo. 1998. Improving fish stock assessment. Comittee of fish stock assessment Methods. Ocean Studies Board. Commission on Geosciences, Environmental an Resouces, National Research Council. National Academy Press. Washington D.C.177 p.
- Bakun, A. y R.M. Parrish. 1980. Environmental input to fishery population model for eastern boundary current regions. In: Workshop on the effects of environmental variations on the survival of larval pelagic fisheries. G.D. Sharp (Ed.), Intergovernmental Oceanographic Commission Rep., 28: 328 p.
- Bakun, A. y R.M. Parrish. 1982. Turbulence, transport and pelagic fish in the California and Peru current systems. CalCOFI Rep., 23: 99-112.
- Barbieri, M.A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, M.G. Böhm, J.L. Blanco, E. Yáñez y V. Catasti. 1996. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (Fase Crucero Metodológico). Proyecto FIP Nº 95-07: 108 p. + figuras, tablas y anexos.
- Barria, P. 1996. Investigación evaluación del stock de anchoveta, I y II Región. 1995. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 31 p. + 22 anexos.
- Beverton, R. J. H. and S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Investigation Series II, Marine Fisheries, Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 19.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt. 1957. On the dynamic of exploited fish populations. Fisheries Invesment Series 2, Vol. 19 U.K. Ministry of Agriculture and Fisheries, London.



- Böhm, M.G., L. Caballero, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo y R. Serra. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales. Pesquerías Pelágicas de la zona centro-sur, 1991: Estado de la situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP (Chile), SGI-IFOP 92/2: 37 p.
- Böhm, M.G., M.A., Barbieri, E. Yáñez, A. González, C. Canales y V. Catasti. 1995. Análisis de la captura y del esfuerzo de pesca de las unidades de pesquería de sardina española y anchoveta de la zona norte. Informe Final Proyecto FIP N°94-24: 111 p. + anexos.
- Caballero, L., L. Santillán y G. Rosson. 1992. Investigación del esfuerzo pesquero en las pesquerías chilenas: pesquerías pelágicas. CORFO-IFOP (Chile), SGI-IFOP 92/16: 38 p.
- Canales, C.. 1993. Estimación de los poderes de pesca de una flota cerquera de la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1987 y 1990. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 90 p.
- Carlson, E. 1975. The measurement of relative fishing power using cross section production functions. Rapp. P-V. int. Explo. Mer., 168: 84-98.
- Catasti, V. 1994. Distribución espacio-temporal de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile (18°20'S-24°S) entre 1990 y 1992. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 110 p.
- Clark, W. and P. Hosking. 1986. Statistical Methods for Geographers. De.: John Wiley & Sons.
- FAO. 1982. La recolección de estadísticas de captura y esfuerzo. FAO Circ. Pesca, 730: 65 p.



- FAO. 1993. Reference point for fishery management: their potencial applications to sttradding and highly migratory resources. FAO Fish. Circ., 864: 52 p.
- Fox, W. W. 1970. An exponential surplus field model for optimizing exploited fish population. Trans. Am. Fish. Soc., 99(1): 80-88.
- Francis, R. 1992. Use of risk analysis to asses fishery management strategies: a case study using Orange Roughy (**Haplostethus atlanticus**) on the Chatham Rise, New Zeland. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 922-930.
- Gavaris, S. 1988. An adaptative frameqorkfor the estimation of population size. CAFSAC. Res. Doc., 29: 12 p.
- Graham, M. 1935. Modern theory of exploiting a fishery and application to North Sea Trawling. J. Cons. Int. Explor. Mer., 10: 264-274.
- GTE94. 1994. Evaluación conjunta de los stocks de sardina y anchoveta del sur de Perú y norte de Chile. Grupo de Trabajo IMARPE - IFOP sobre pesquerías de pequeños pelágicos Informe Técnico.
- Gujarati, D. 1981. Econometría básica. McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. (Ed.), Bogotá, Colombia: 463 p.
- Hilborn, R. y C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stocks assesment:: choisey dinamycse and uncertainty. Chapman y Hall, London, 570 p.
- Laurec, A. y J.C. Le Guen. 1981. Dynamique des populations marines exploitees. CNEXO, Rapp. Scient. et Tech., 45: 117 p.
- Martínez, C., U. Parker, J. Oliva, U. Fernández, S. Peña, H. Hidalgo, R. Gili, P. Barría, R. Serra, y M. Nilo. 1994. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales



pelágicas Zona Norte. Estado de situación y perspectivas del recurso. CORFO-IFOP (Chile), 75 p.

Megrey, B. 1989. Review and comparison of age structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. American Fisheries Society Symposium, 6: 8-48.

Mohn, R. K. and R. Cook. 1993. Introduction to sequential Populations Analysis. Northwest Atlantic Fisheries Organization, Scientific Council Studies, 17: 110 p.

Nygard, K. y H. Lassen. 1996. (In Press). Methods to assess fish stocks VPA and strategies for management. Report to the Northatlantic Network of Fishery Biology Research Institute: 96 p.

Parma, A. 1996. Evaluation of alternative harvest rates for Pacific halibut. IPHC Report of Assessment and Research activities.

Pella, J. y P. Tomlinson. 1969. A generalized stock production model. IATTC Bull., 13(3): 419-496.

Piennar, y W.E. Ricker. 1968. Estimating mean weight from length statistics. J. Fish. Res. Board. Can., 25: 2743-2747.

Pope, J.G. 1972. An investigation of virtual population analysis using cohort analysis. ICNAF. Res. Bull., 9: 65-74.

Ricker, W.E. 1954. Stock-recruitment. J. Fish. Res. Board. Can., 11: 559-623.

Ricker, W.E. 1975. Computations and interpretation of biologist statistic of fish populations. Can. Fish. Bull. Res., 191: 382 p.



- Salas, N., T. Melo y A. Reyes. 1985. Poder de pesca funcional en embarcaciones de cerco. *In: Estudios en Pesquerías Chilenas*. T. Melo (De.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso: 123-130.
- Sanders, M.J. 1995. Introduction to Thompson and Bell yield analysis using Excel spreadsheets. *FAO Fish. Cir.*, 895: 21 p.
- Schaefer, M. 1954. Some aspect of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bulletin Inter-american Tropical Tuna Commision*, 1 (2): 25-56.
- Schaefer, M. B. 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellow tuna in the eastern tropical Pacific ocean. *Bull. IATTC* 1(2): 245-285.
- Schnute, J. 1977. Improved estimates from Schaefer production model: theoretical considerations. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 34: 583-603.
- Serra, R., P. Cury y C. Roy. En prensa. The recruitment of the Chilean sardine (*Sardinops sagax*) and the optimal environmental window. Edts. Durand, H., P. Cury, R. Mendelssohn, A. Bakun y D. Pauly. 1998. 585 p. *Global versus local changers in upwelling systems*. ORSTOM Editions, Paris, 585 p.
- Sims, E.. 1985. Selected computer programs in FORTRAN for fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 259: 183 p.
- Sissenwine, M.P. and J.G. Sheperd. 1987. An alternative perspective on the recruitment overfishing and biological reference points. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44: 913-918.
- Sokal, R. y F.J. Rölhf. 1979. *Biometría: principios y métodos estadísticos en investigación biológica*. Rosario, Argentina: 702 p.



- Thompson, W.F. and F. H. Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield, and yield per unit of gear. Rep. Internat. Fish. Comm., 8: 23-328.
- Walters, C. J. and R. Hilborn. 1976. Adaptive control of fishing system. J. Fish. Res. Bd Can., 33: 145-159.
- Walters, C. and A. Parma. 1996. Fixed exploitation rate strategies for coping with effects of climatic change. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 53: 148-158.
- Walters, C. and P.H. Pearse. 1996. Stock information requirement for quota management systems in commercial fisheries. Rev. Fish. Biol. and Fish., 6: 21-42.
- Yáñez, E., C. Canales, M.A. Barbieri, A. González y V. Catasti. 1993. Estandarización del esfuerzo de pesca y distribución espacial e interanual de la CPUE de anchoveta y sardina en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. Invest. Mar., Valparaíso, 21: 111-132.
- Zuleta, A. 1997. Evaluación de sardina. Taller de ADAPT. Informe Técnico. SUBPESCA.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

FIGURAS



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

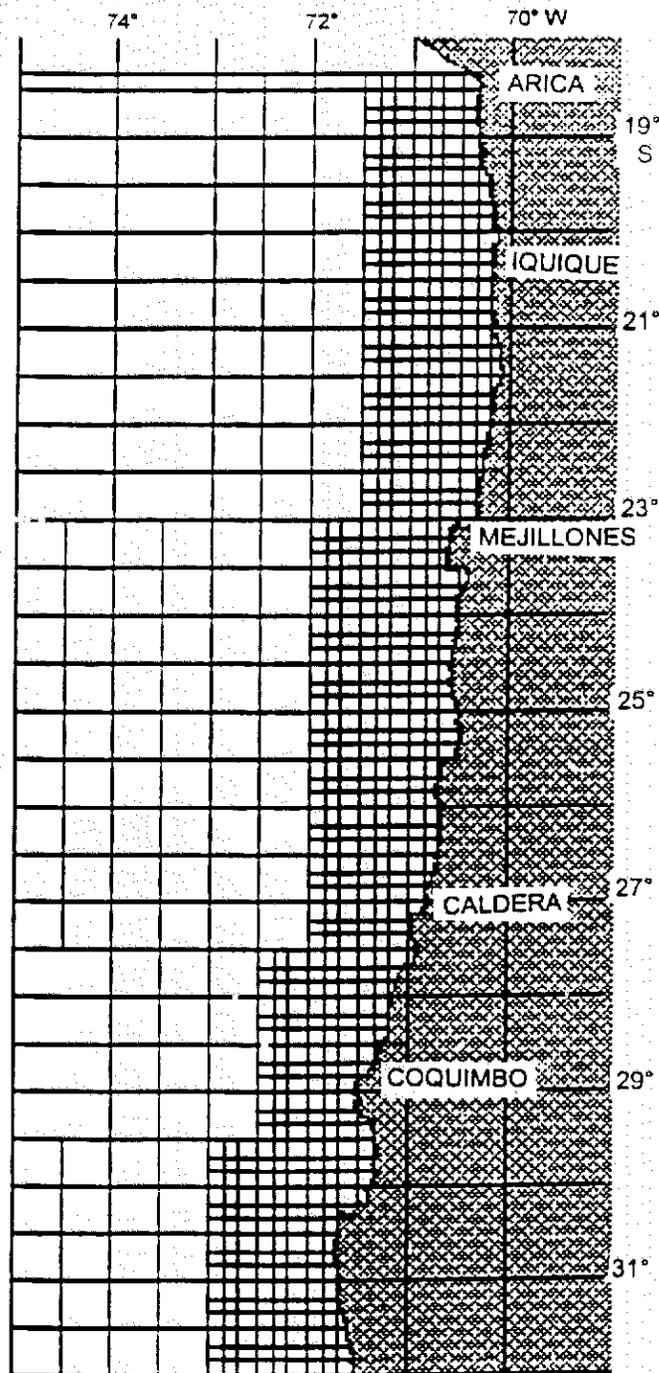


Figura 1. Zona de estudio con el sistema de cuadrículas empleados por IFOP.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

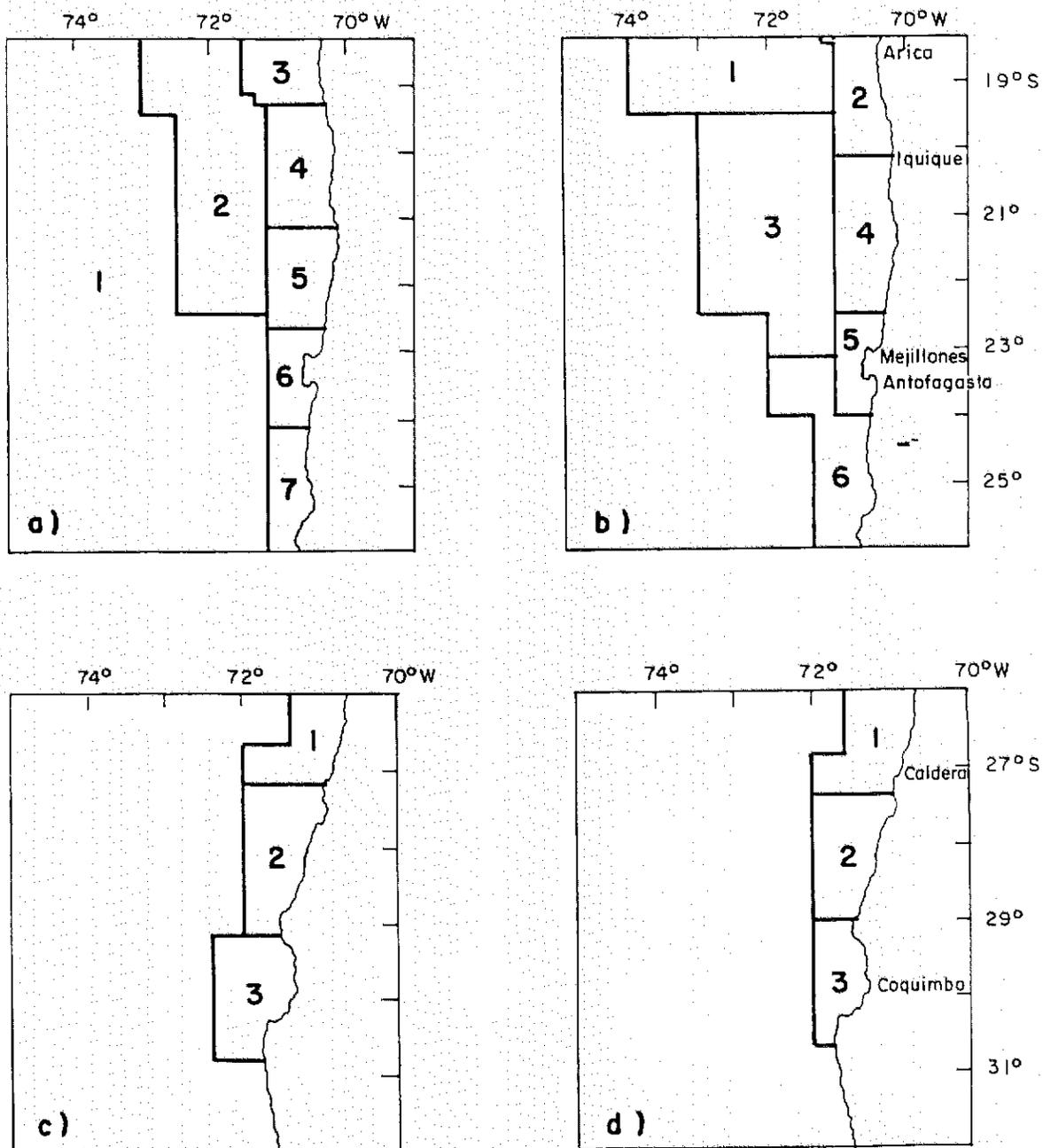


Figura 2 Subzonas de pesca de a) sardina I - II Región, b) anchoveta I II Región, c) sardina III - IV Región y d) anchoveta III - IV Región.

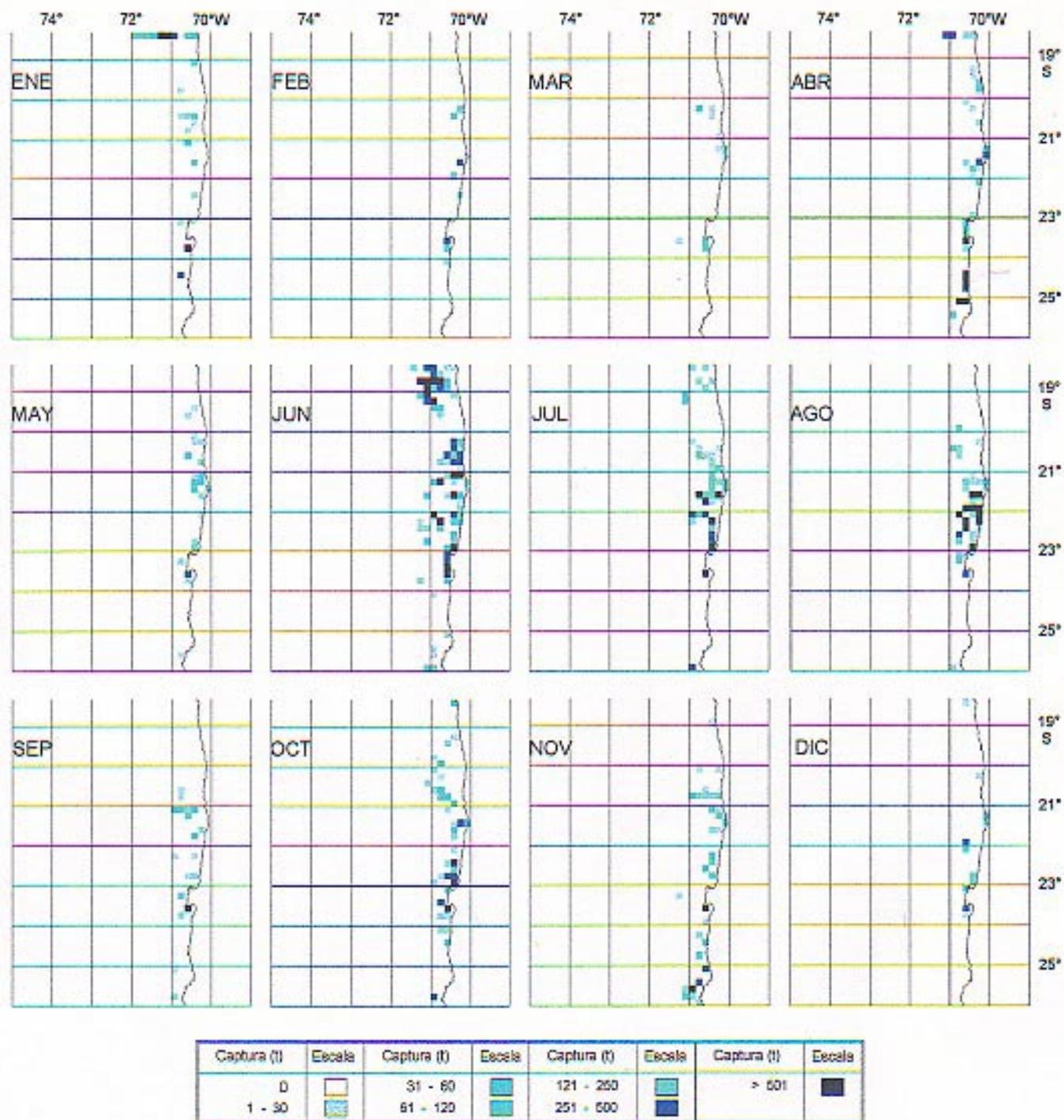


Figura 3a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, 1994.

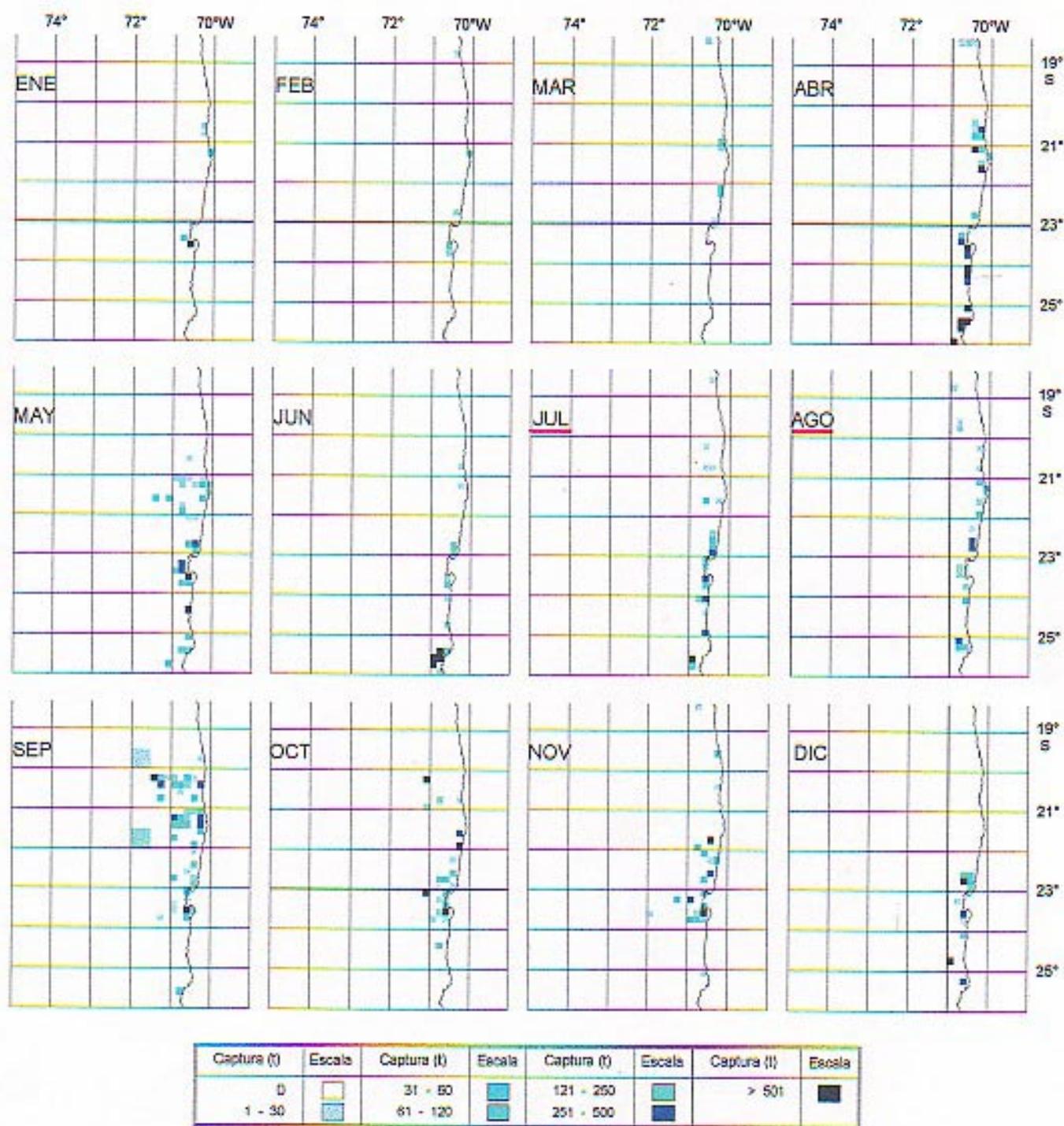


Figura 3b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, 1995.

— Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 – 27 ago. 95 (I – II Región).

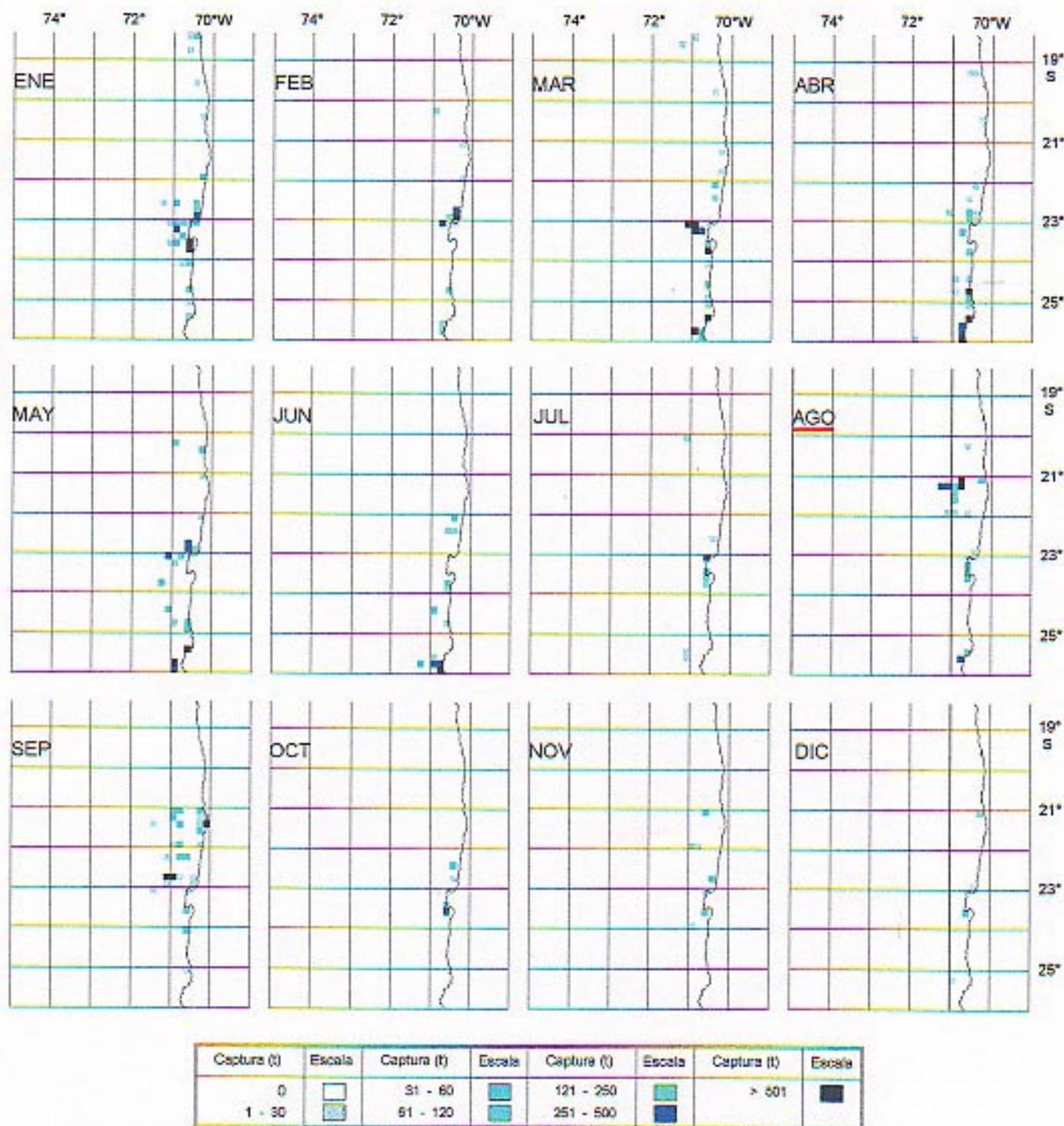


Figura 3c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, 1996.

— Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 – 21 ago. 96 (19°30' S – III Región).

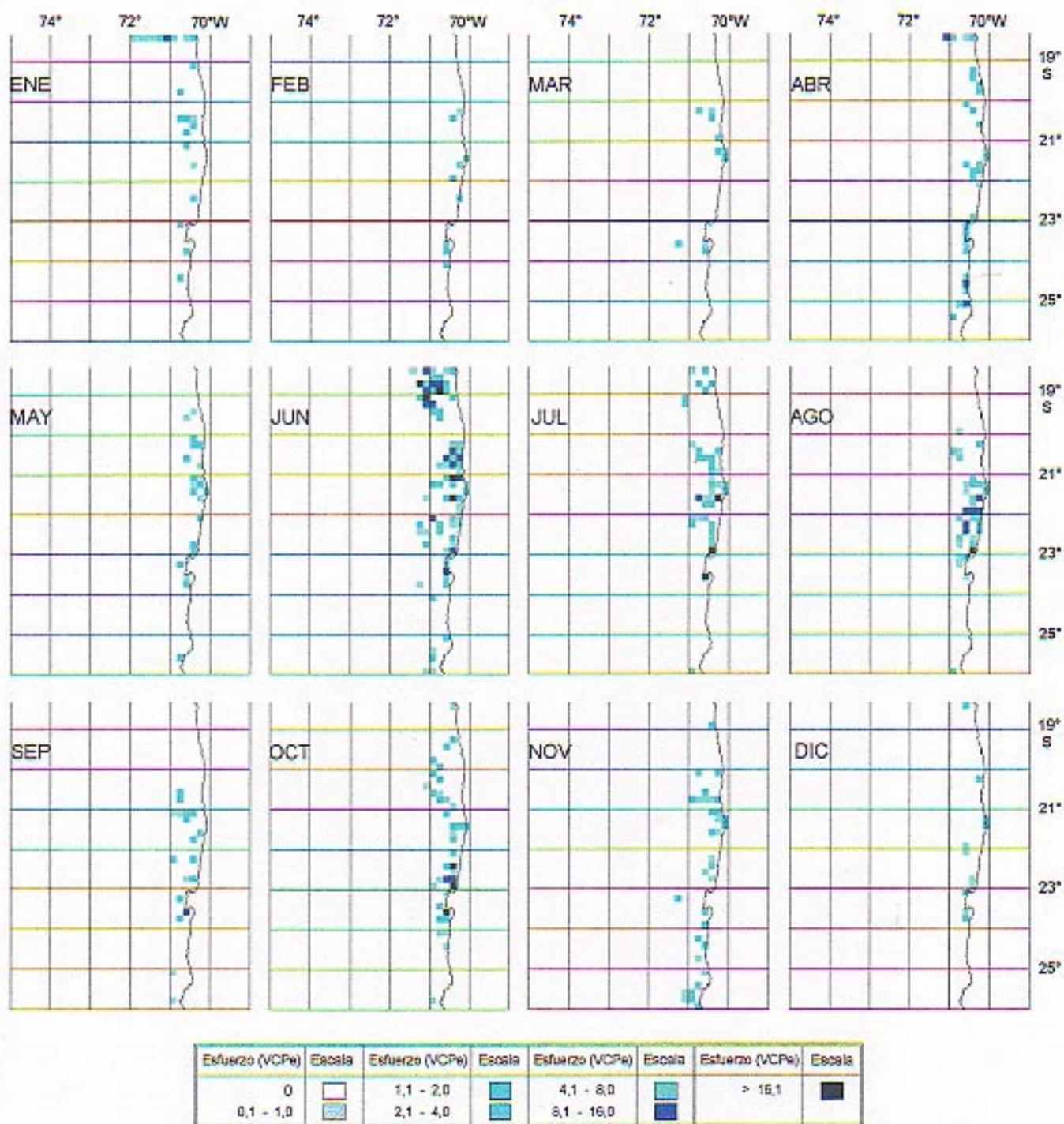


Figura 4a. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VCP_e) de sardina española en la I-II Región, 1994.

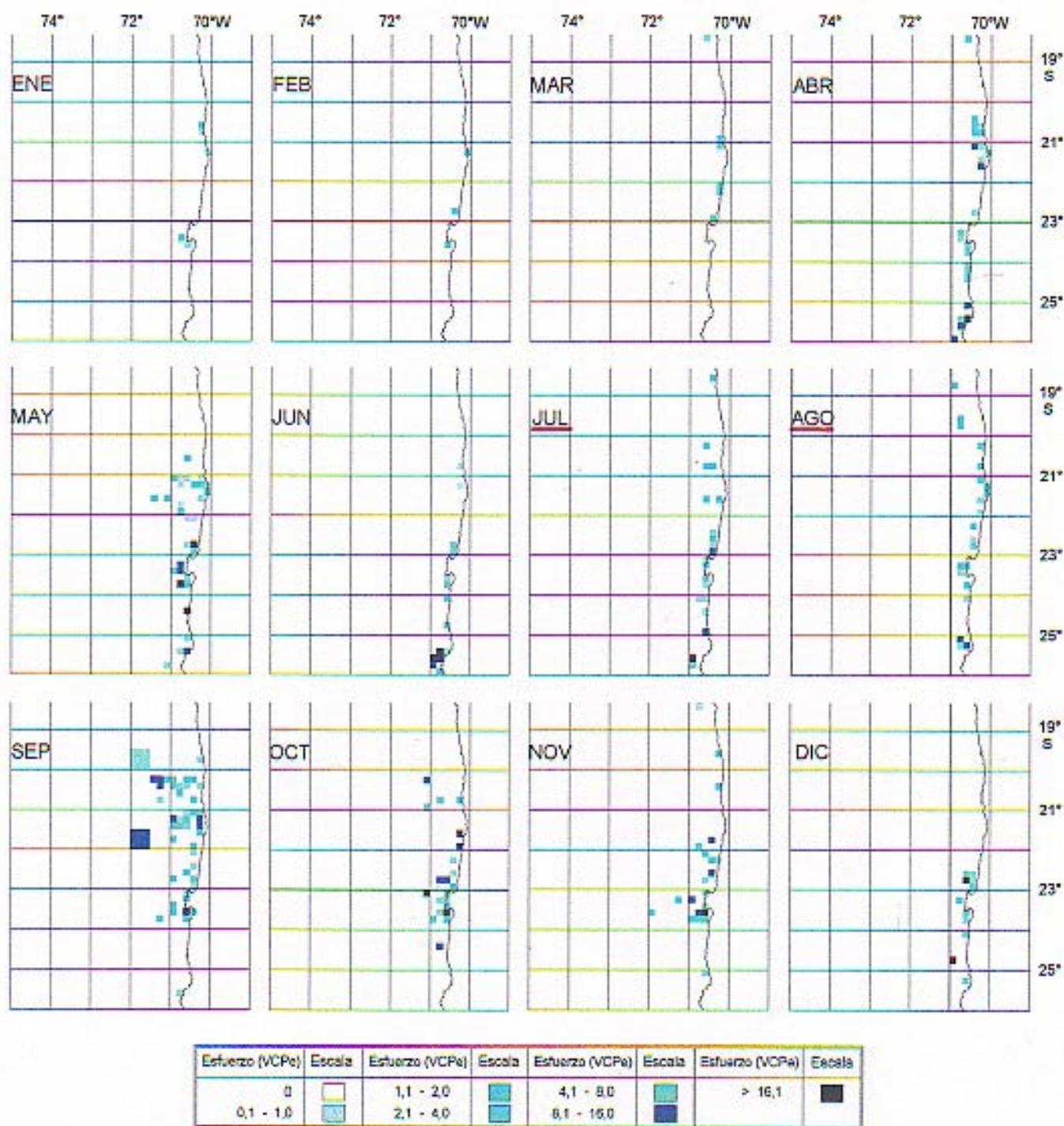


Figura 4b. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VCP_e) de sardina española en la I-II Región, 1995.

— Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 – 27 ago. 95 (I – II Región).

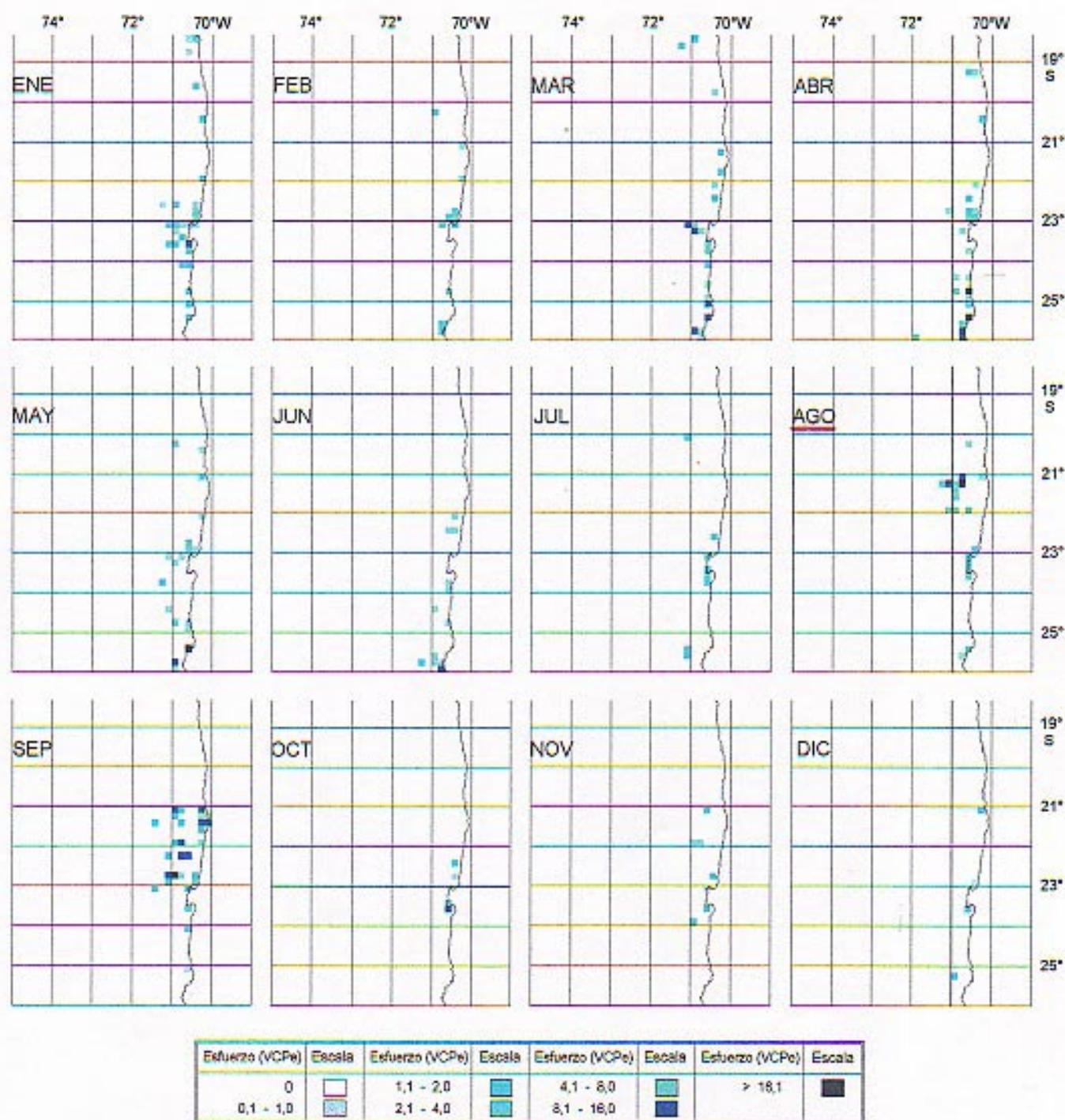


Figura 4c. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VCP_e) de sardina española en la I-II Región, 1996.

— Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 – 21 ago. 96 (19°30' S – III Región).

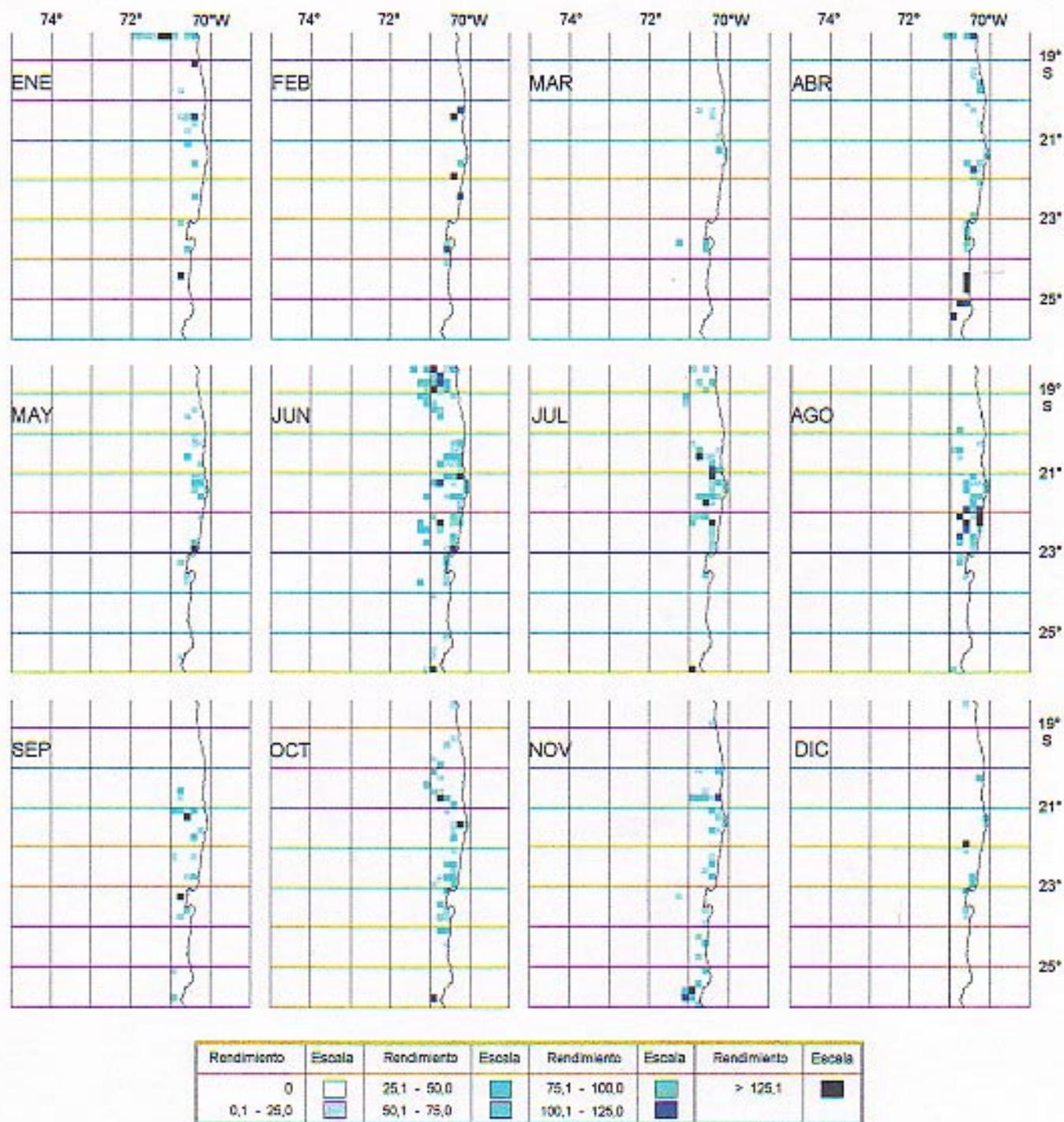


Figura 5a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la I-II Región, 1994.

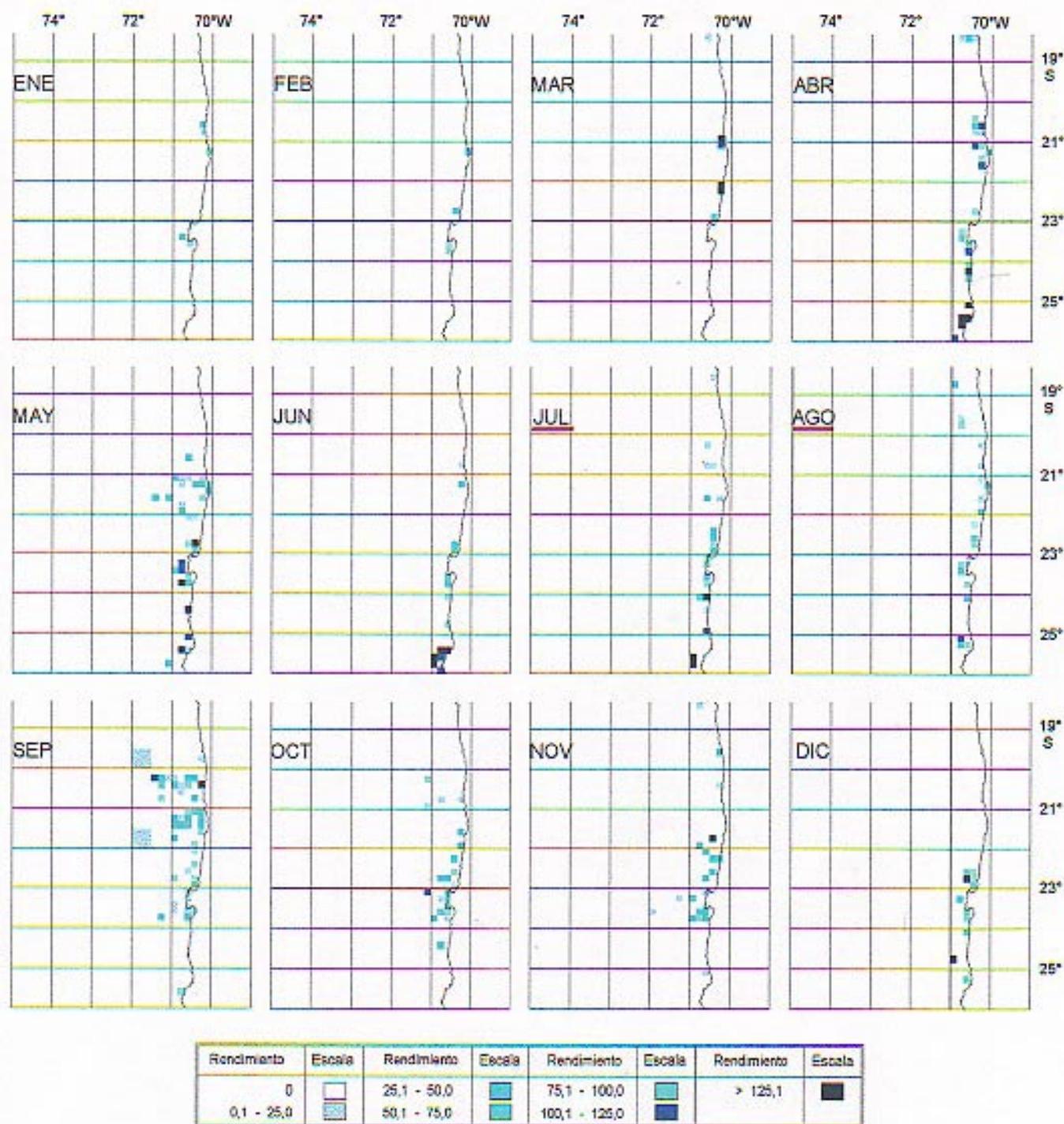


Figura 5b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la I-II Región, 1995.

— Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 – 27 ago. 95 (I – II Región).

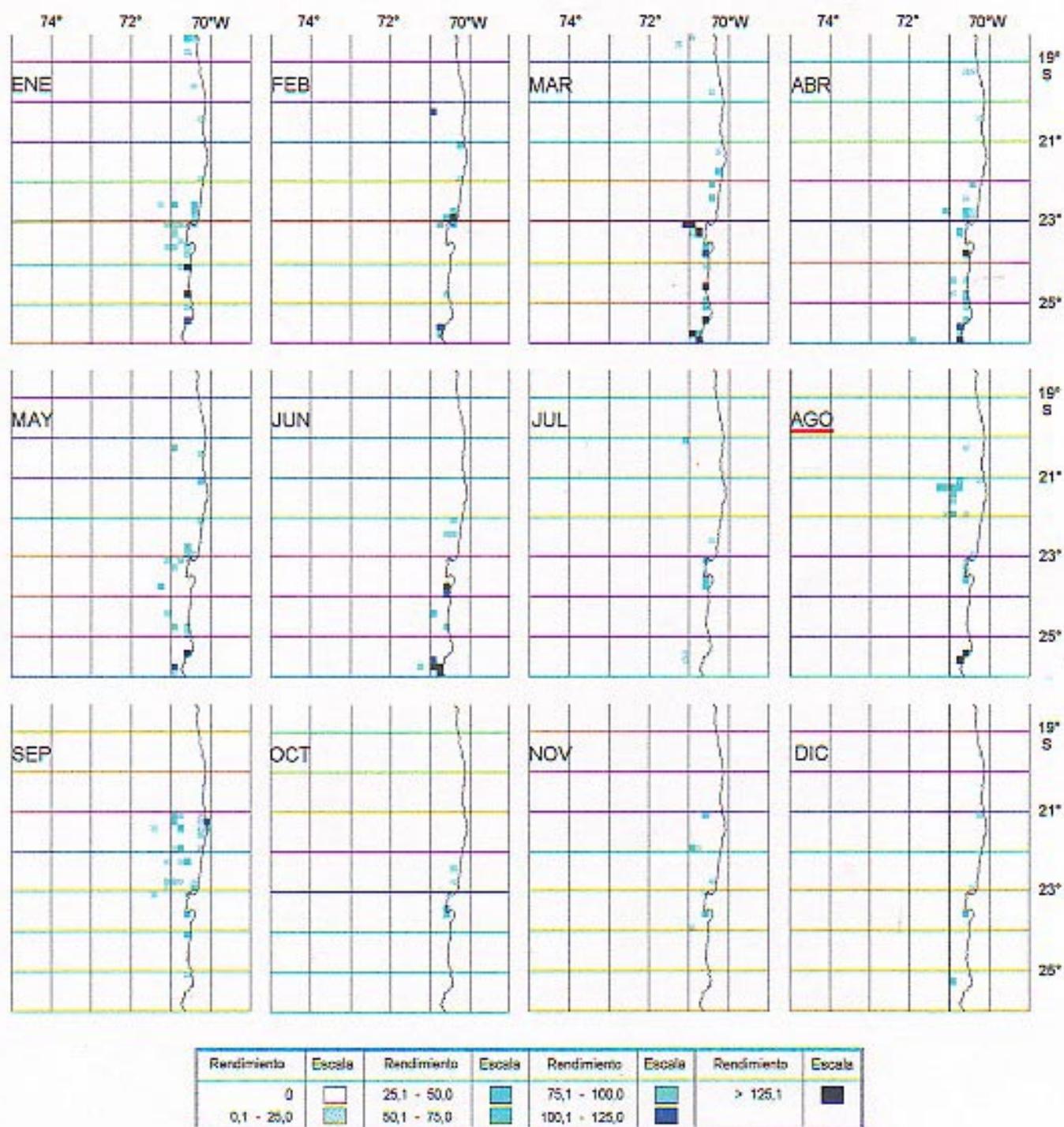


Figura 5c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (tVP) de sardina española en la I-II Región, 1996.

— Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 – 21 ago. 96 (19°30' S – III Región).

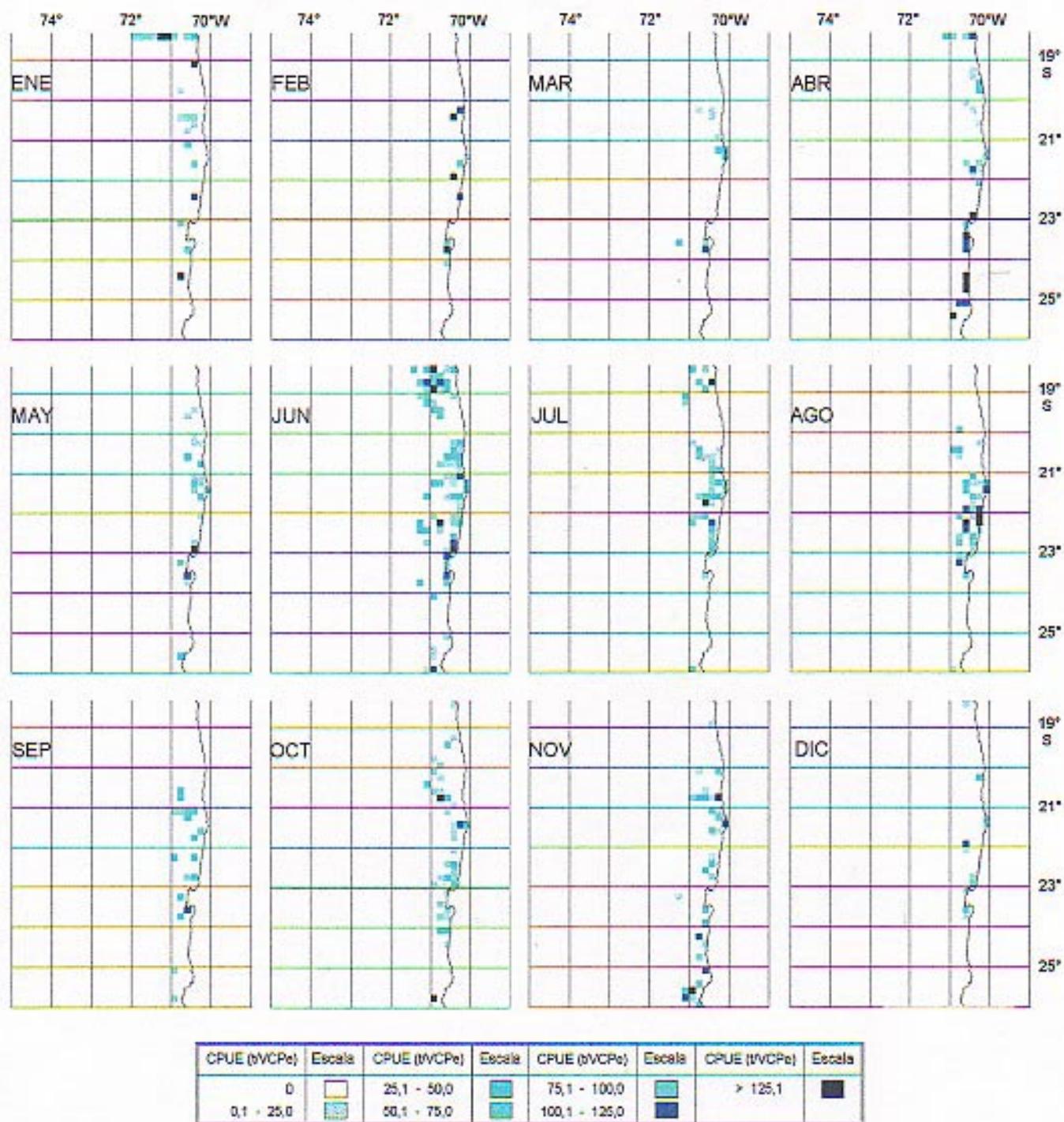


Figura 6a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (tVCP_e) de sardina española en la I-II Región, 1994.

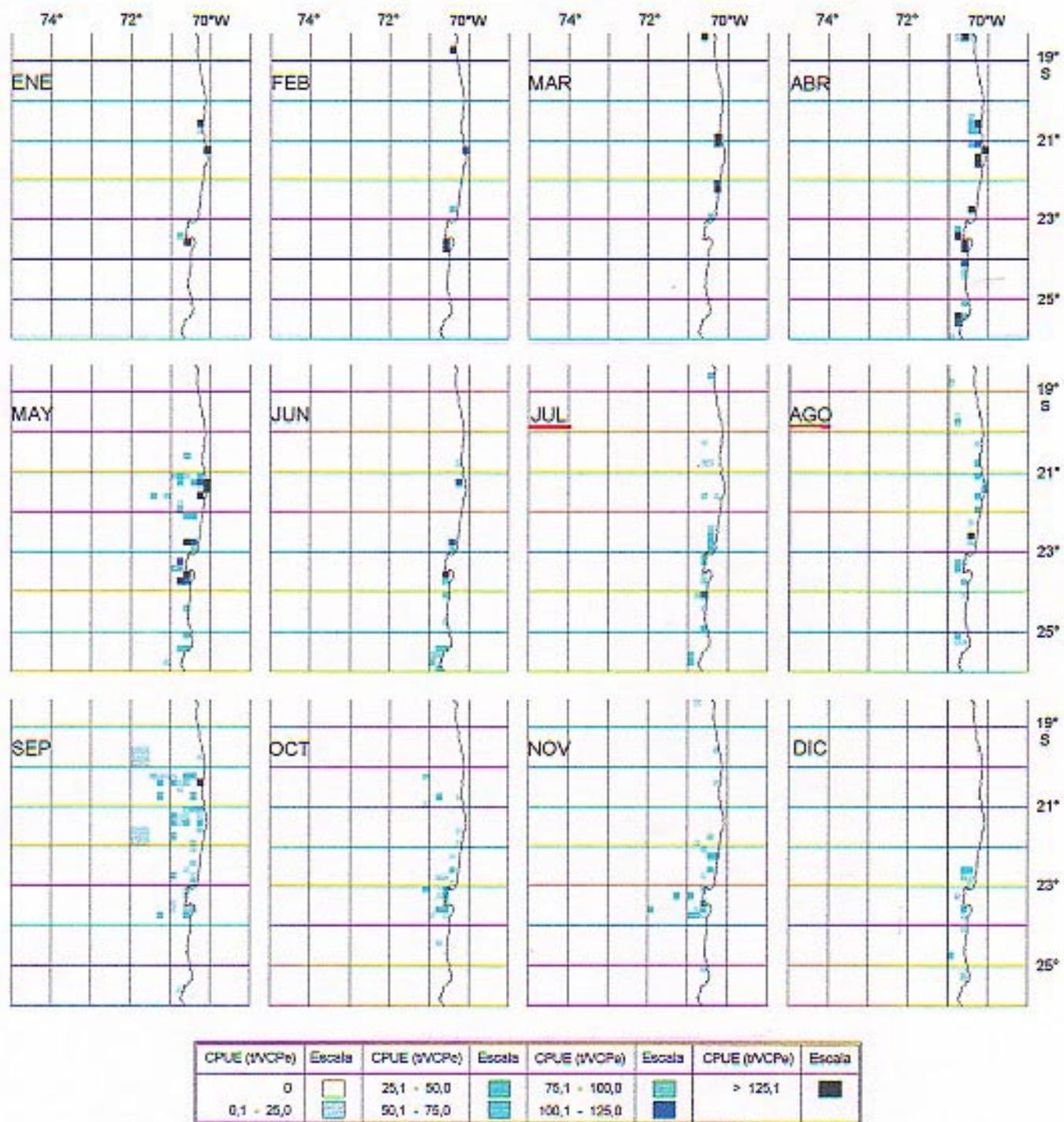


Figura 6b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de sardina española en la I-II Región, 1995.

— Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 – 27 ago. 95 (I – II Región).

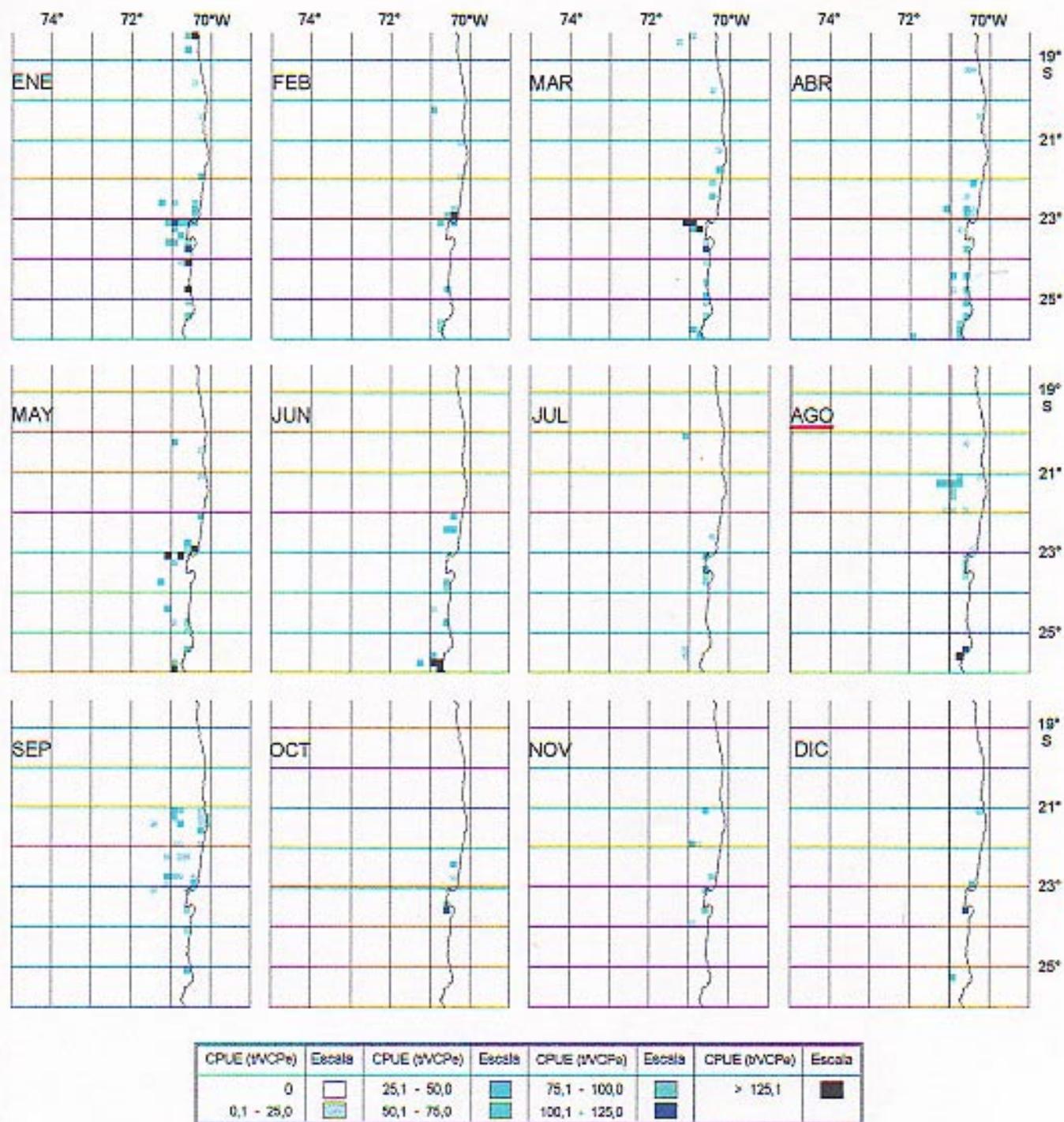


Figura 6c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de sardina española en la I-II Región, 1996.

— Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 – 21 ago. 96 (19°30' S – III Región).

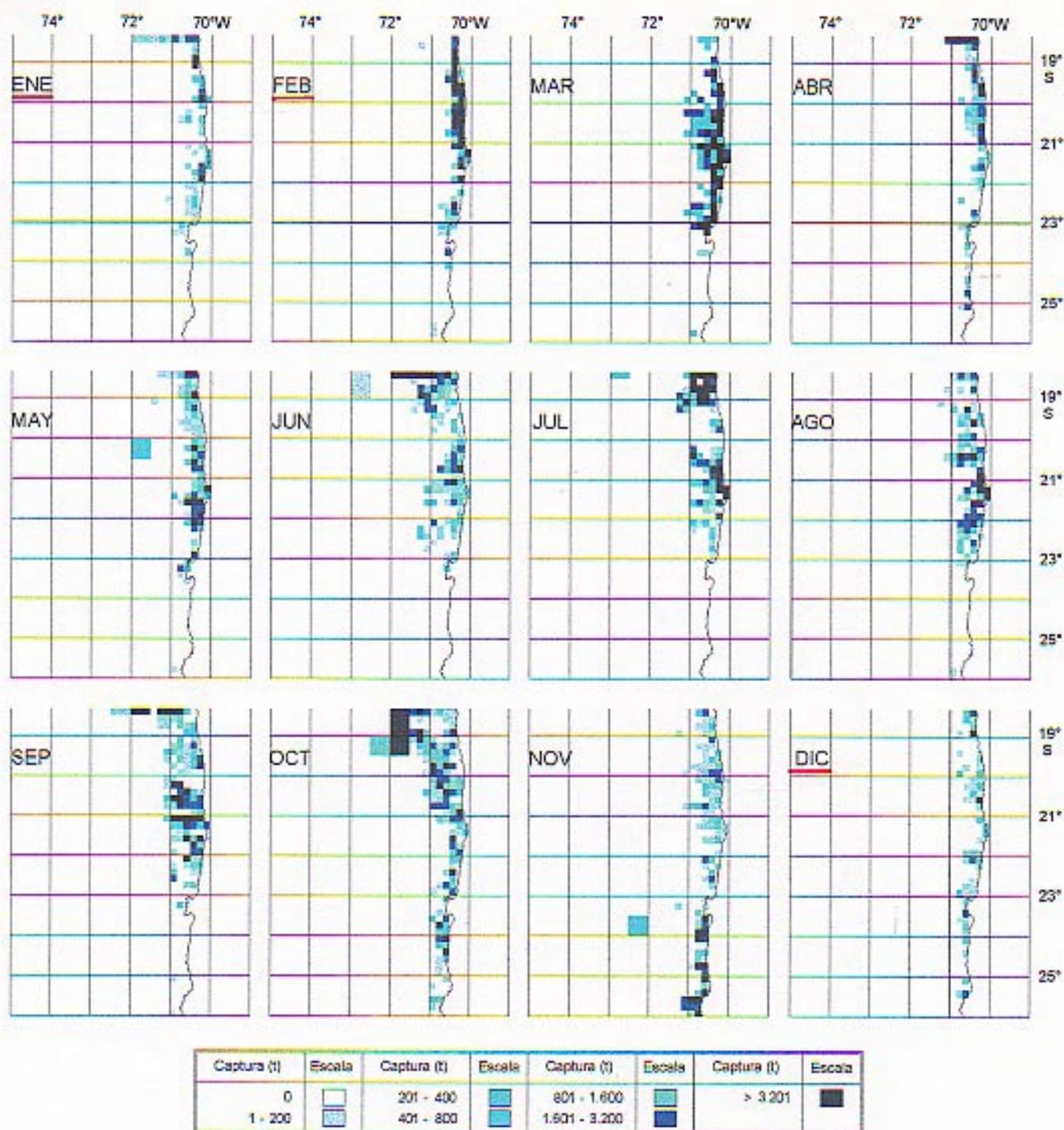


Figura 7a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, 1994.

— Veda biológica (reclutamiento) : 29 nov. 93 - 13 feb. 94 (19°00' S - 21°25' S)
 (modifica área) : 06.ene. 94 - 13 feb. 94 (19°00' S - 26°03' S)
 : 18 dic. 94 - 18 ene.94 (I Región - 22°00' S)

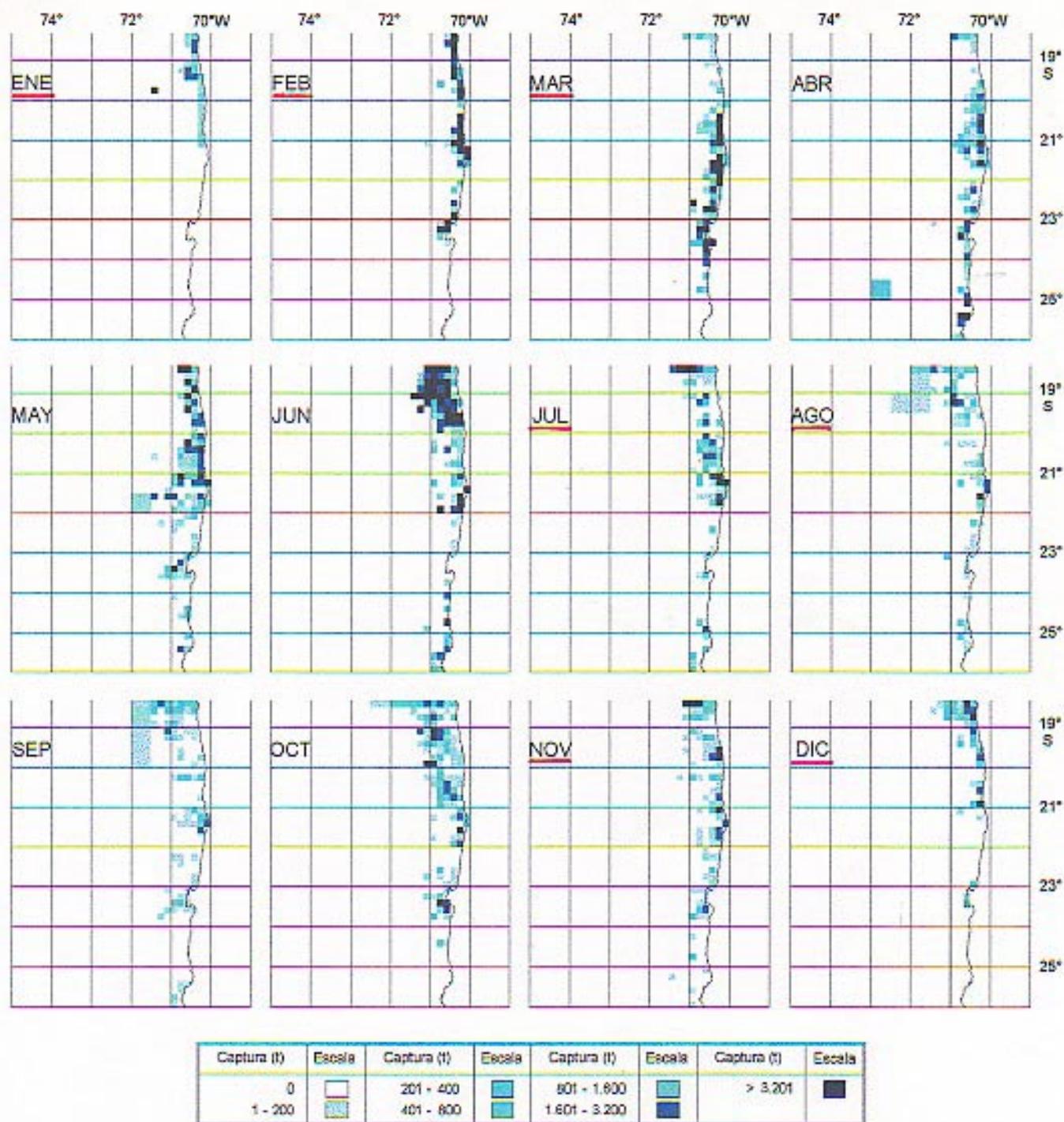


Figura 7b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, 1995.

- Veda biológica (reclutamiento) : 18 dic. 94 - 18 ene. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 03. ene. 95 - 02 feb. 95 (22°00' S - 26°03' S)
 (franja 5 millas) : 19 ene. 95 - 05 feb. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 13 feb. 95 - 05 mar. 95 (22°00' S. - 26°03' S)
 : 27 nov. 95 - 27 dic. 95 (I y II Región)
- Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 - 27 ago. 95 (I y II Región)

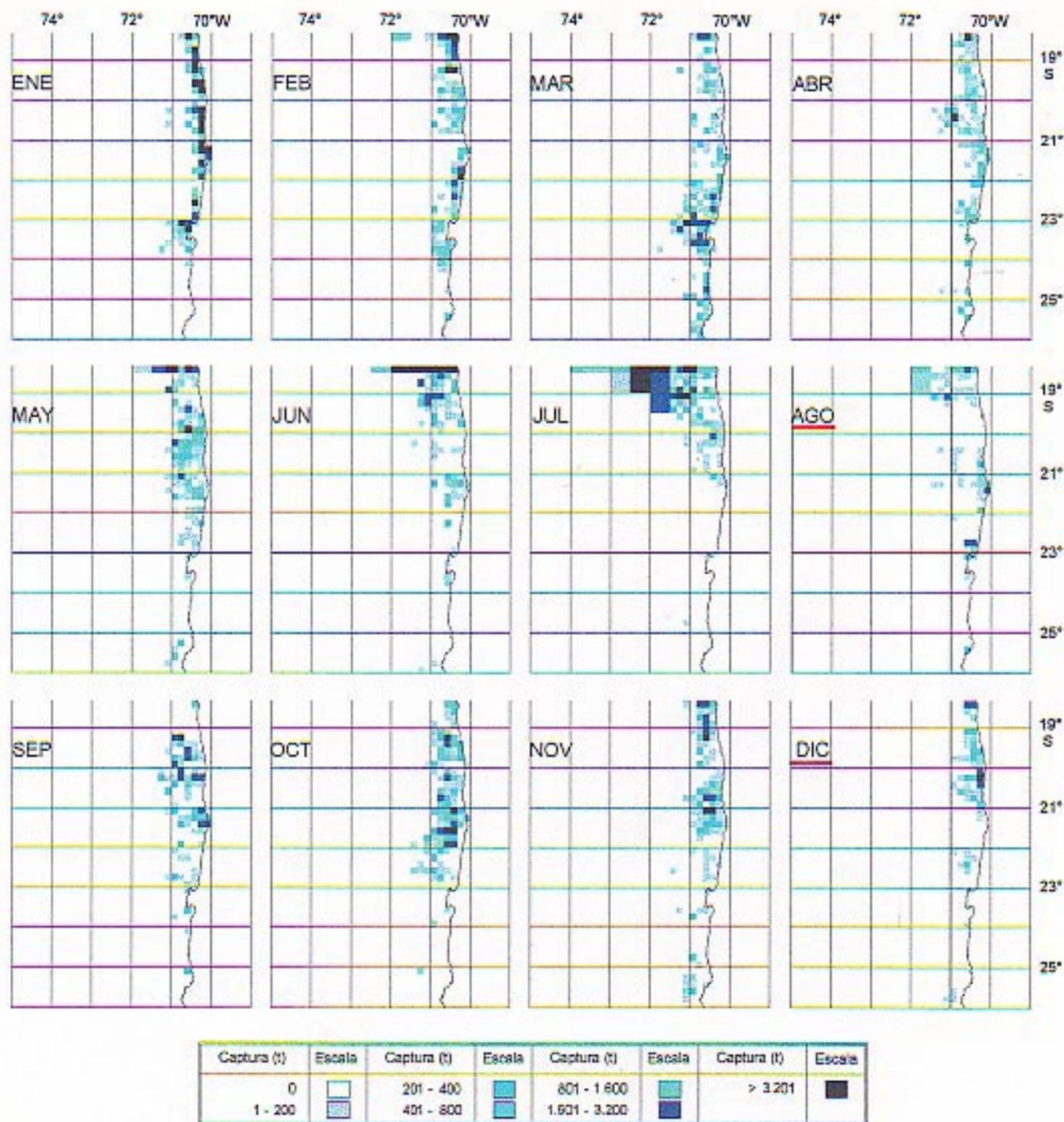


Figura 7c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, 1996.

- Veda biológica (reclutamiento) : 16 dic. 96 - 19 ene. 97 (I - II Región)
- Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 - 21 ago. 96 (19° 30' S - II Región)

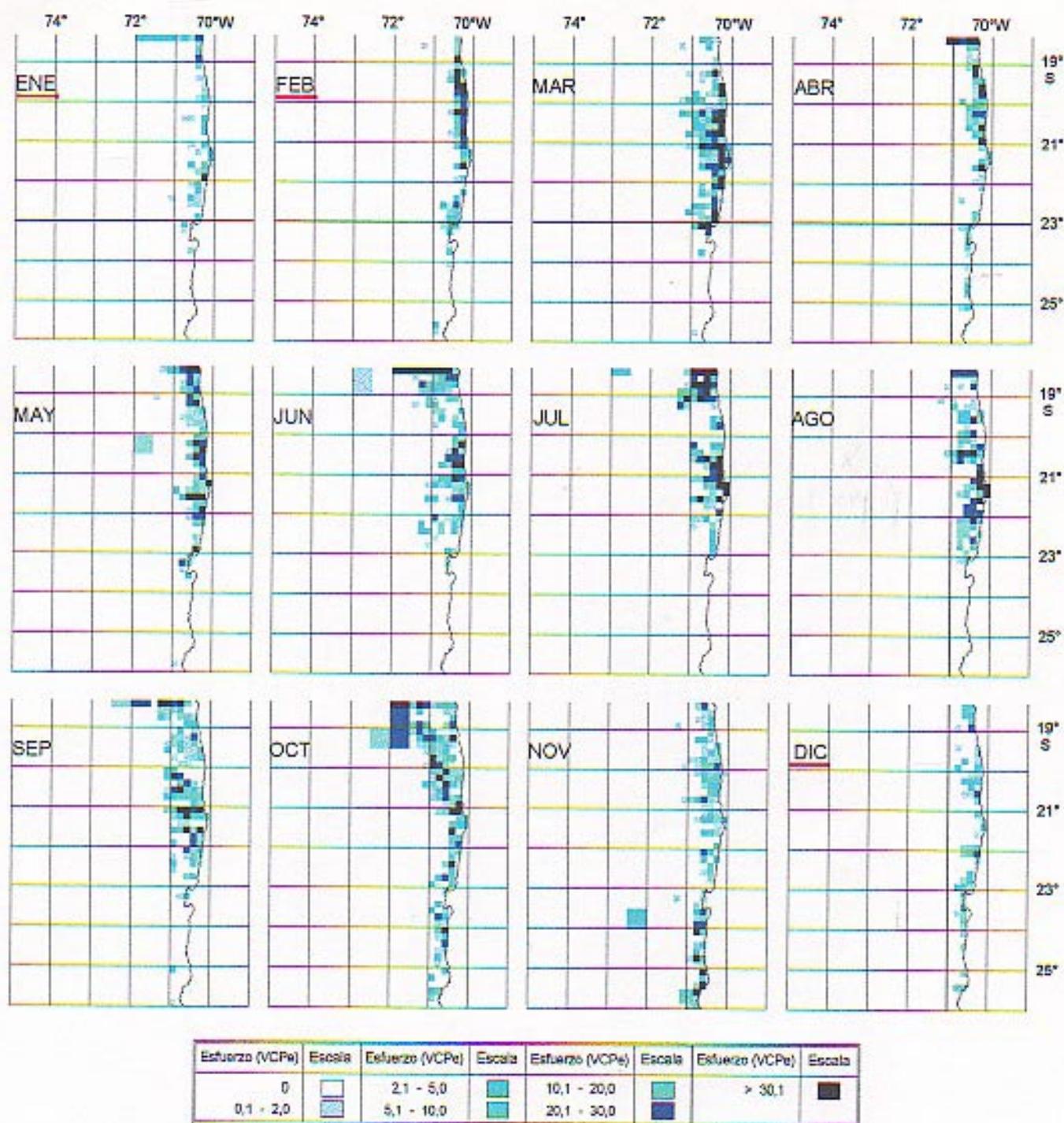


Figura 8a. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca (VCP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1994.

— Veda biológica (reclutamiento) : 29 nov. 93 - 13 feb. 94 (19°00' S - 21°25' S)
 (modifica área) : 06.ene. 94 - 13 feb. 94 (19°00' S - 26°03' S)
 : 18 dic. 94 - 18 ene.94 (I Región - 22°00' S)

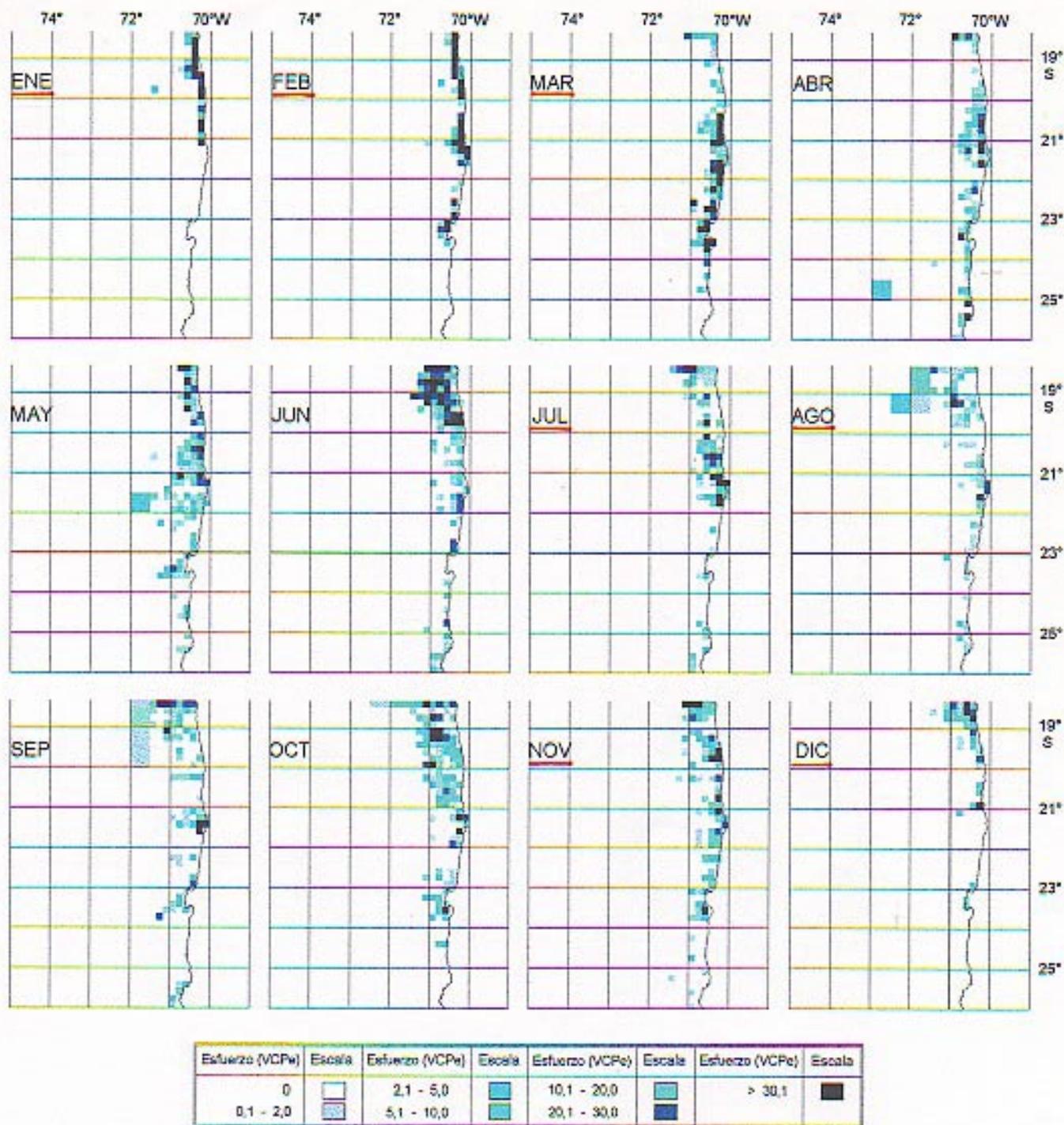


Figura 8b. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca (VCP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1995.

- Veda biológica (reclutamiento) : 18 dic. 94 - 18 ene. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 03. ene. 95 - 02 feb. 95 (22°00' S - 26°03' S)
 (franja 5 millas) : 19 ene. 95 - 05 feb. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 13 feb. 95 - 05 mar. 95 (22°00' S. - 26°03' S)
- Veda biológica (reproductiva) : 27 nov. 95 - 27 dic. 95 (I y II Región)
 : 21 jul. 95 - 27 ago. 95 (I y II Región)

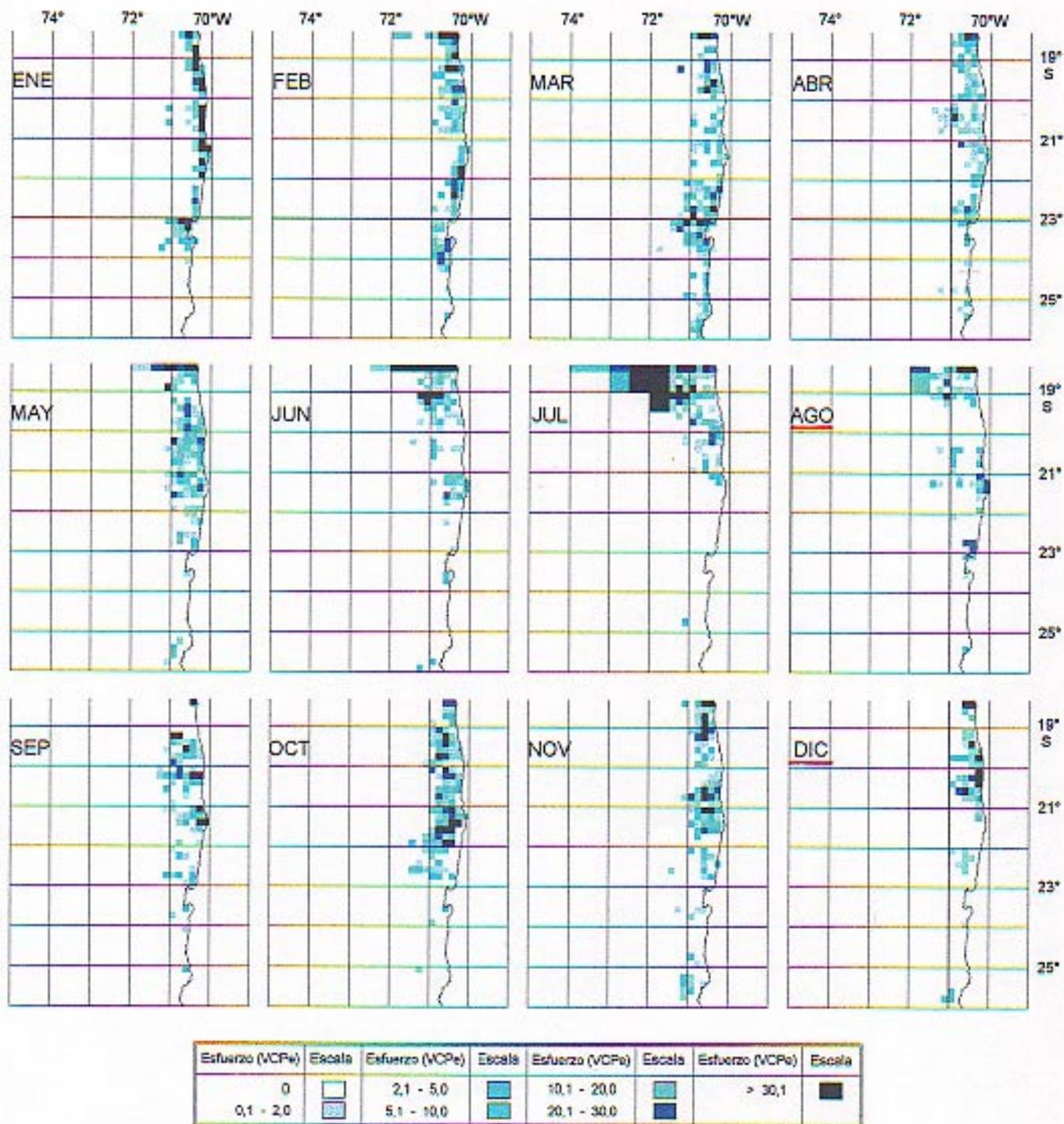


Figura 8c. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca (VCP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1996.

- Veda biológica (reclutamiento) : 15 dic. 96 - 19 ene. 97 (I - II Región)
- Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 - 21 ago. 96 (19° 30' S - II Región)

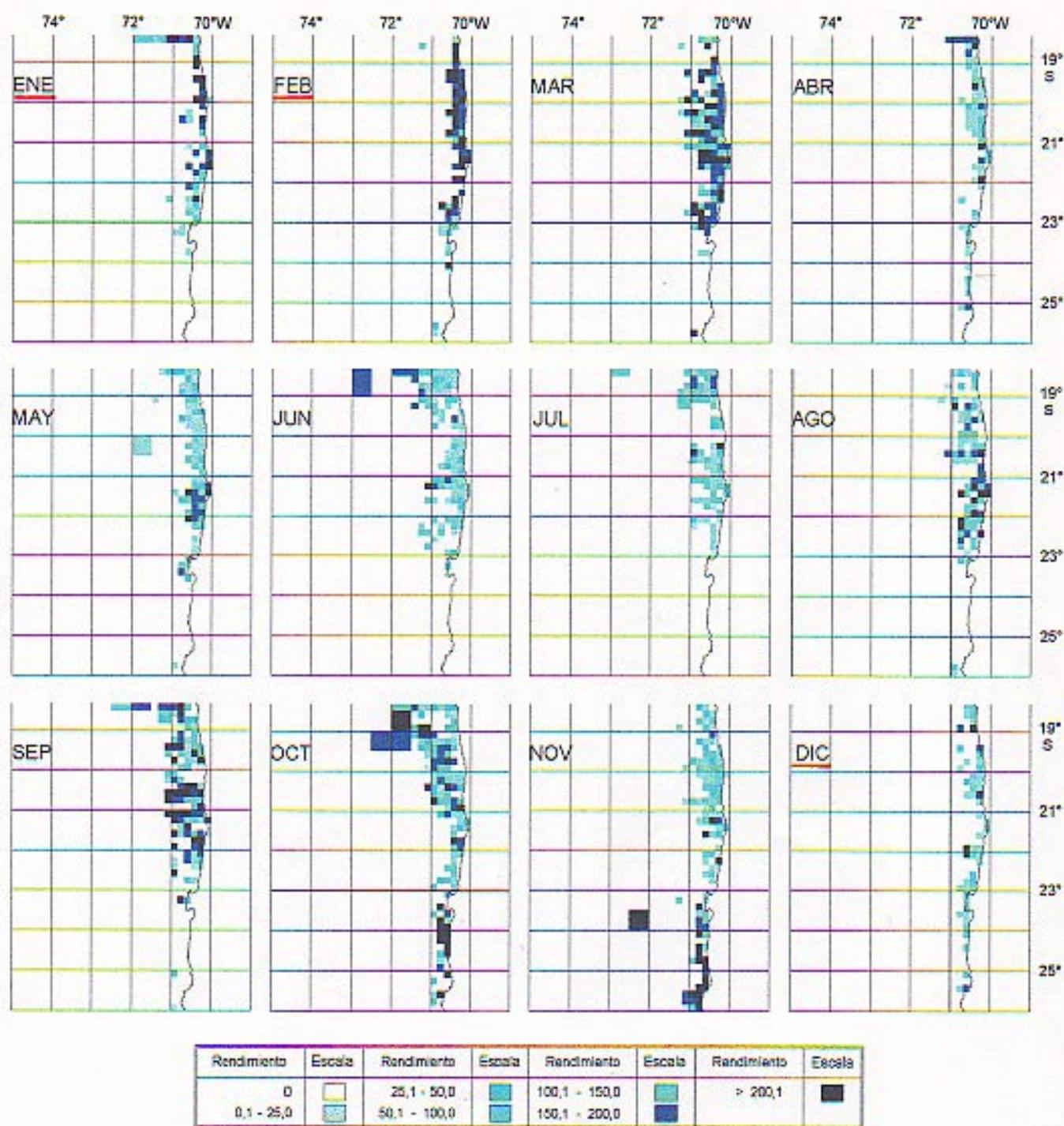


Figura 9a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (tVP) de anchoveta en la I-II Región, 1994.

— Veda biológica (reclutamiento) : 29 nov. 93 - 13 feb. 94 (19°00' S - 21°25' S)
 (modifica área) : 06.ene. 94 - 13 feb. 94 (19°00' S - 26°03' S)
 : 18 dic. 94 - 18 ene.94 (I Región - 22°00' S)

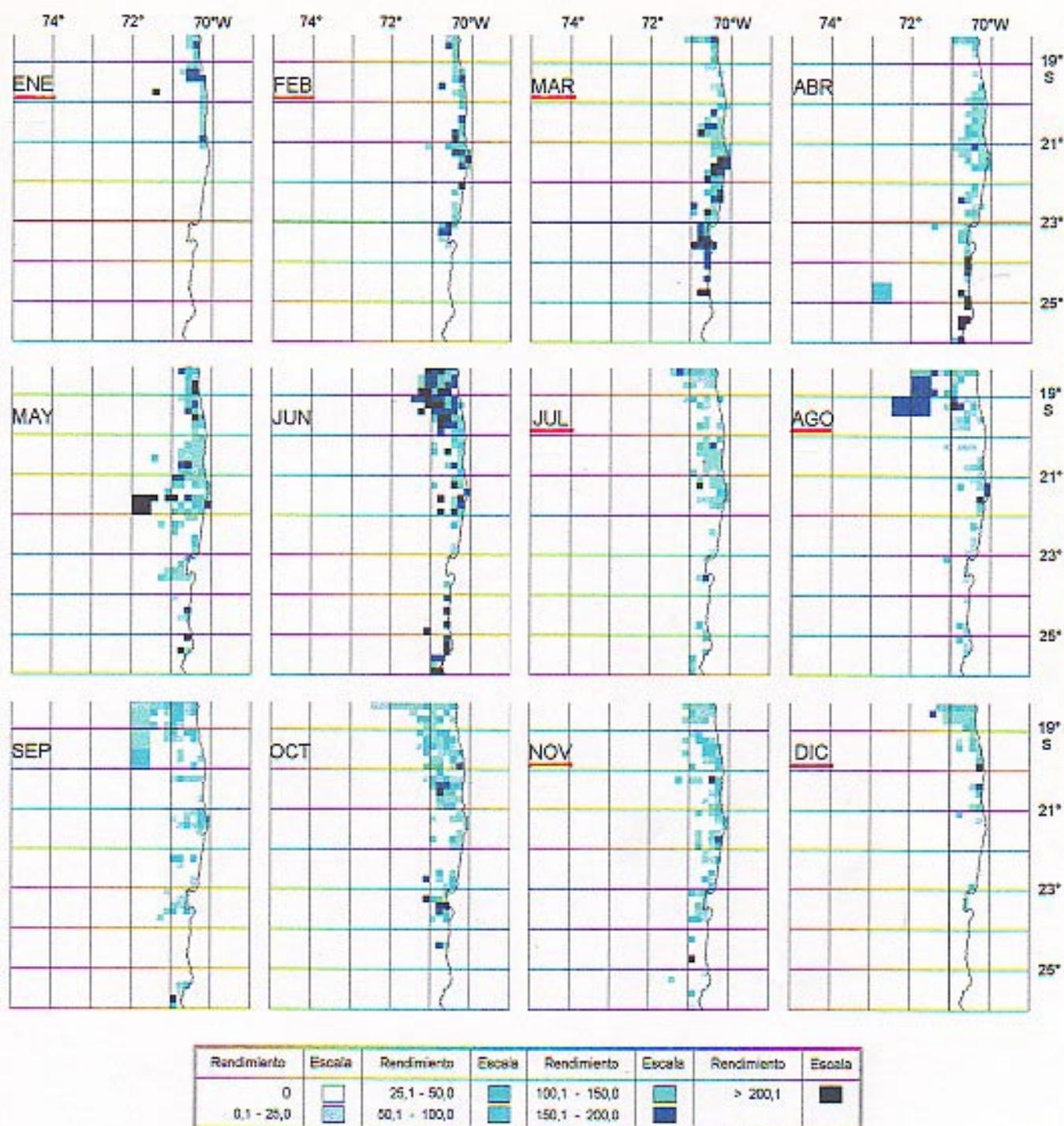


Figura 9b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (tVP) de anchoveta en la I-II Región, 1995.

- Veda biológica (reclutamiento) : 18 dic. 94 - 18 ene. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 03.ene. 95 - 02 feb. 95 (22°00' S - 26°03' S)
 (franja 5 millas) : 19 ene. 95 - 05 feb. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 13 feb. 95 - 05 mar. 95 (22°00' S. - 26°03' S)
- Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 - 27 ago. 95 (I y II Región)
 : 27 nov. 95 - 27 dic. 95 (I y II Región)

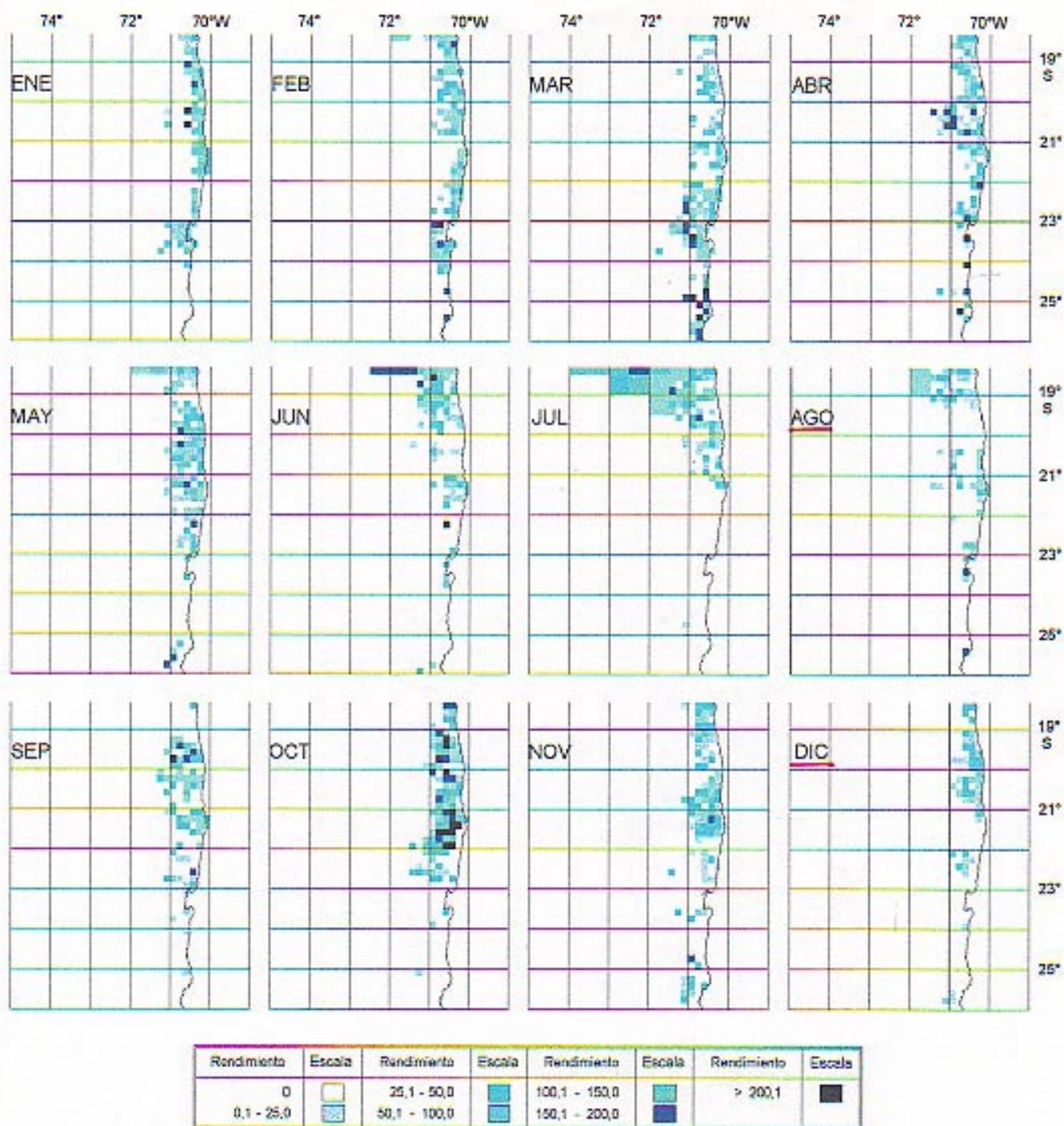


Figura 9c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la I-II Región, 1996.

- Veda biológica (reclutamiento) : 16 dic. 96 - 19 ene. 97 (I - II Región)
- Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 - 21 ago. 96 (19° 30' S - II Región)

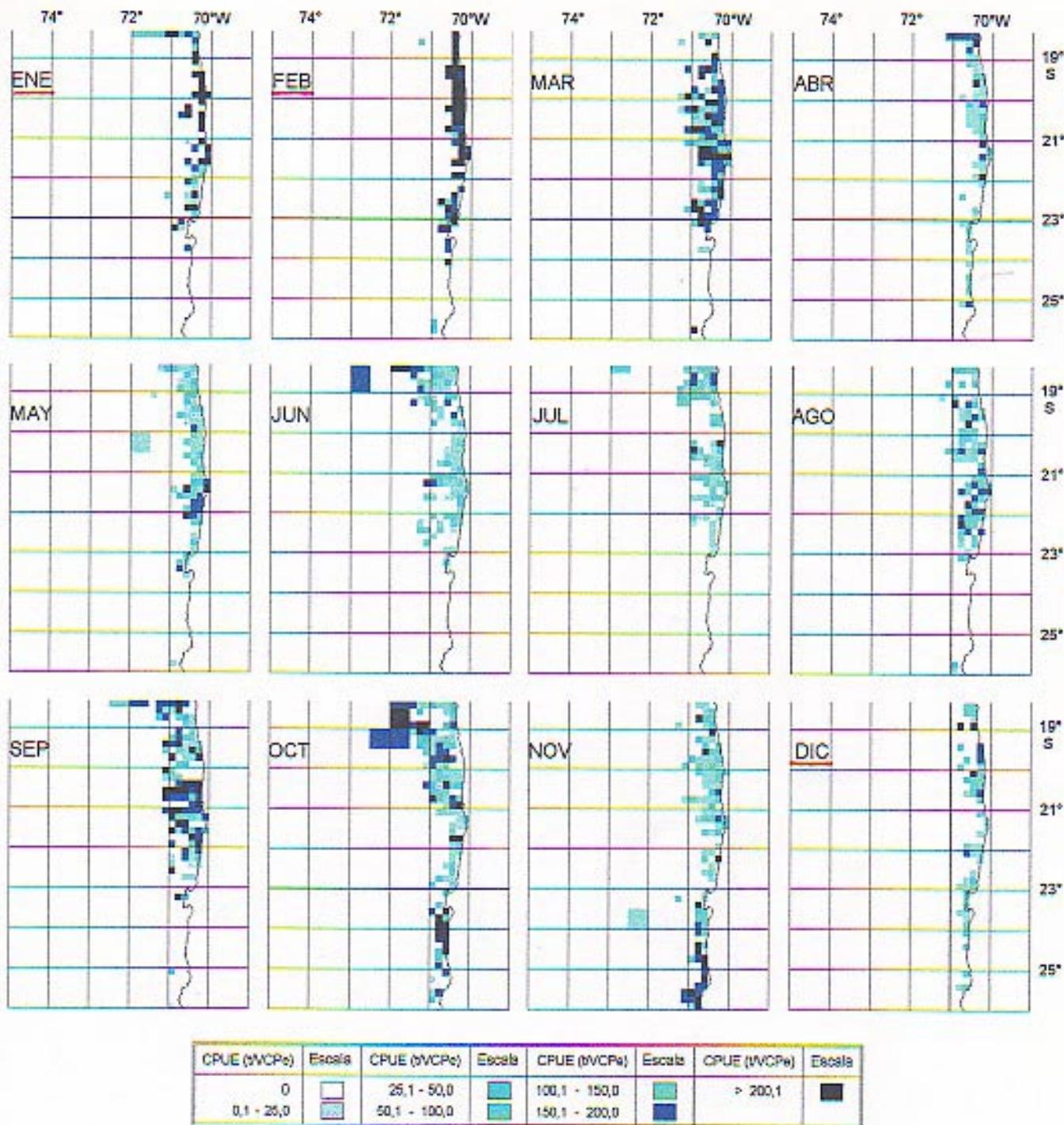


Figura 10a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1994.

— Veda biológica (reclutamiento) : 29 nov. 93 - 13 feb. 94 (19°00' S - 21°25' S)
 (modifica área) : 06.ene. 94 - 13 feb. 94 (19°00' S - 26°03' S)
 : 18 dic. 94 - 18 ene.94 (I Región - 22°00' S)

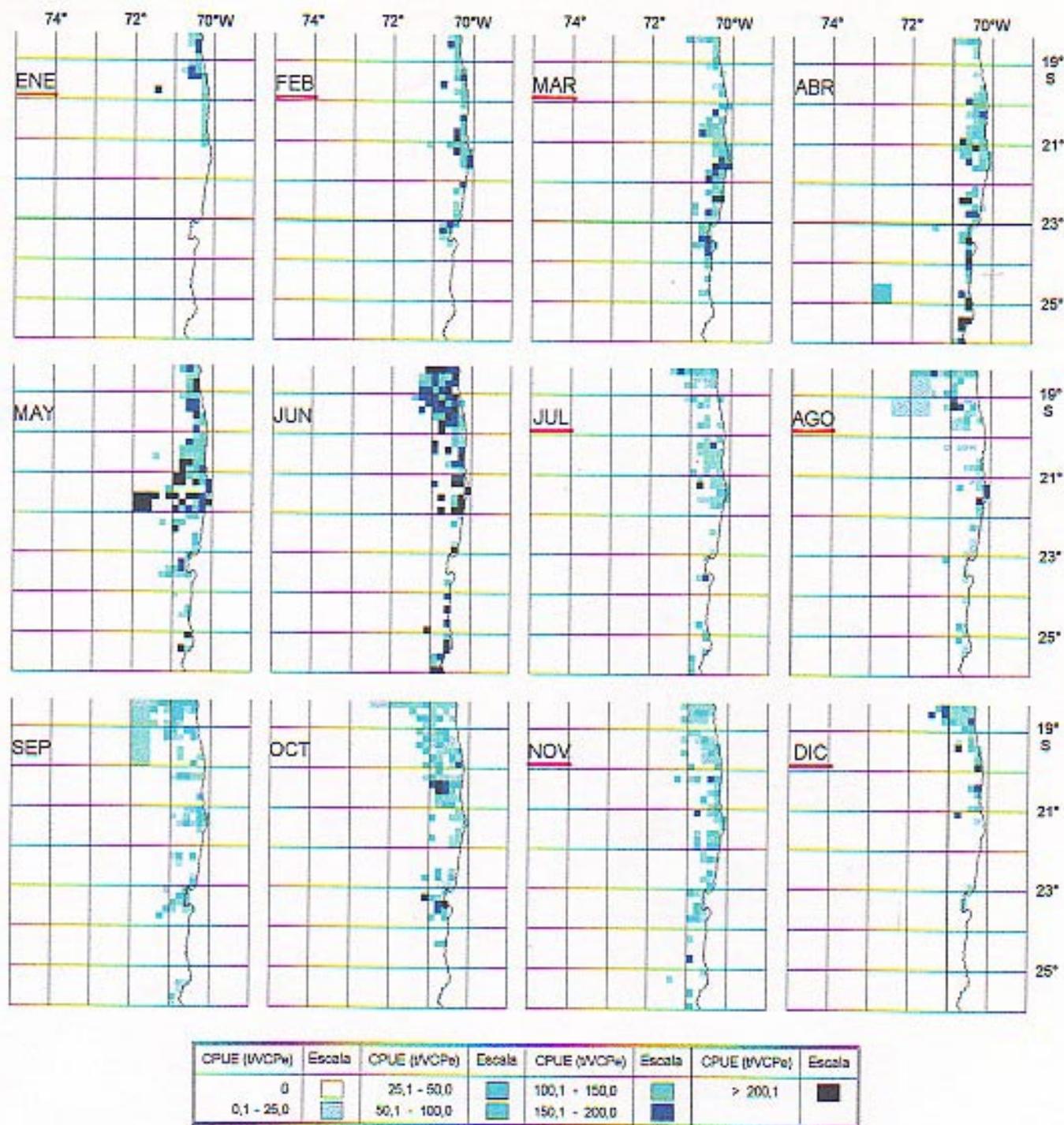


Figura 10b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1995.

- Veda biológica (reclutamiento) : 18 dic. 94 - 18 ene. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 03.ene. 95 - 02 feb. 95 (22°00' S - 26°03' S)
 (franja 5 millas) : 19 ene. 95 - 05 feb. 95 (I Región - 22°00' S)
 : 13 feb. 95 - 05 mar. 95 (22°00' S. - 26°03' S)
- Veda biológica (reproductiva) : 27 nov. 95 - 27 dic. 95 (I y II Región)
 : 21 jul. 95 - 27 ago. 95 (I y II Región)

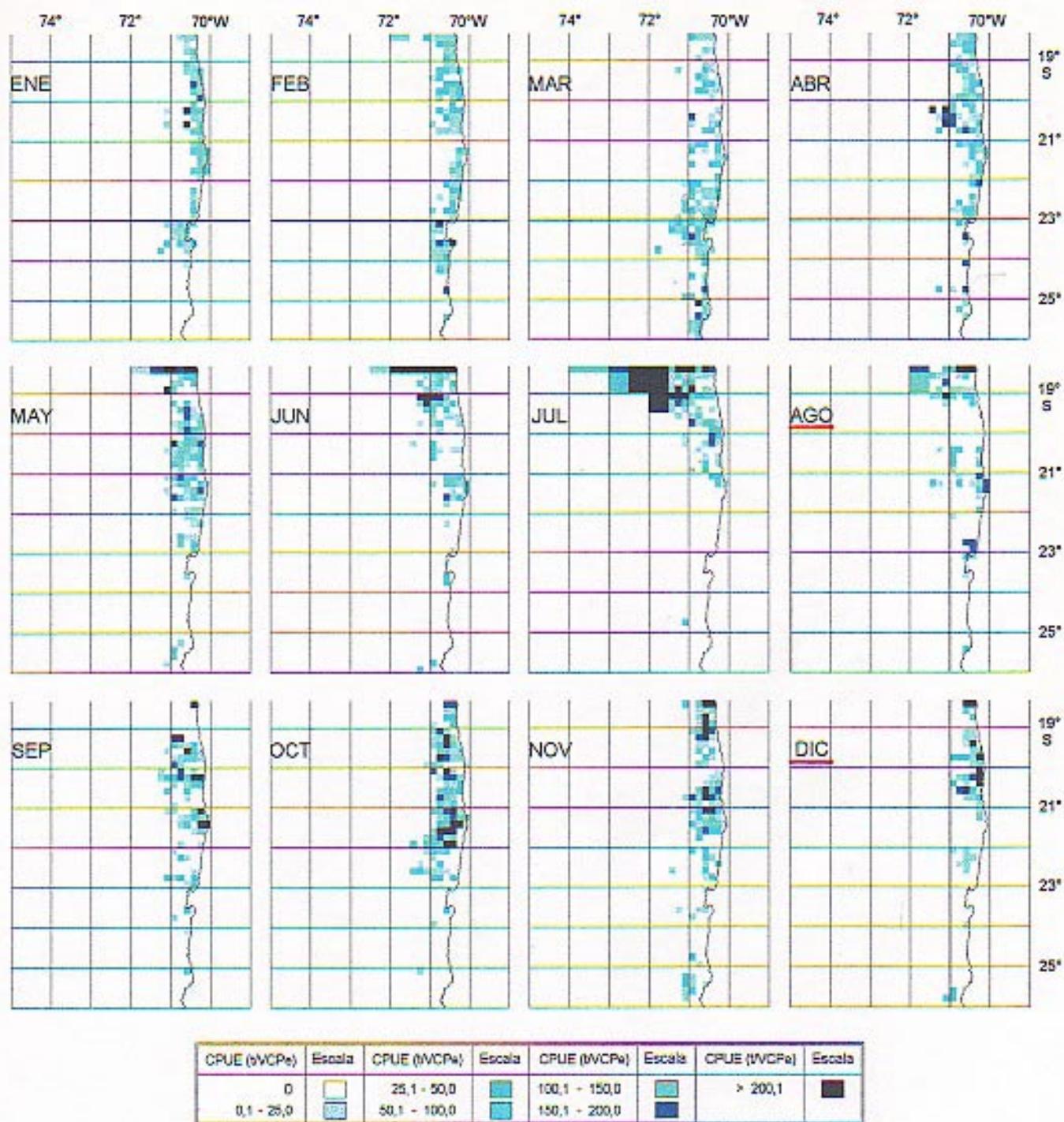
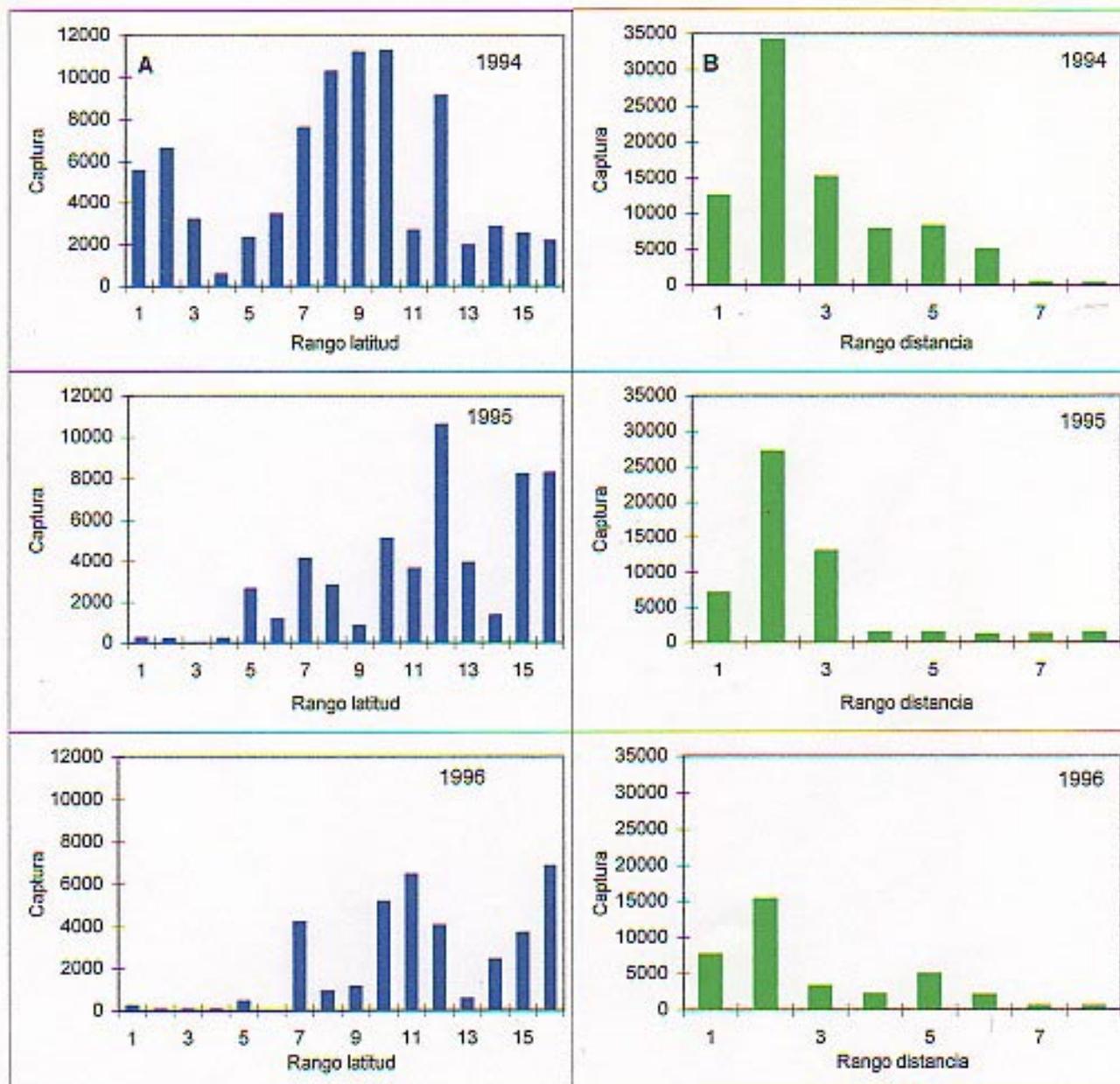


Figura 10c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de anchoveta en la I-II Región, 1996.

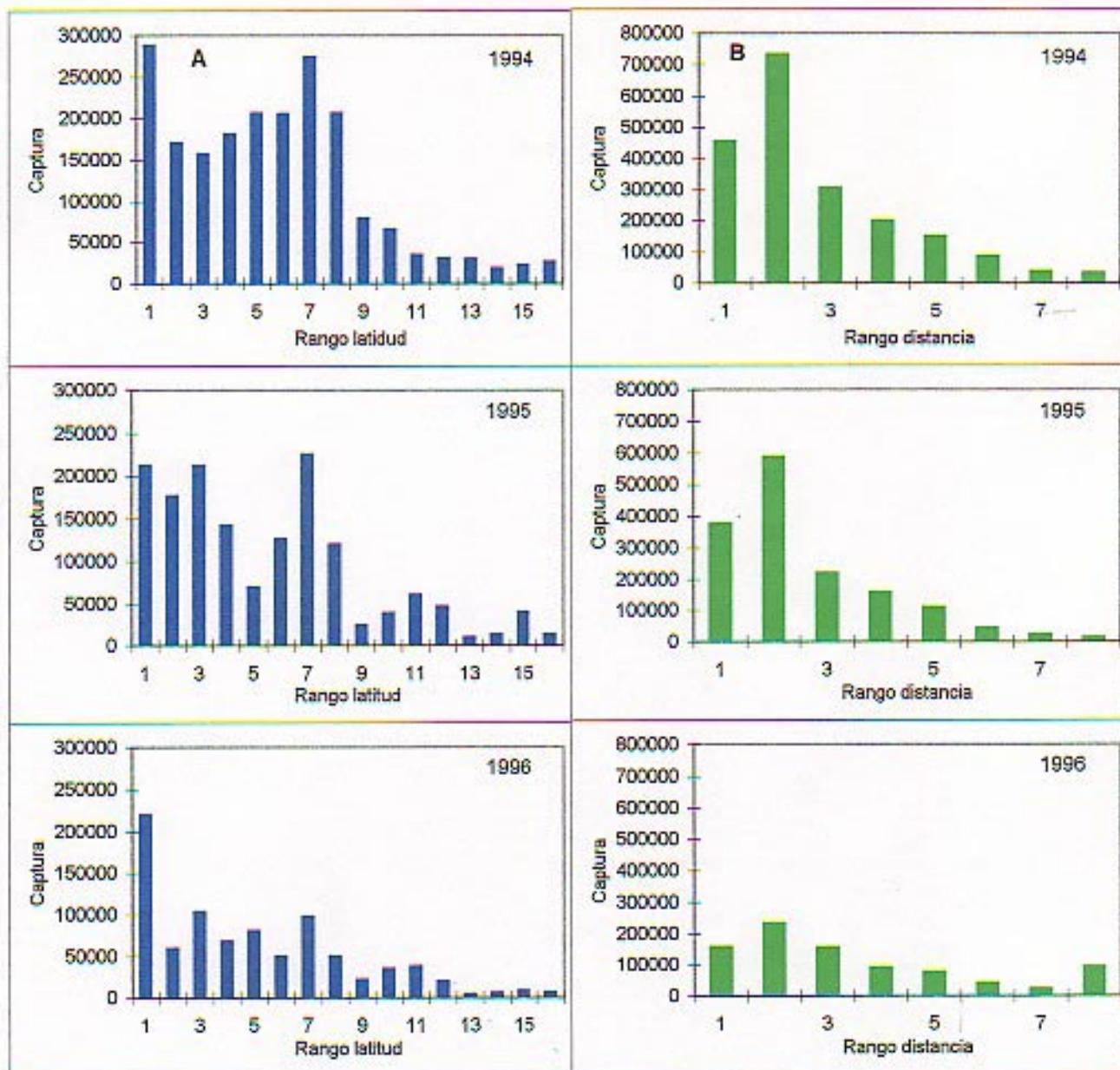
- Veda biológica (reclutamiento) : 16 dic. 96 - 19 ene. 97 (I - II Región)
- Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 - 21 ago. 96 (19° 30' S - II Región)



Código	Latitud	Código	Latitud
1	1820 - 1830	9	2200 - 2230
2	1830 - 1900	10	2230 - 2300
3	1900 - 1930	11	2300 - 2330
4	1930 - 2000	12	2330 - 2400
5	2000 - 2030	13	2400 - 2430
6	2030 - 2100	14	2430 - 2500
7	2100 - 2130	15	2500 - 2530
8	2130 - 2200	16	2530 - 2600

Código	Distancia
1	0 a 10
2	10 a 20
3	20 a 30
4	30 a 40
5	40 a 50
6	50 a 60
7	60 a 70
8	70 a 200

Figura 11. Distribución de la captura (t) de sardina española en la I-II Región, según variación: (A) latitudinal y (B) longitudinal.



Código	Latitud	Código	Latitud
1	1820 - 1830	9	2200 - 2230
2	1830 - 1900	10	2230 - 2300
3	1900 - 1930	11	2300 - 2330
4	1930 - 2000	12	2330 - 2400
5	2000 - 2030	13	2400 - 2430
6	2030 - 2100	14	2430 - 2500
7	2100 - 2130	15	2500 - 2530
8	2130 - 2200	16	2530 - 2600

Código	Distancia
1	0 a 10
2	10 a 20
3	20 a 30
4	30 a 40
5	40 a 50
6	50 a 60
7	60 a 70
8	70 a 200

Figura 12. Distribución de la captura (t) de anchoveta en la I-II Región, según variación: (A) latitudinal y (B) longitudinal.

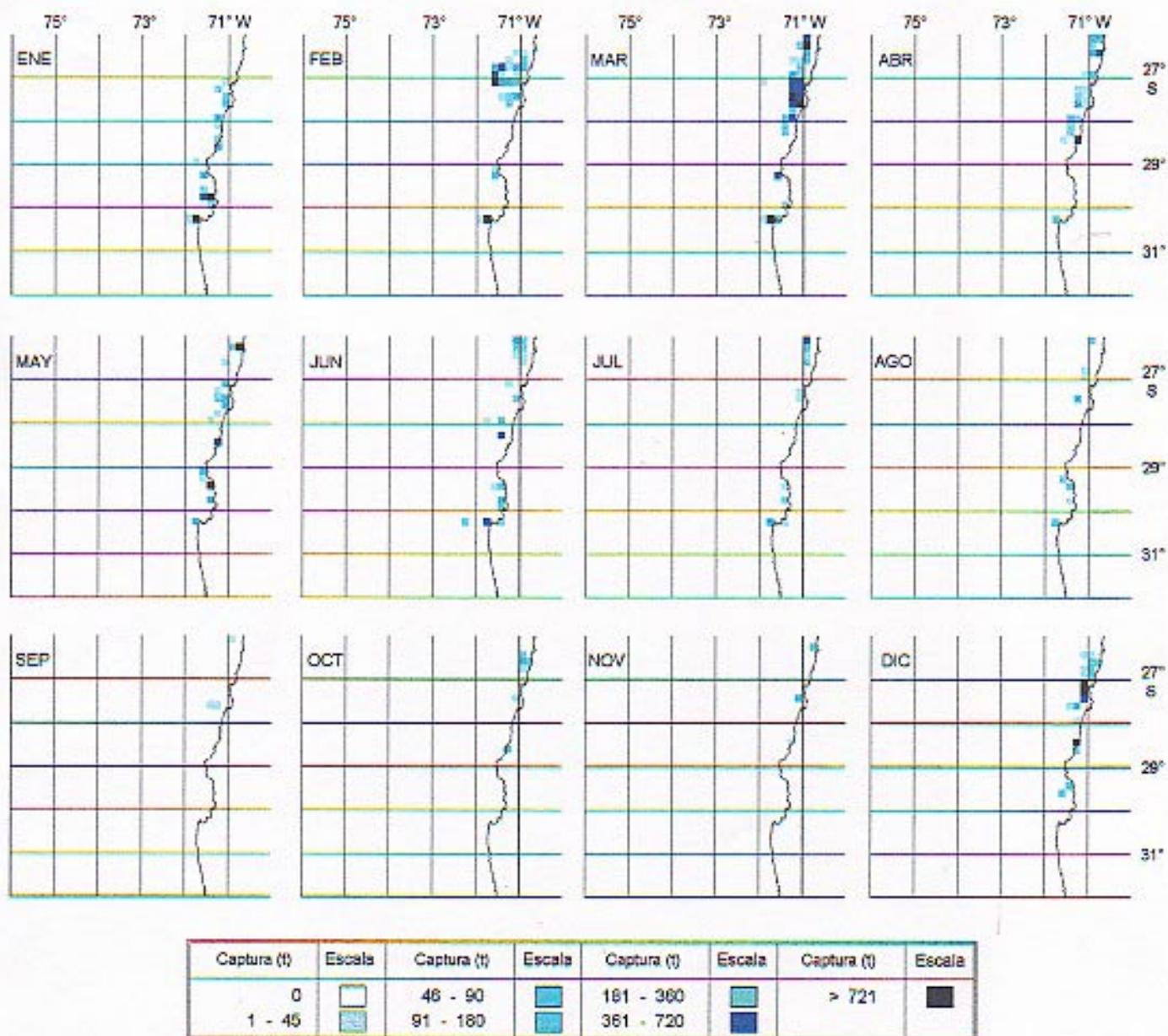
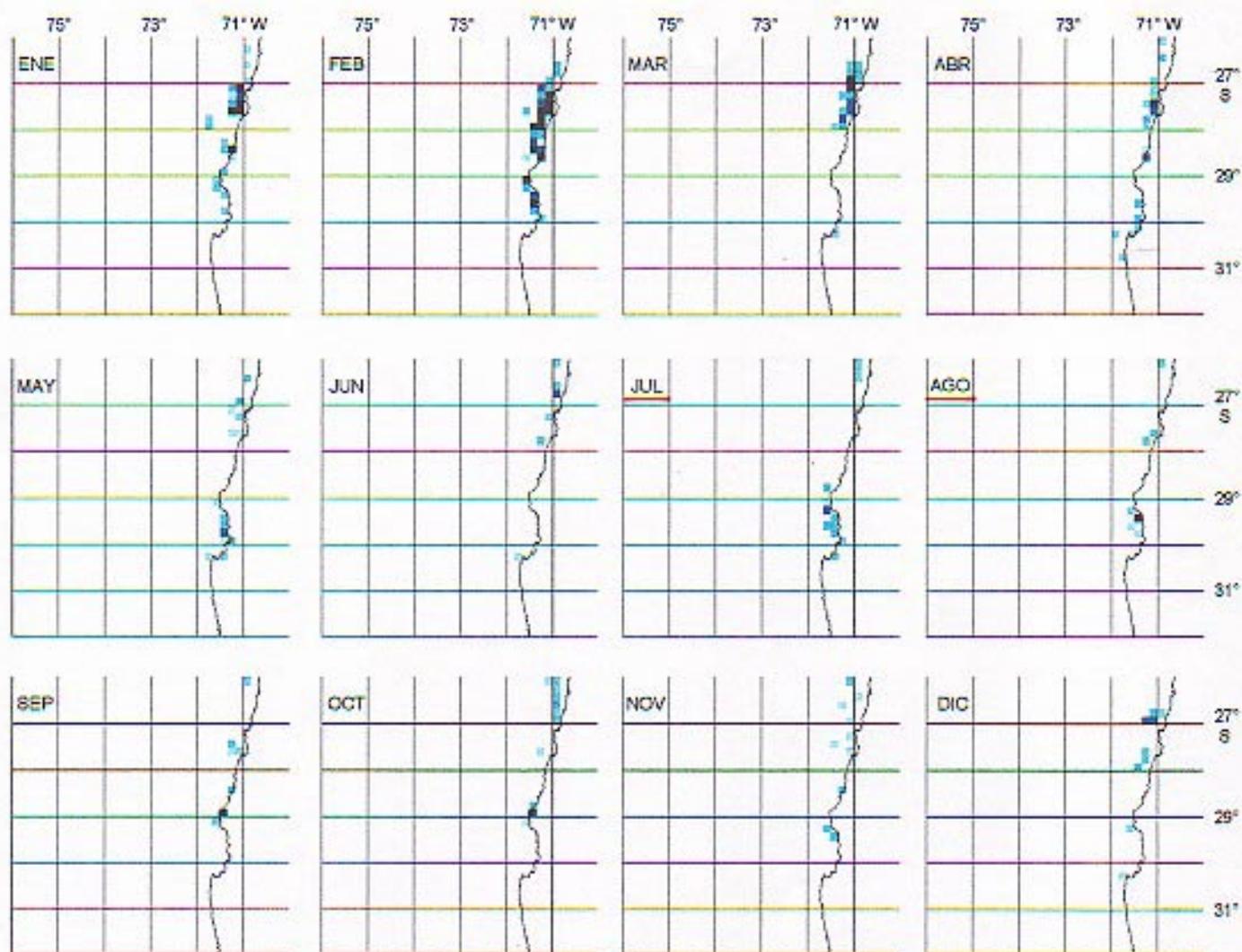


Figura 13a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, 1994.



Captura (t)	Escala						
0		46 - 90		181 - 360		> 721	
1 - 45		91 - 180		361 - 720			

Figura 13b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, 1995.

— Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 - 27 ago. 95 (I - III Región)

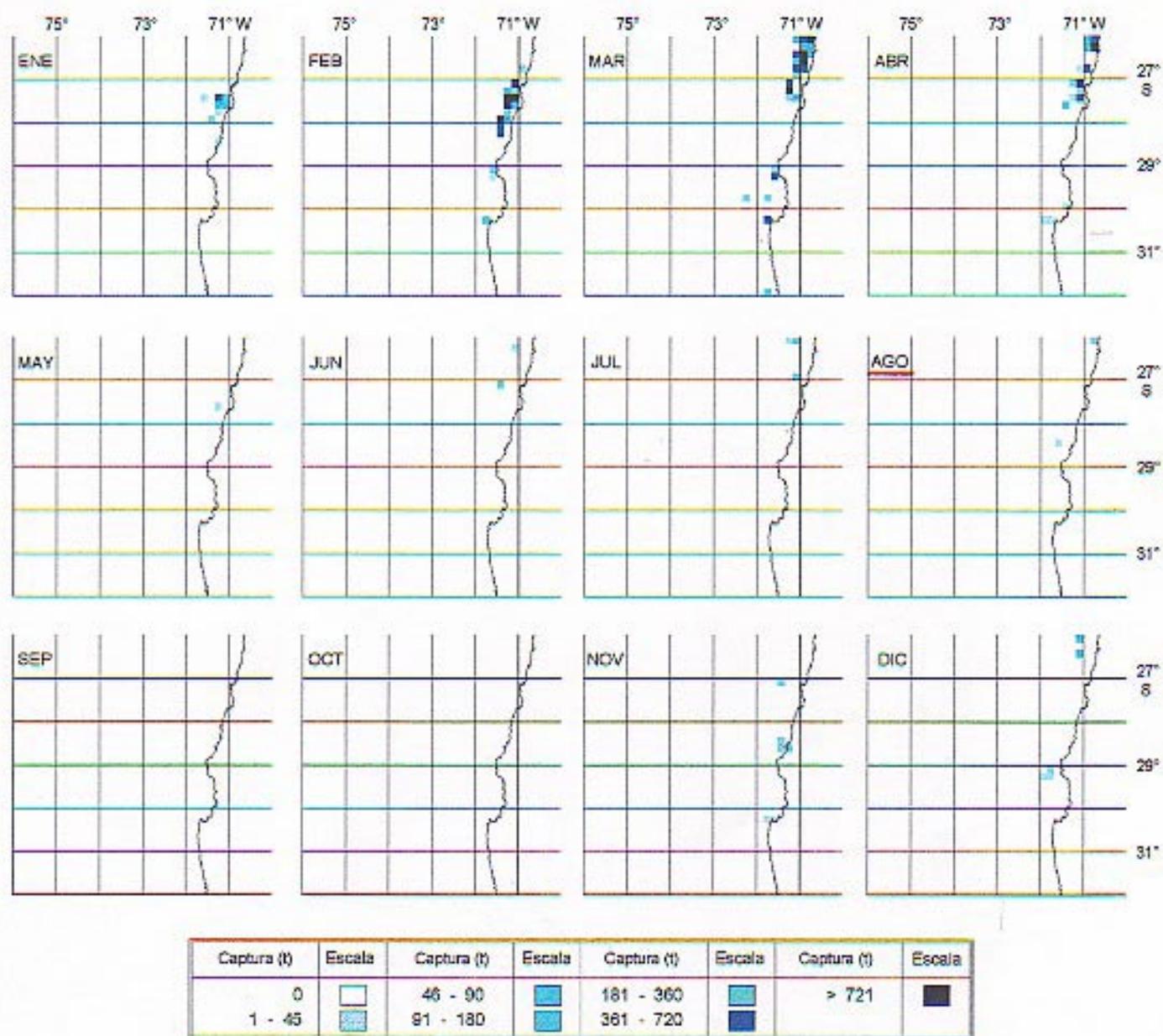


Figura 13c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, 1996.

— Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 - 21 ago. 96 (19° 30' S - III Región)

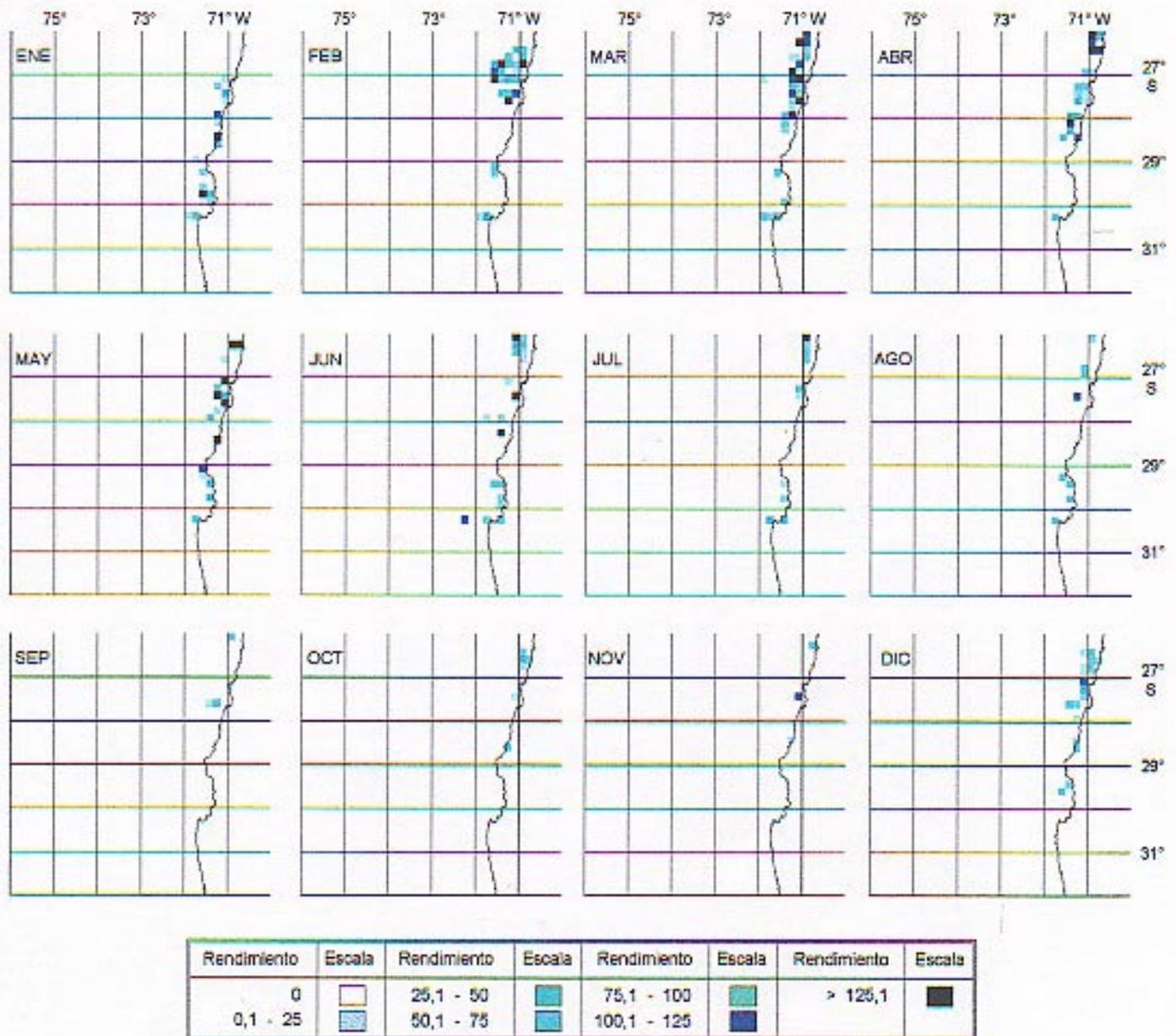
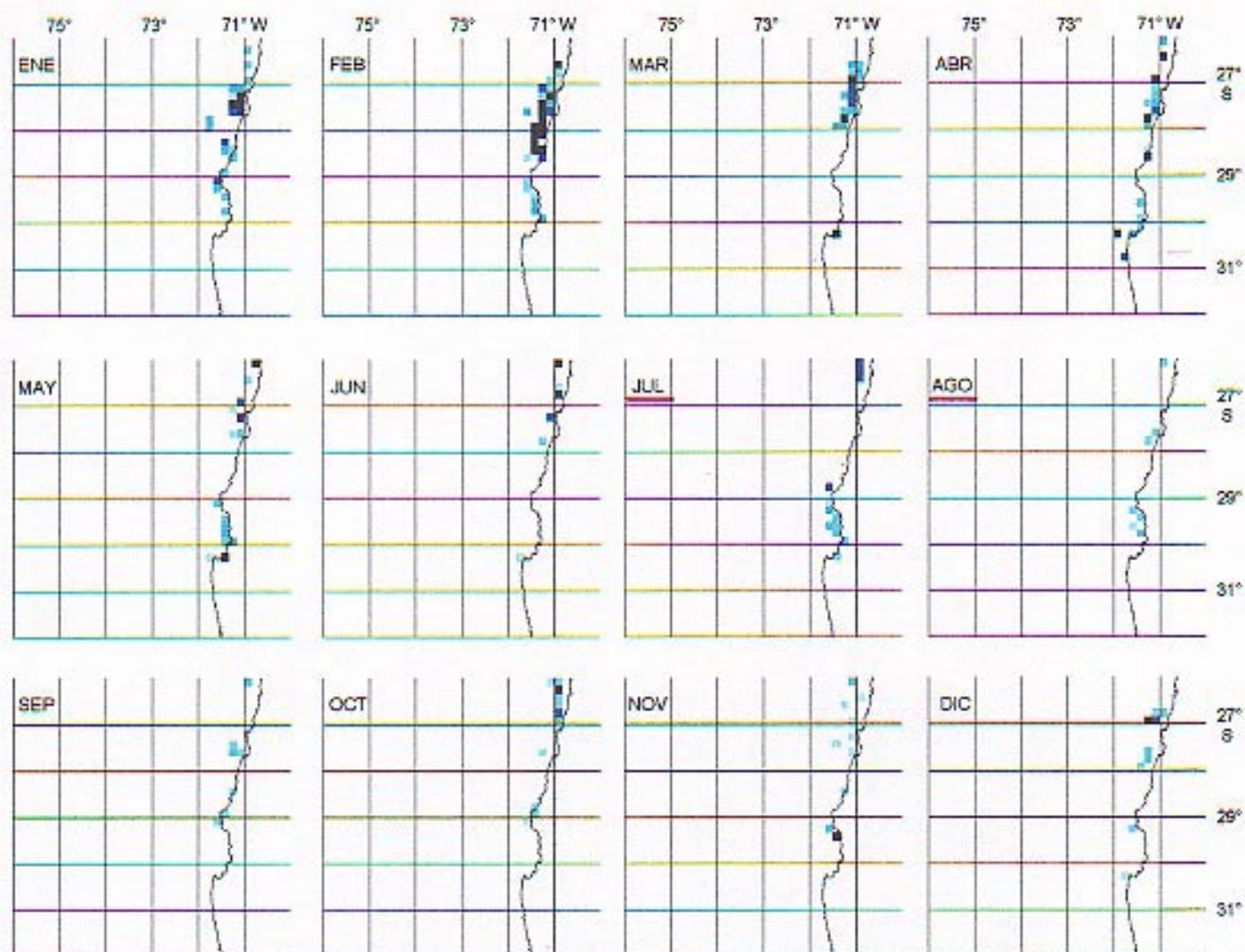


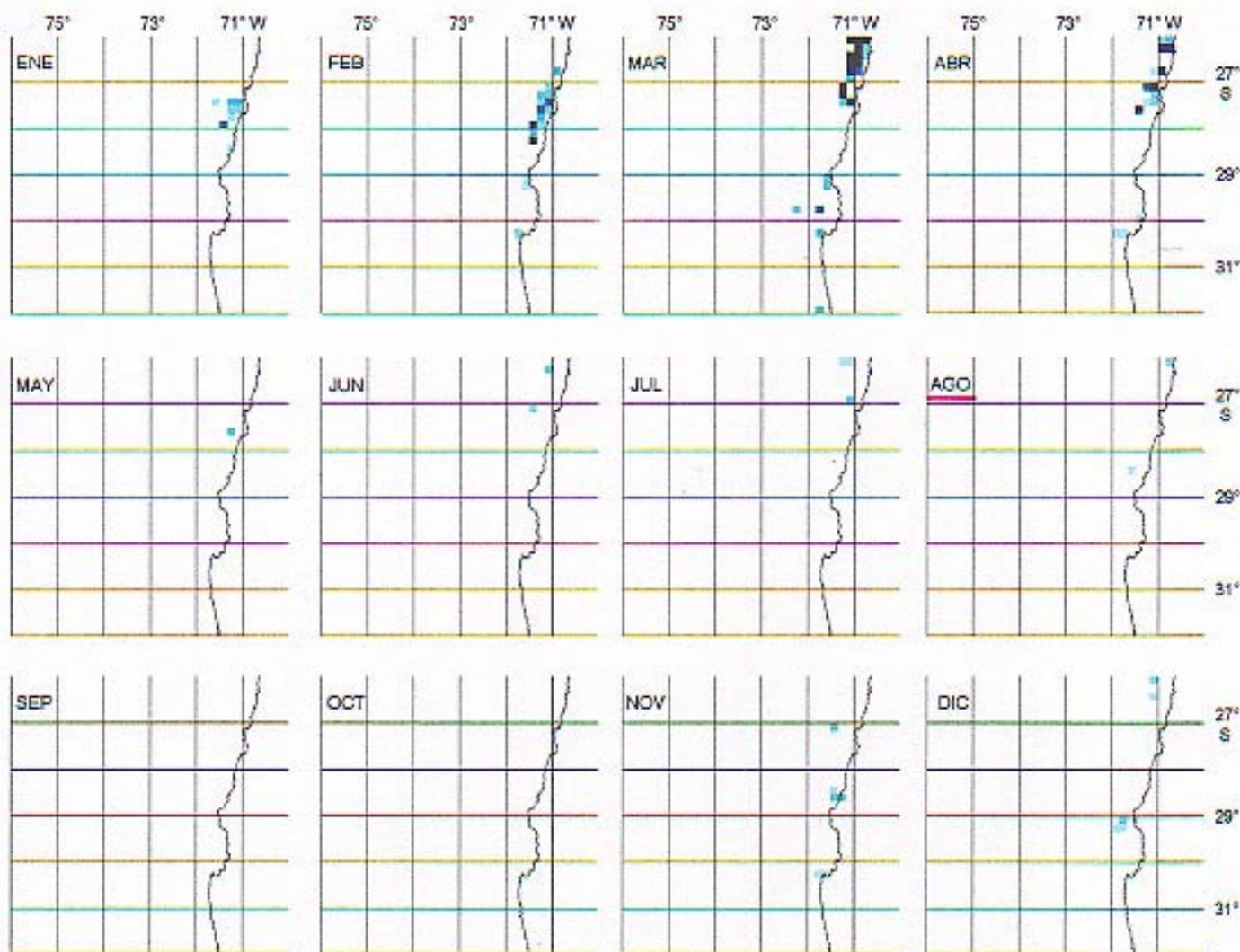
Figura 15a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la III-IV Región, 1994.



Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala
0		25,1 - 50		75,1 - 100		> 126,1	
0,1 - 25		50,1 - 75		100,1 - 125			

Figura 15b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la III-IV Región, 1995.

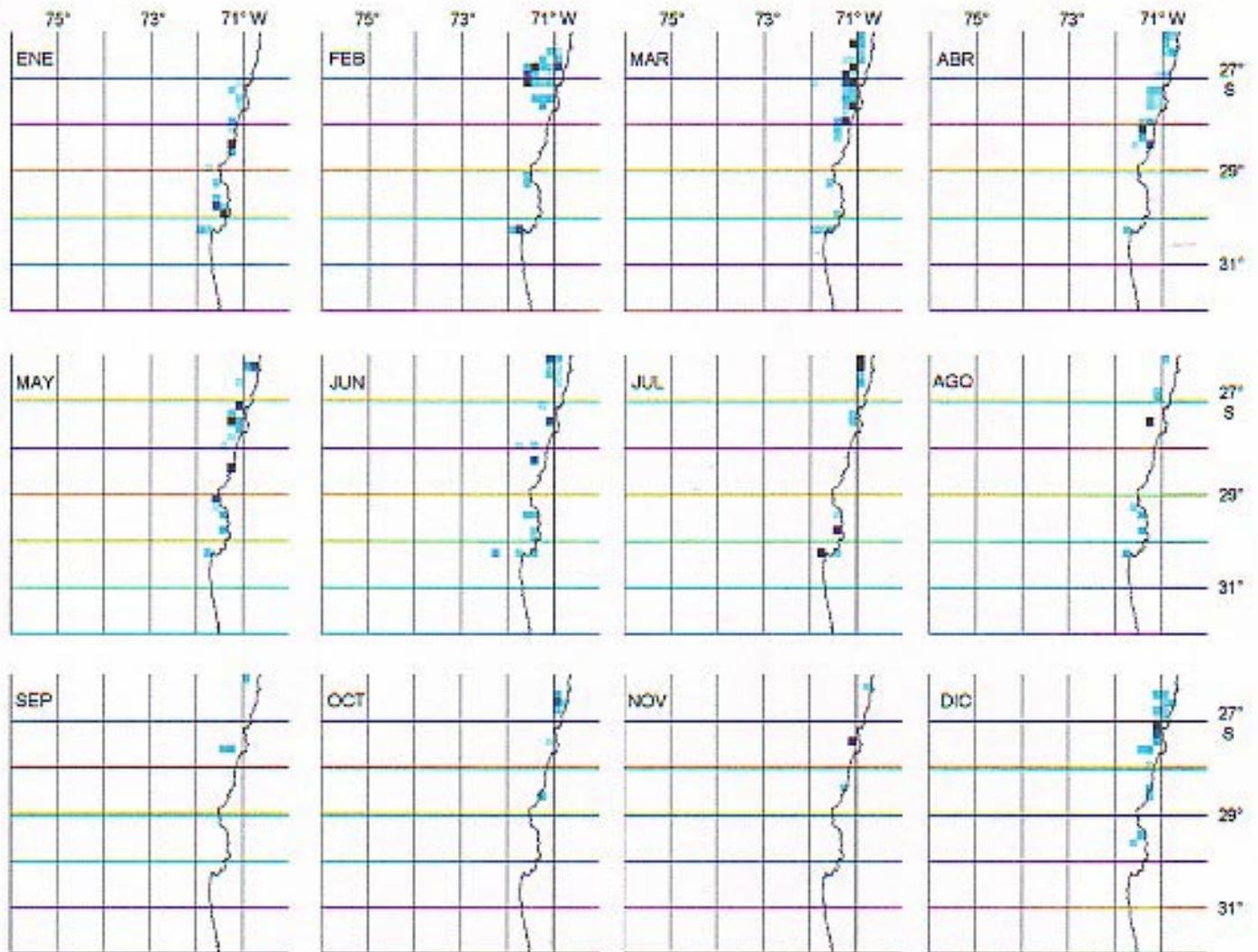
— Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 - 27 ago. 95 (I - III Región)



Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala
0		25,1 - 50		75,1 - 100		> 125,1	
0,1 - 25		50,1 - 75		100,1 - 125			

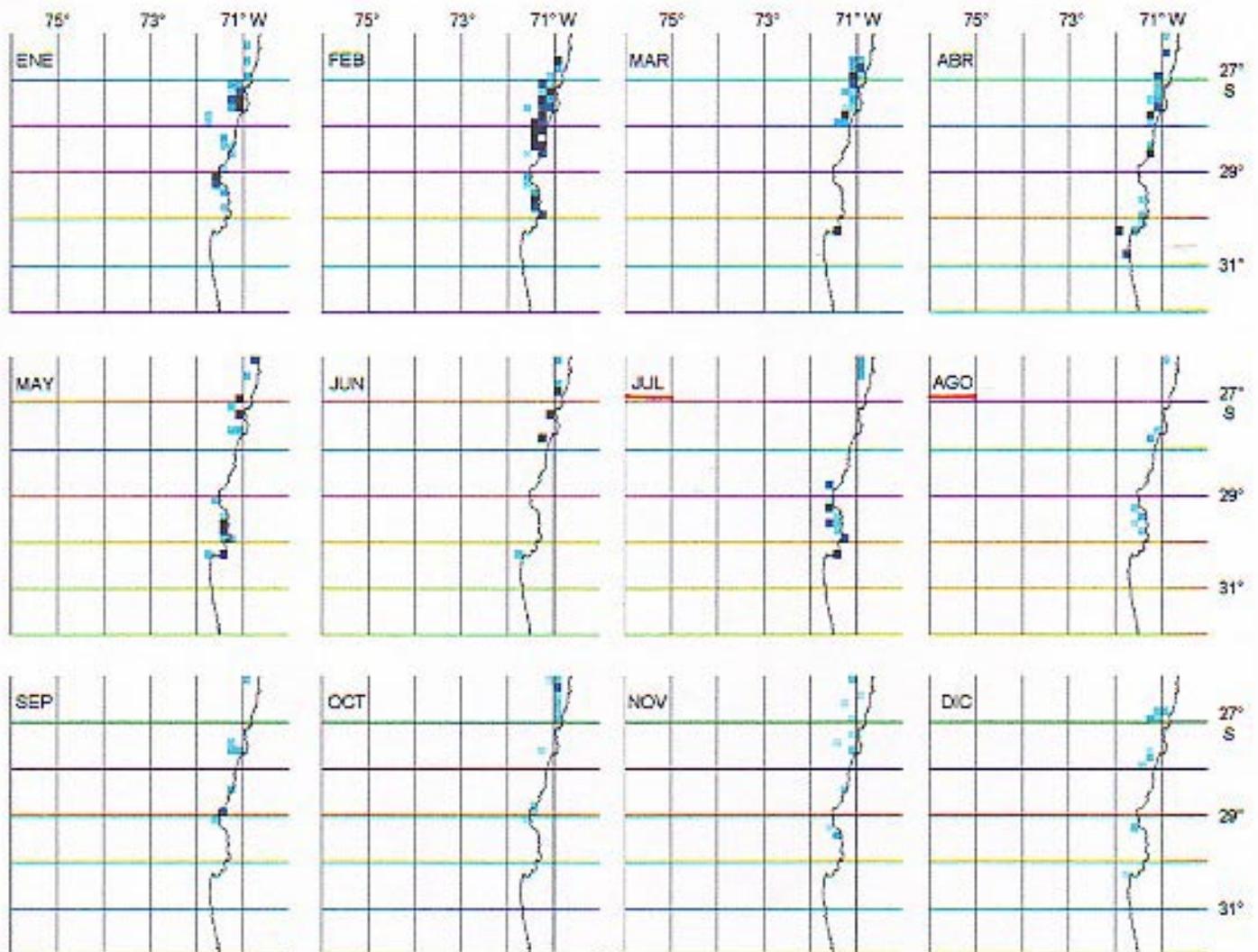
Figura 15c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de sardina española en la III-IV Región, 1996.

— Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 - 21 ago. 96 (19° 30' S - III Región)



CPUE (t/VCPe)	Escala						
0		25,1 - 50		75,1 - 100		> 125,1	
0,1 - 25		50,1 - 75		100,1 - 125			

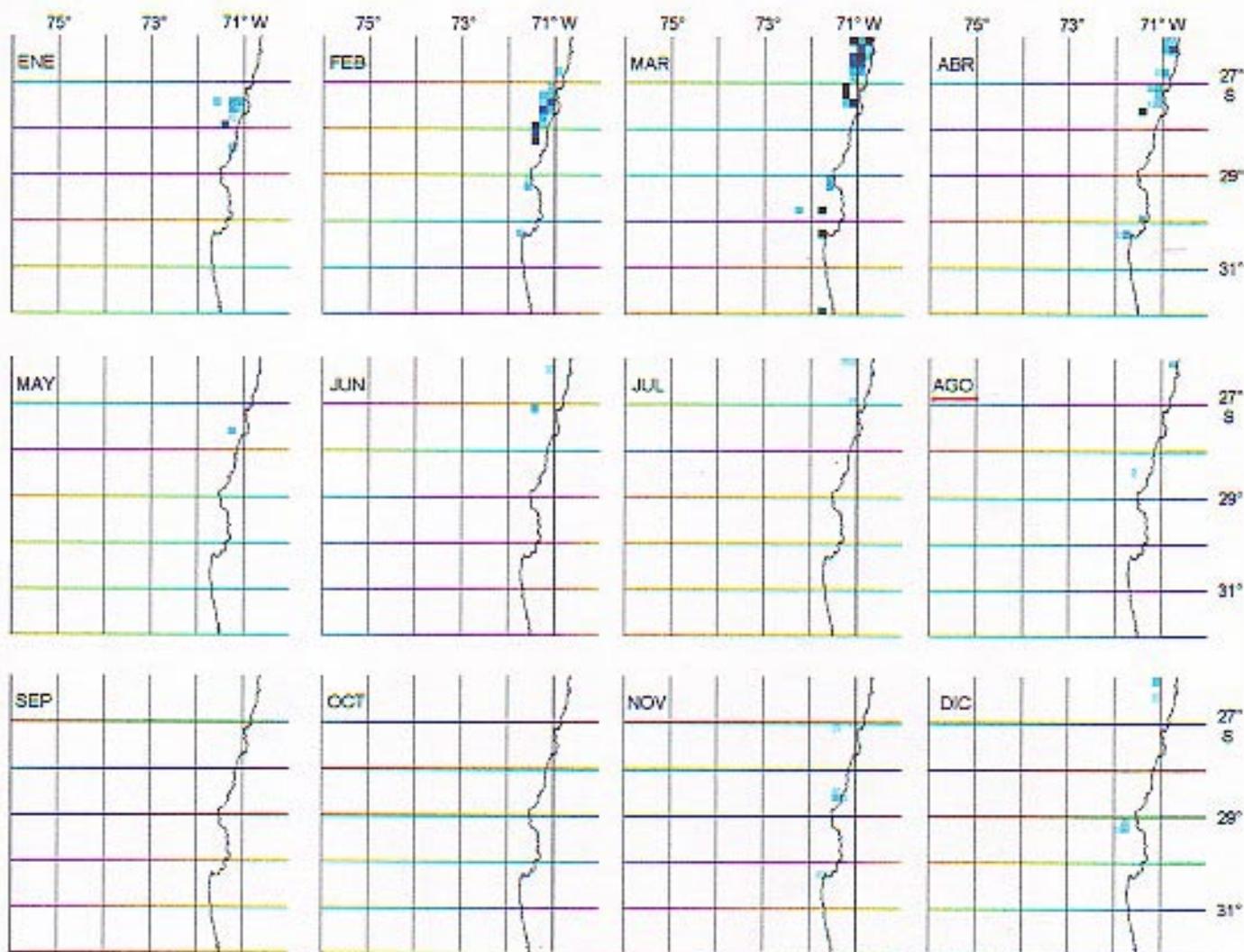
Figura 16a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1994.



CPUE (t/VCPe)	Escala						
0		25,1 - 50		75,1 - 100		> 125,1	
0,1 - 25		50,1 - 75		100,1 - 125			

Figura 16b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1995.

— Veda biológica (reproductiva) : 21 jul. 95 - 27 ago. 95 (I - III Región)



CPUE (t/VCPe)	Escala						
0		25,1 - 50		75,1 - 100		> 125,1	
0,1 - 25		50,1 - 75		100,1 - 125			

Figura 16c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de sardina española en la III-IV Región, 1996.

— Veda biológica (reproductiva) : 01 ago. 96 - 21 ago. 96 (19° 30' S - III Región)

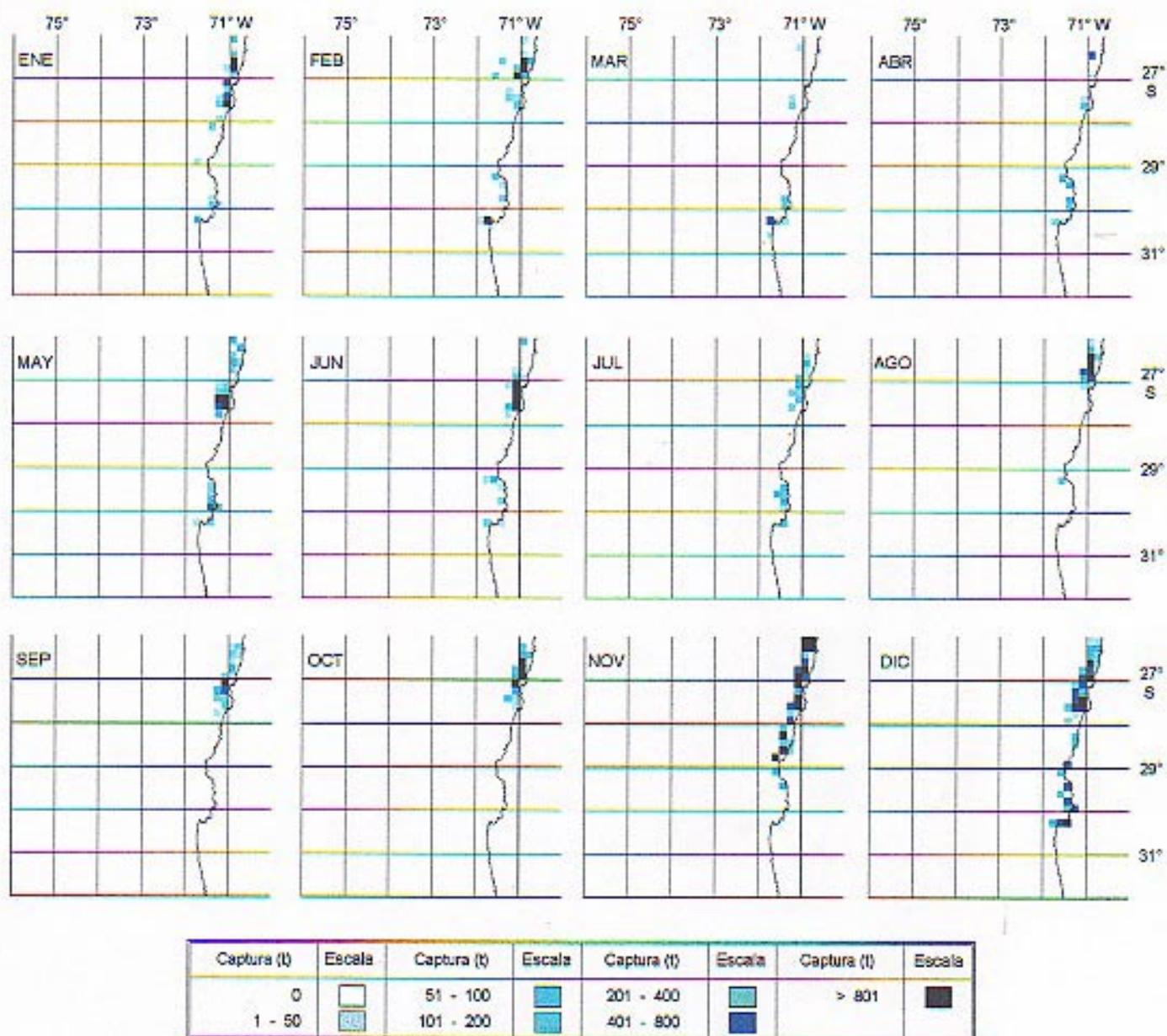
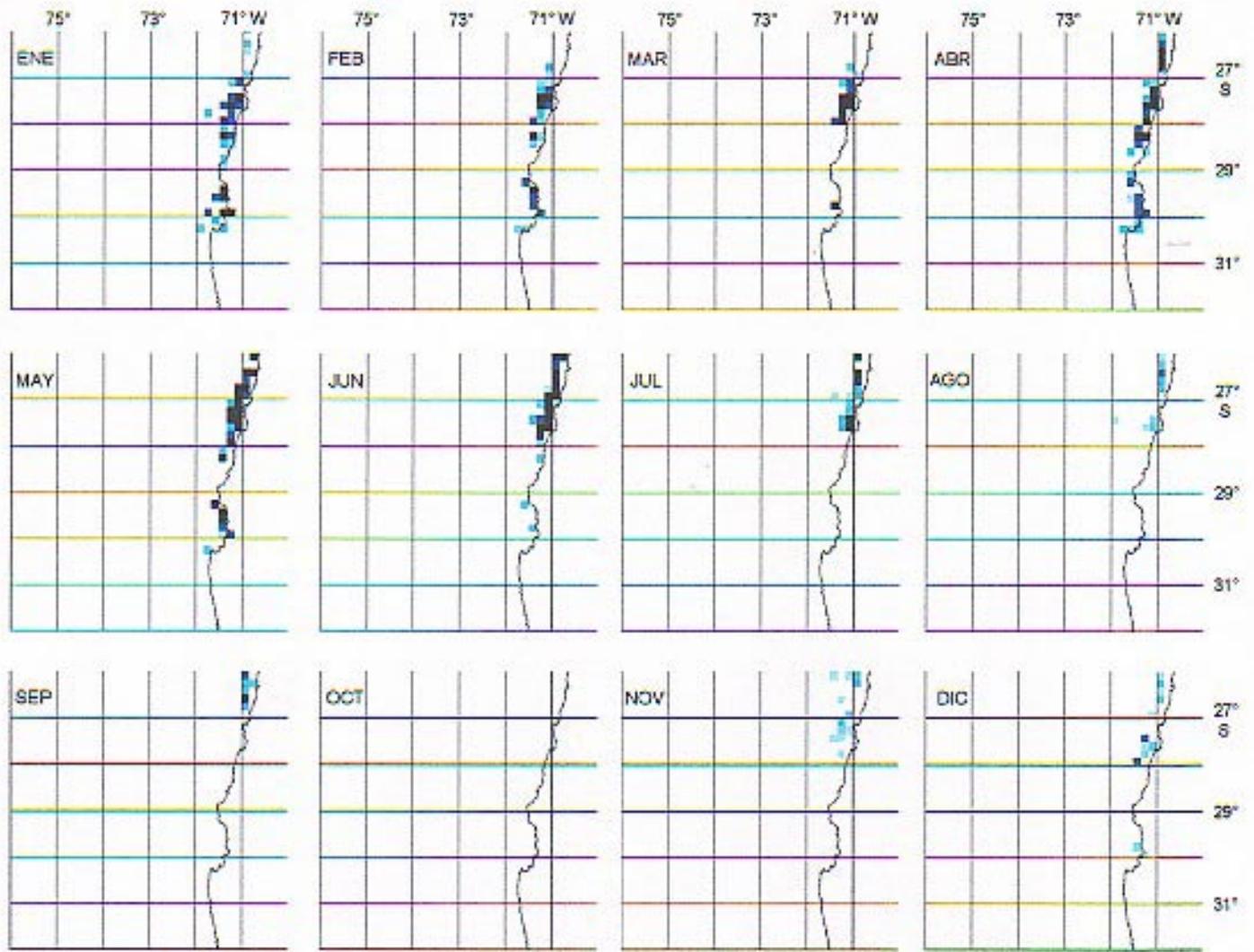


Figura 17a. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.



Captura (t)	Escala	Captura (t)	Escala	Captura (t)	Escala	Captura (t)	Escala
0	[White]	51 - 100	[Light Blue]	201 - 400	[Medium Blue]	> 801	[Black]
1 - 50	[Light Blue]	101 - 200	[Dark Blue]	401 - 800	[Dark Blue]		

Figura 17b. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.

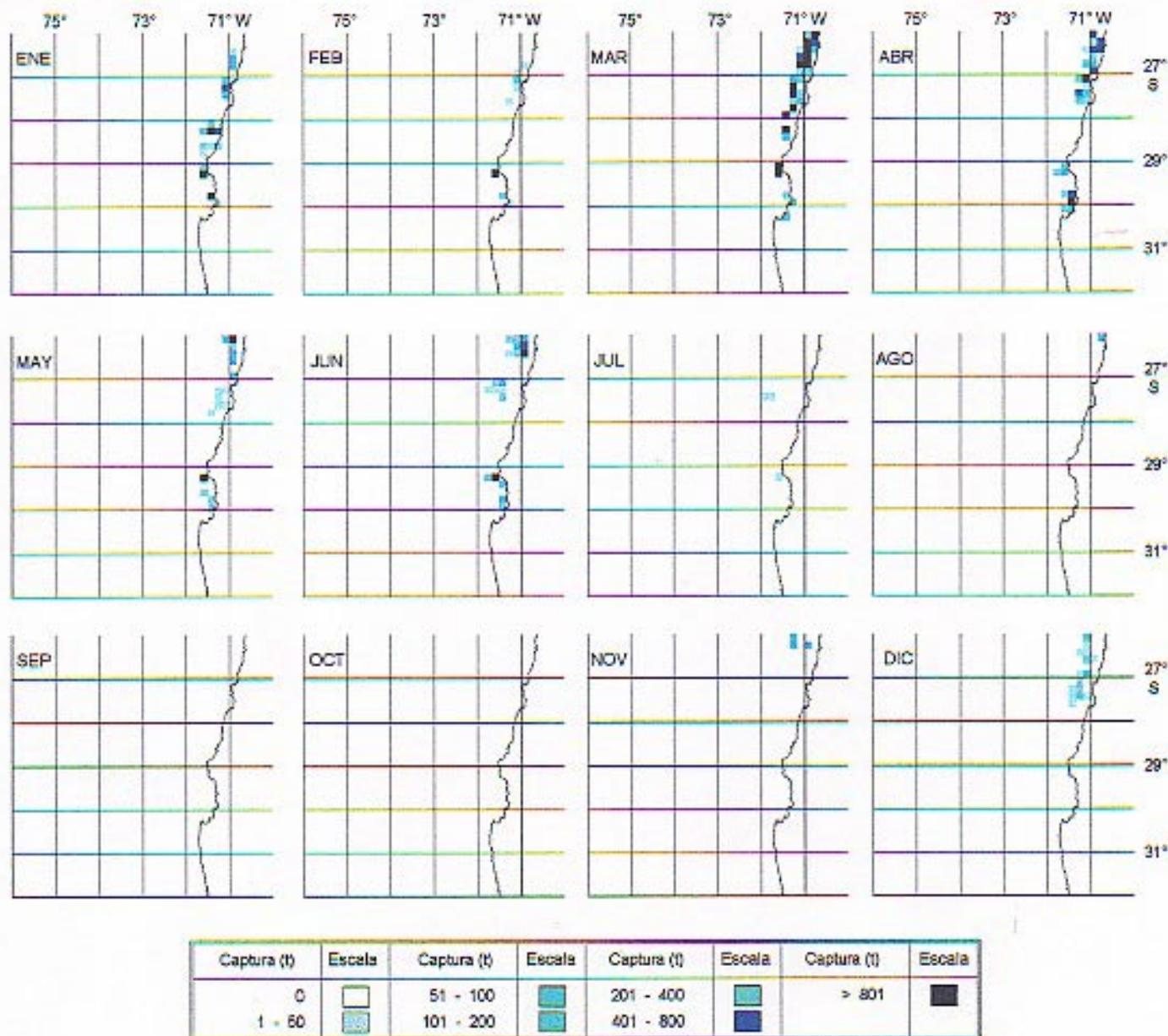
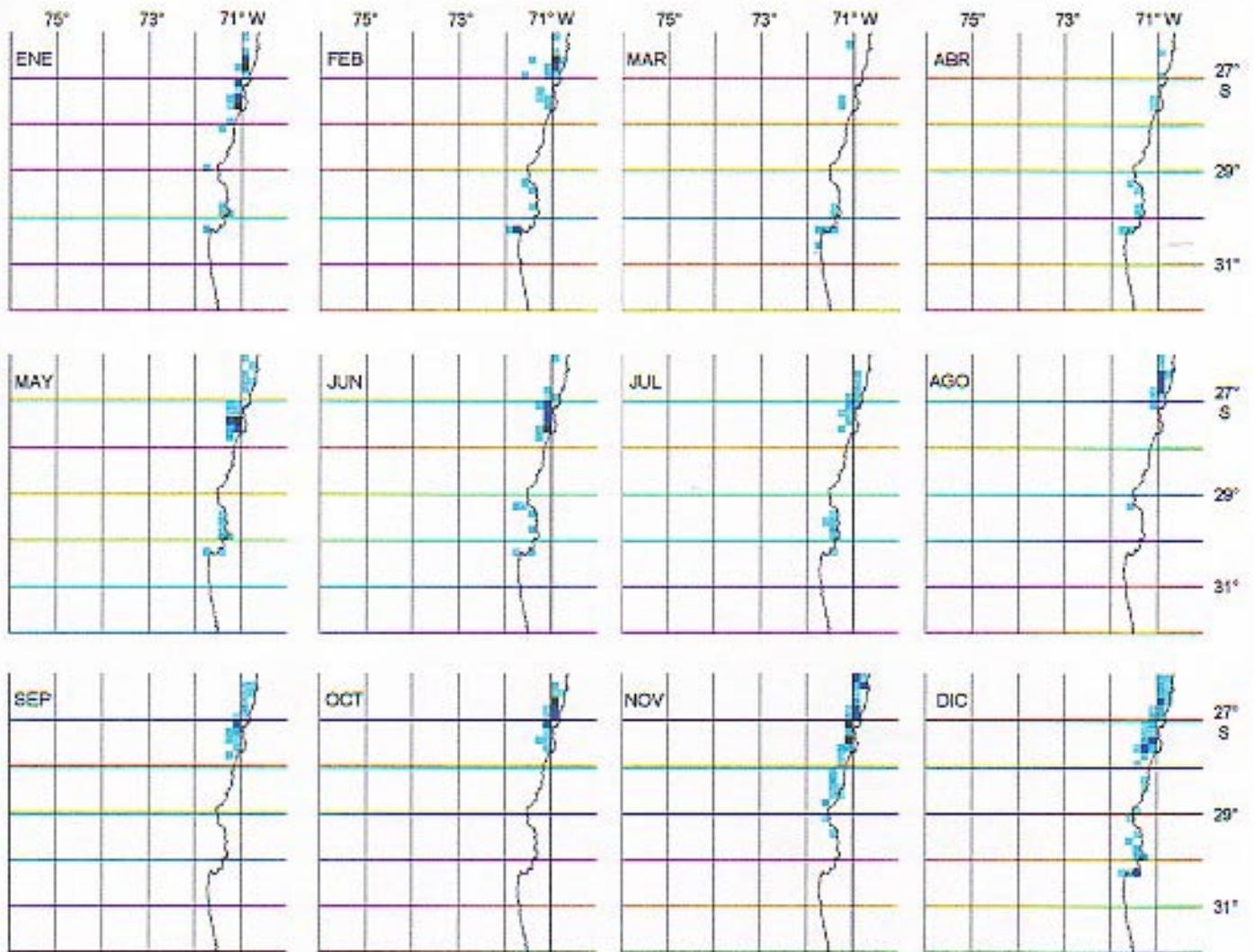
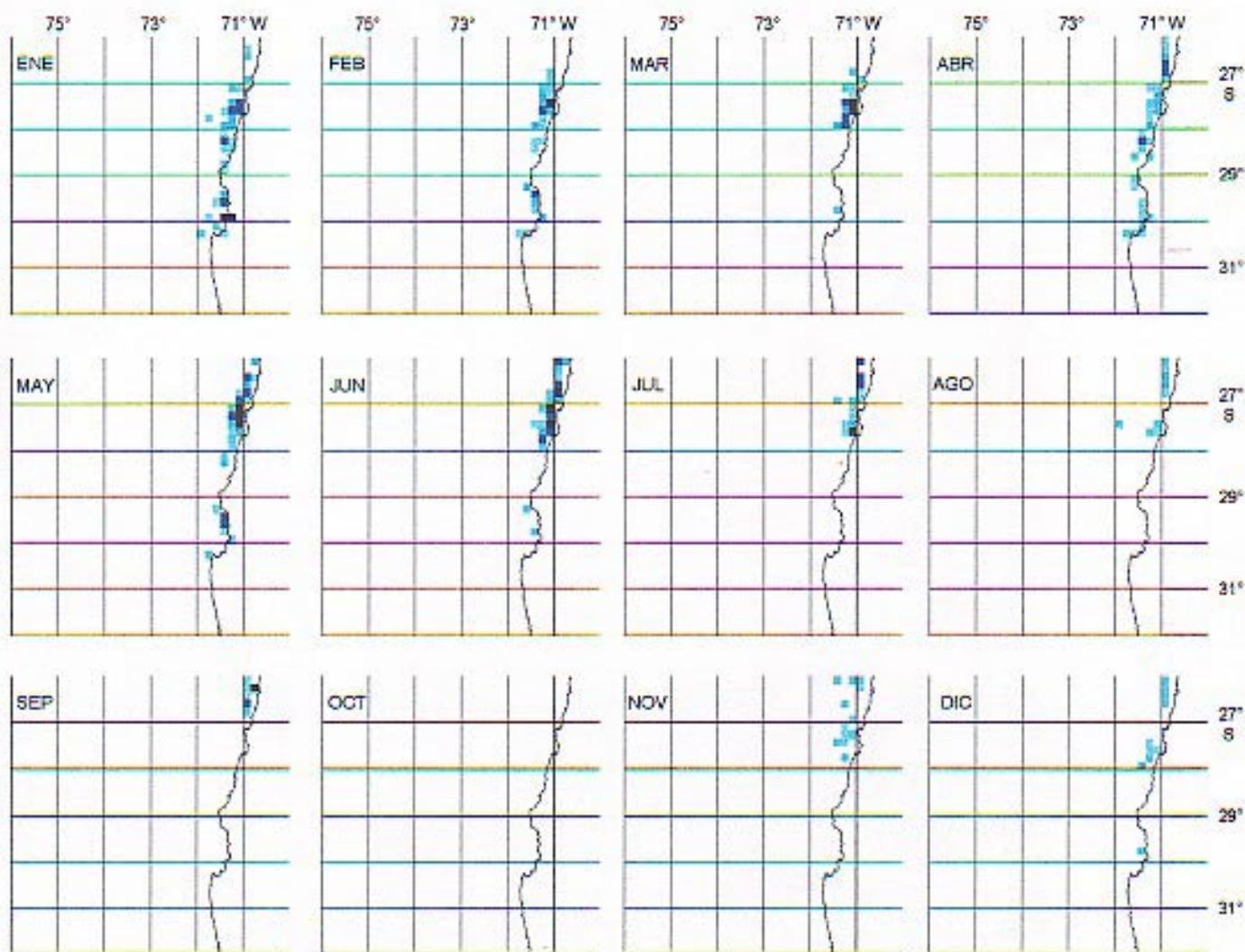


Figura 17c. Distribución espacial y mensual de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.



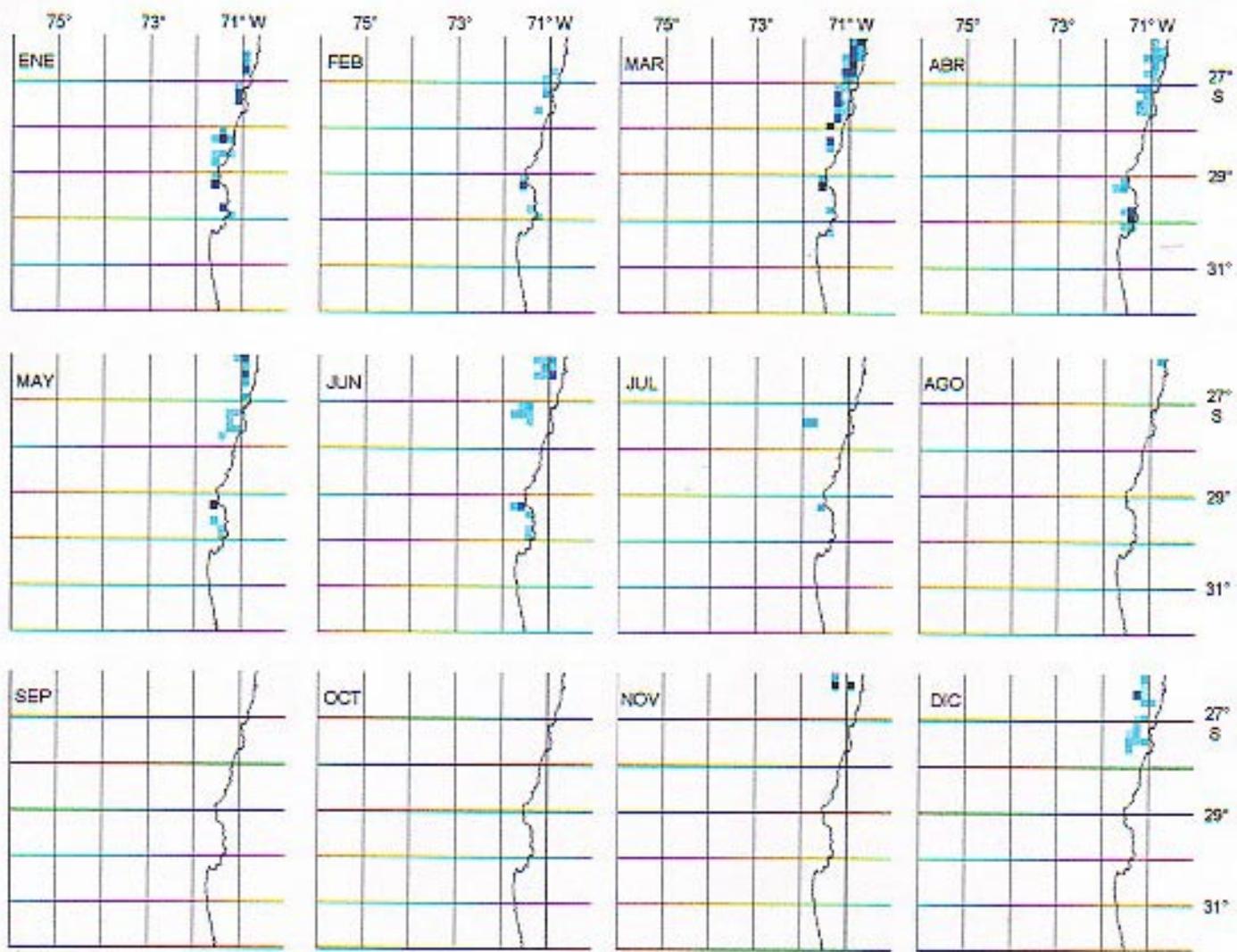
Esfuerzo (VCPe)	Escala						
0		1,1 - 2,0		5,1 - 10,0		> 20,1	
0,1 - 1,0		2,1 - 5,0		10,1 - 20,0			

Figura 18a. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VCP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.



Esfuerzo (VCPe)	Escala	Esfuerzo (VCPe)	Escala	Esfuerzo (VCPe)	Escala	Esfuerzo (VCPe)	Escala
0		1,1 - 2,0		5,1 - 10,0		> 20,1	
0,1 - 1,0		2,1 - 5,0		10,1 - 20,0			

Figura 18b. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VCP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.



Esfuerzo (VCPe)	Escala	Esfuerzo (VCPe)	Escala	Esfuerzo (VCPe)	Escala	Esfuerzo (VCPe)	Escala
0		1,1 - 2,0		5,1 - 10,0		> 20,1	
0,1 - 1,0		2,1 - 5,0		10,1 - 20,0			

Figura 18c. Distribución espacial y mensual del esfuerzo de pesca estándar (VCP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.

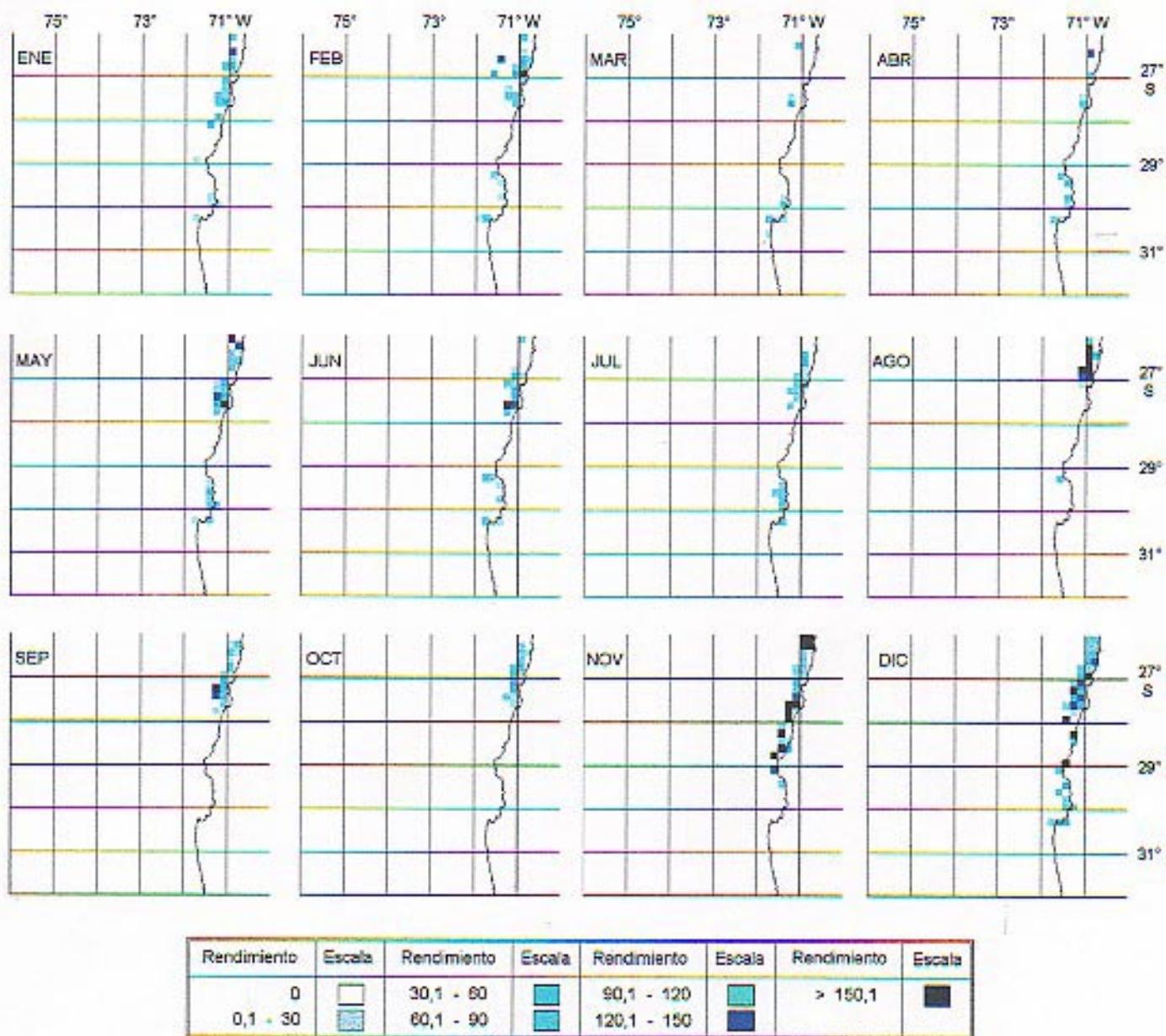


Figura 19a. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (tVP) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.

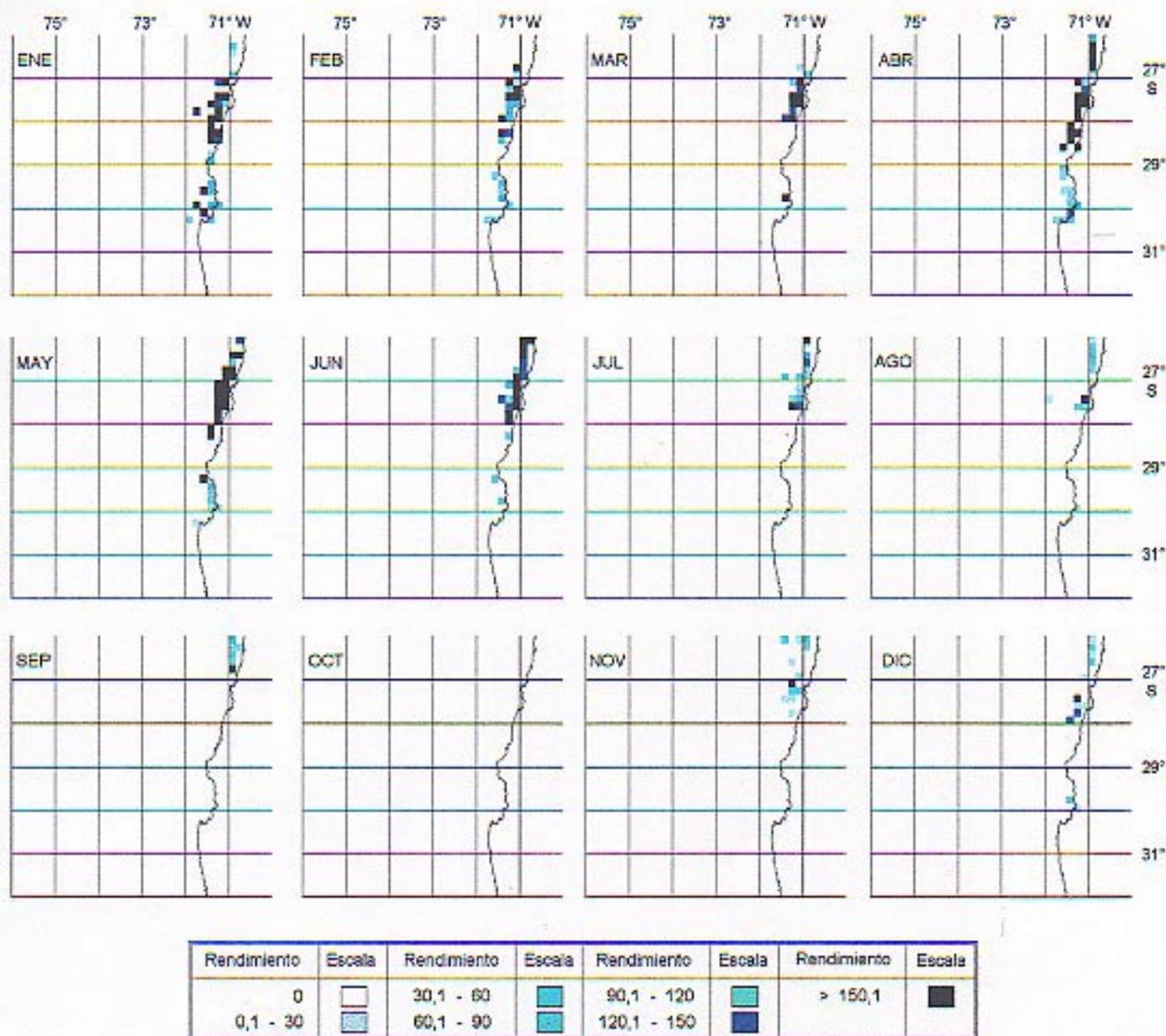
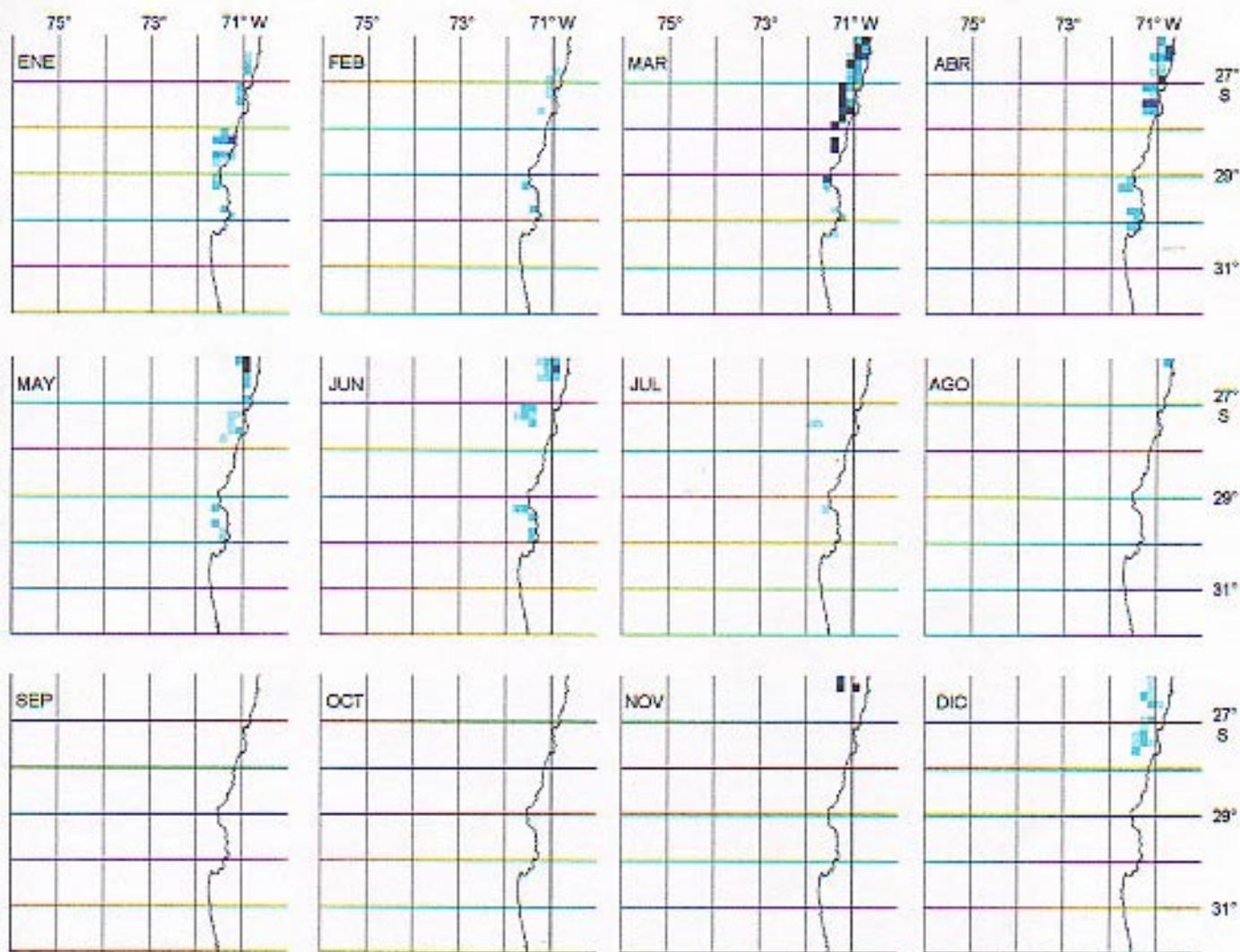
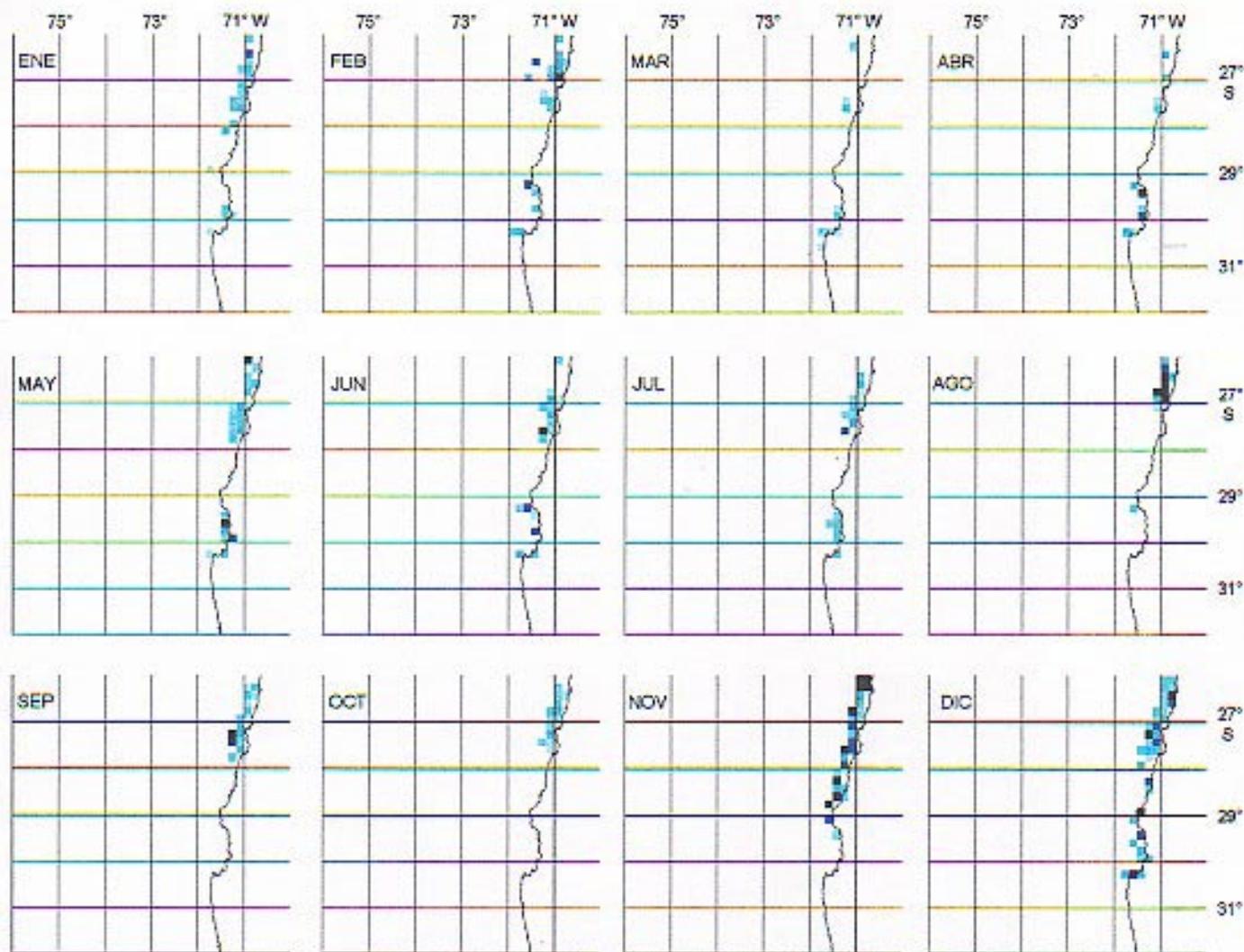


Figura 19b. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.



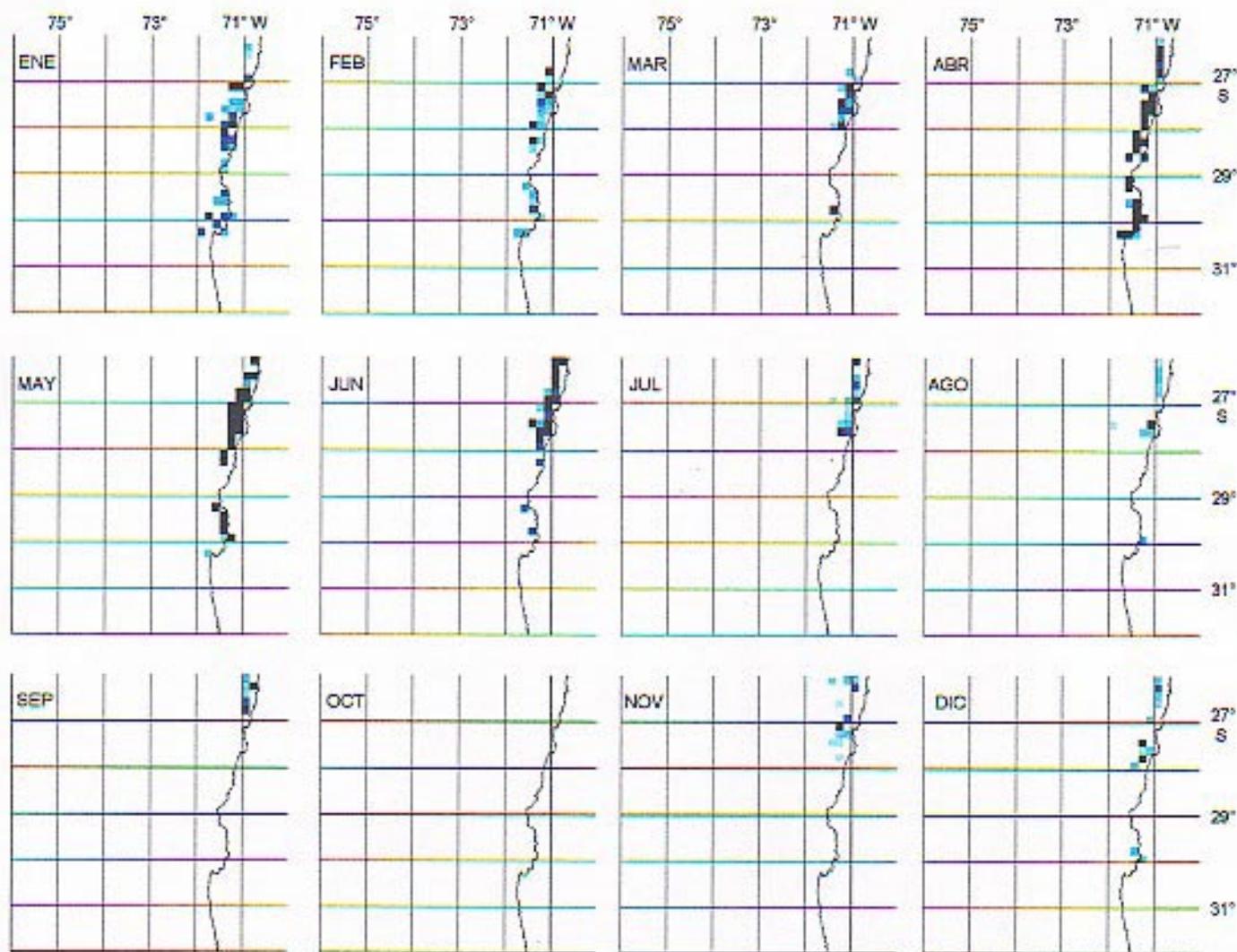
Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala	Rendimiento	Escala
0		30,1 - 60		90,1 - 120		> 150,1	
0,1 - 30		60,1 - 90		120,1 - 150			

Figura 19c. Distribución espacial y mensual del rendimiento de pesca (t/VP) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.



CPUE (t/VCPe)	Escala						
0		30,1 - 60		90,1 - 120		> 150,1	
0,1 - 30		60,1 - 90		120,1 - 150			

Figura 20a. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1994.



CPUE (t/VCPe)	Escala						
0		30,1 - 60		90,1 - 120		> 150,1	
0,1 - 30		60,1 - 90		120,1 - 150			

Figura 20b. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1995.

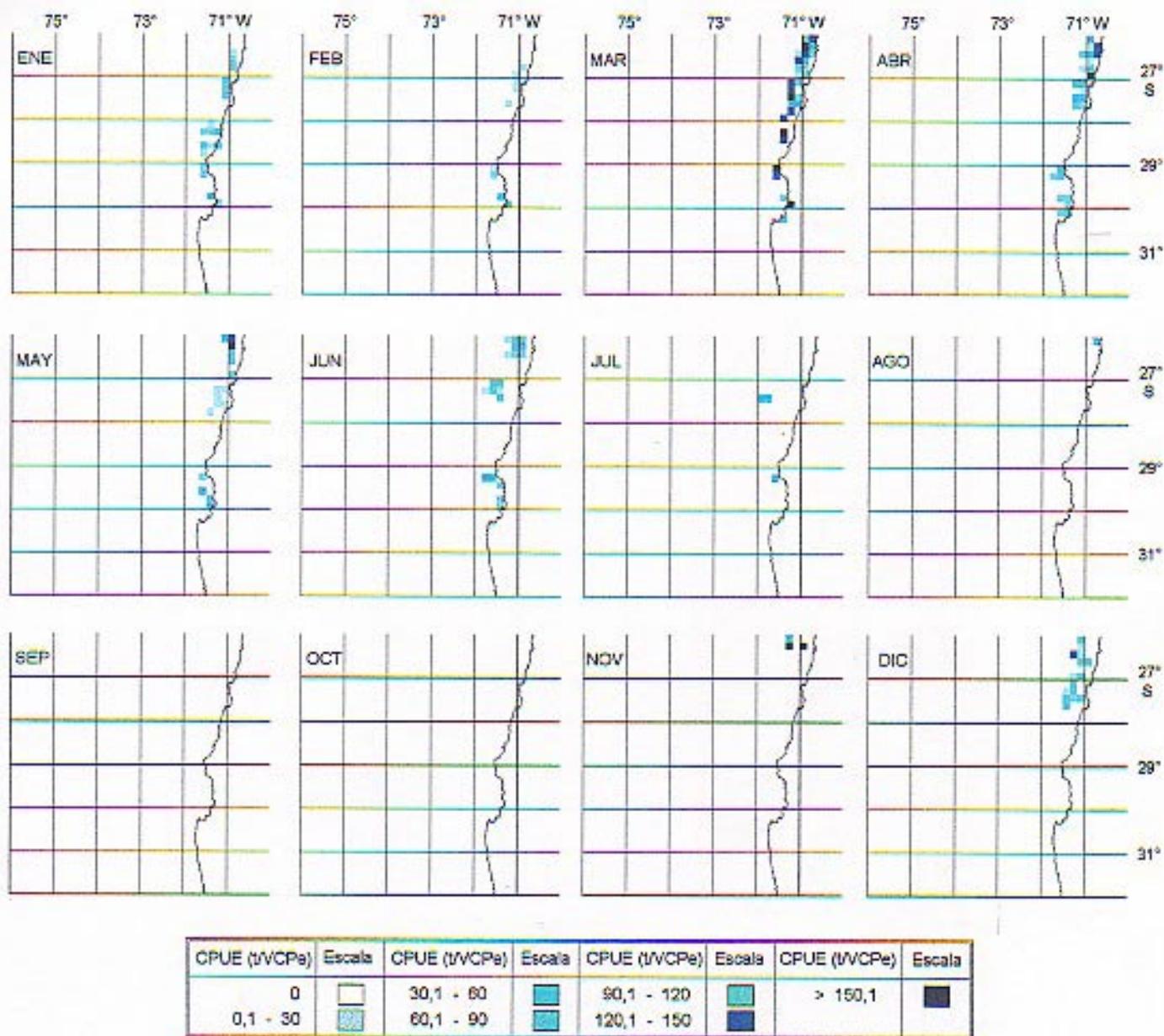
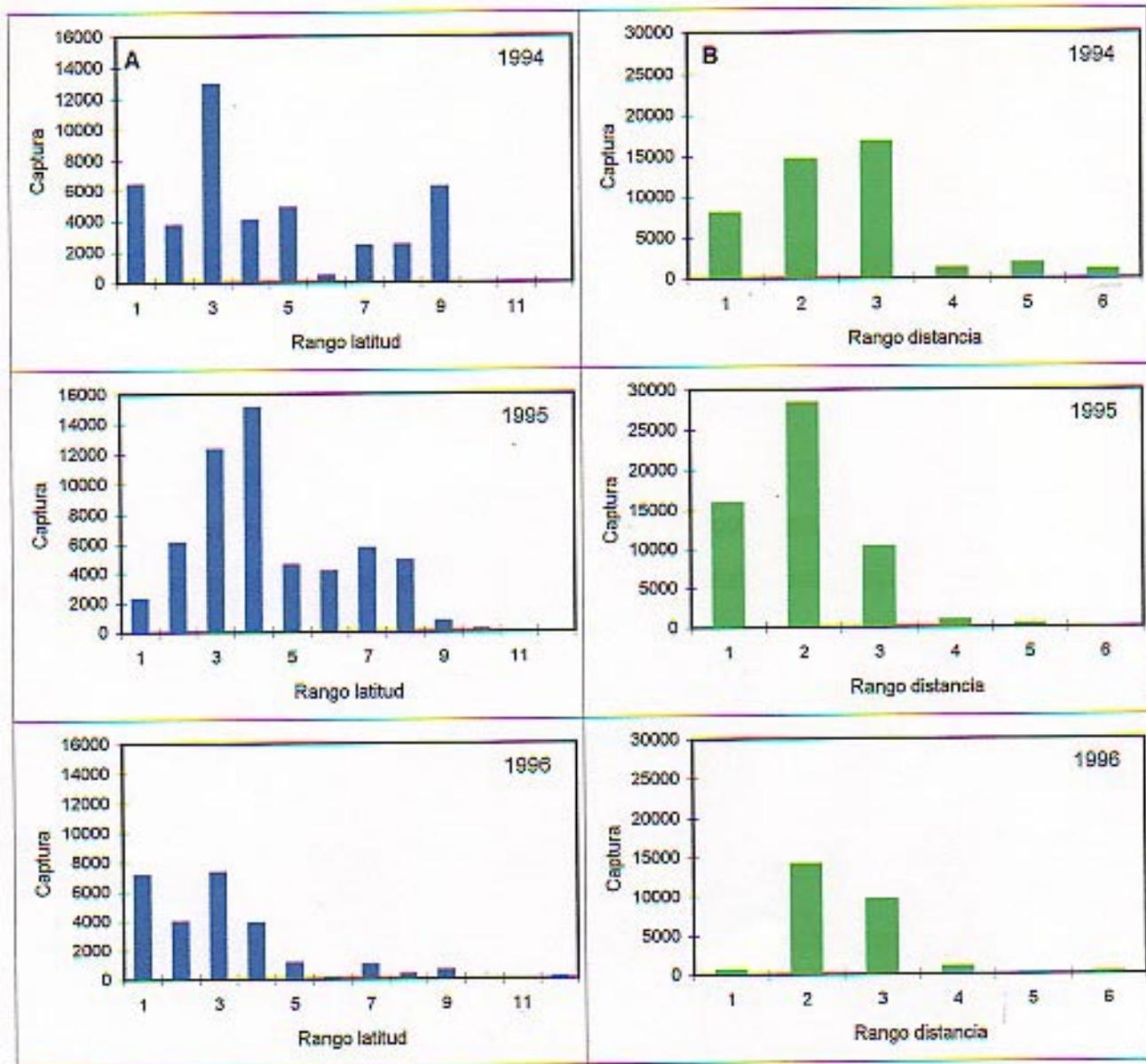


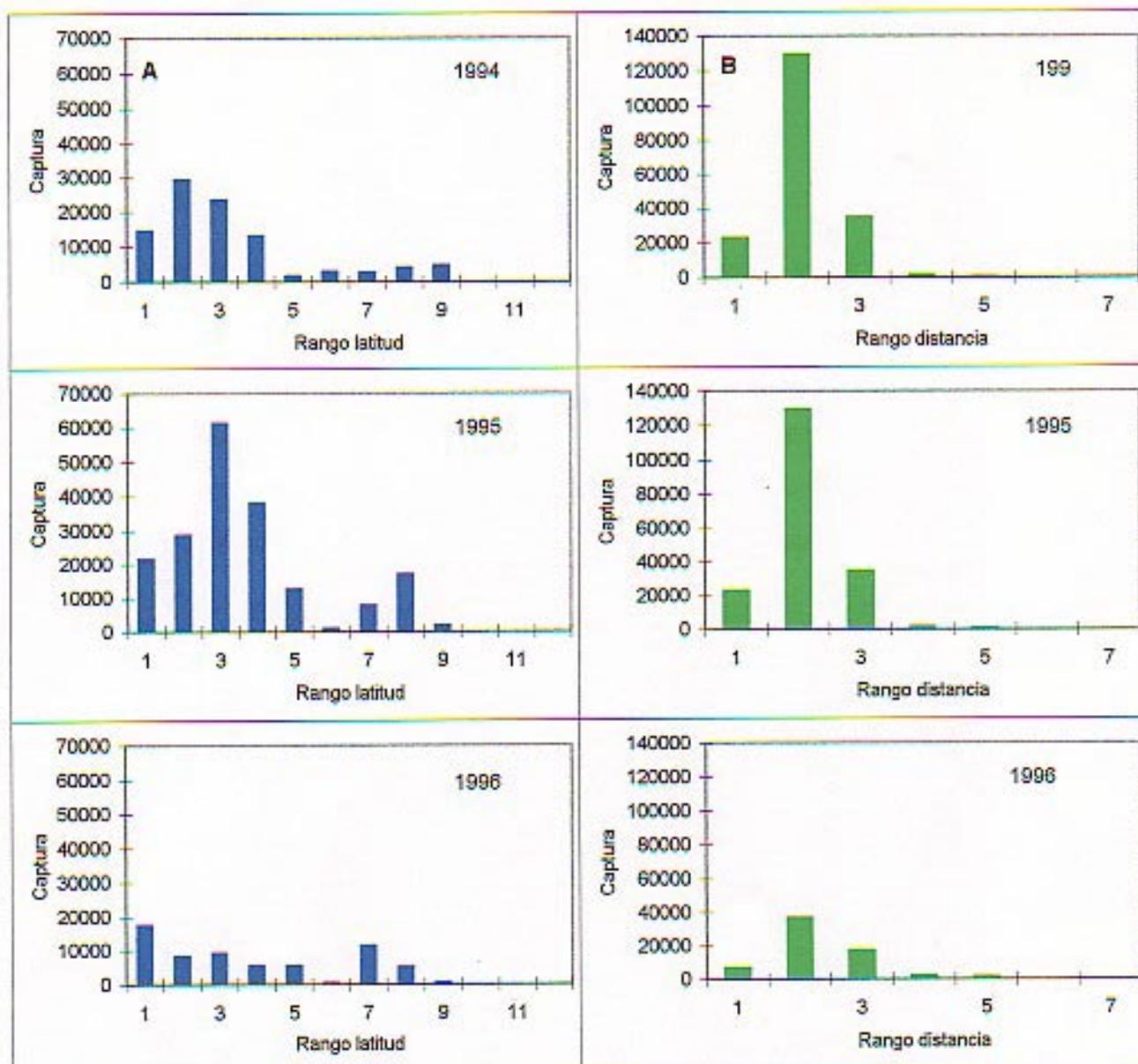
Figura 20c. Distribución espacial y mensual de la CPUE (t/VCP_e) de anchoveta en la III-IV Región, 1996.



Rango	Latitud	Rango	Latitud
1	2600 - 2630	7	2900 - 2930
2	2630 - 2700	8	2930 - 3000
3	2700 - 2730	9	3000 - 3030
4	2730 - 2800	10	3030 - 3100
5	2800 - 2830	11	3100 - 3130
6	2830 - 2900	12	3130 - 3200

Rango	Distancia
1	0 - 10
2	10 - 20
3	20 - 30
4	30 - 40
5	40 - 50
6	50 - 60

Figura 21. Distribución de la captura (t) de sardina española en la III-IV Región, según variación: (A) latitudinal y (B) longitudinal.



Rango	Latitud	Rango	Latitud
1	2600 - 2630	7	2900 - 2930
2	2630 - 2700	8	2930 - 3000
3	2700 - 2730	9	3000 - 3030
4	2730 - 2800	10	3030 - 3100
5	2800 - 2830	11	3100 - 3130
6	2830 - 2900	12	3130 - 3200

Rango	Distancia
1	0 - 10
2	10 - 20
3	20 - 30
4	30 - 40
5	40 - 50
6	50 - 60

Figura 22. Distribución de la captura (t) de anchoveta en la III-IV Región, según variación: (A) latitudinal y (B) longitudinal.

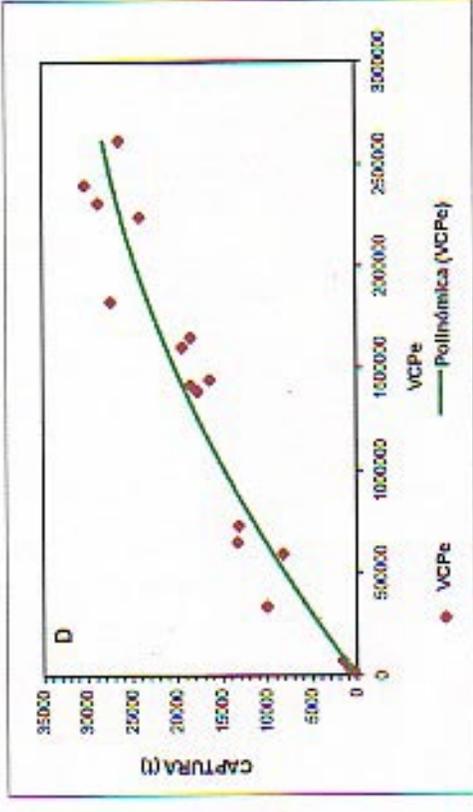
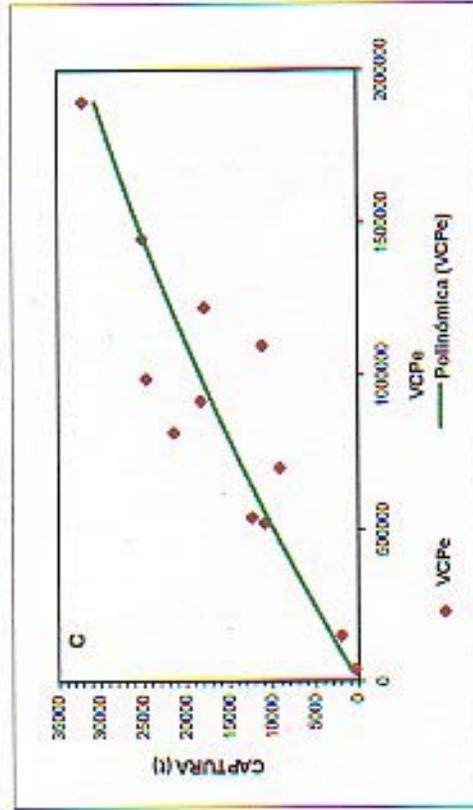
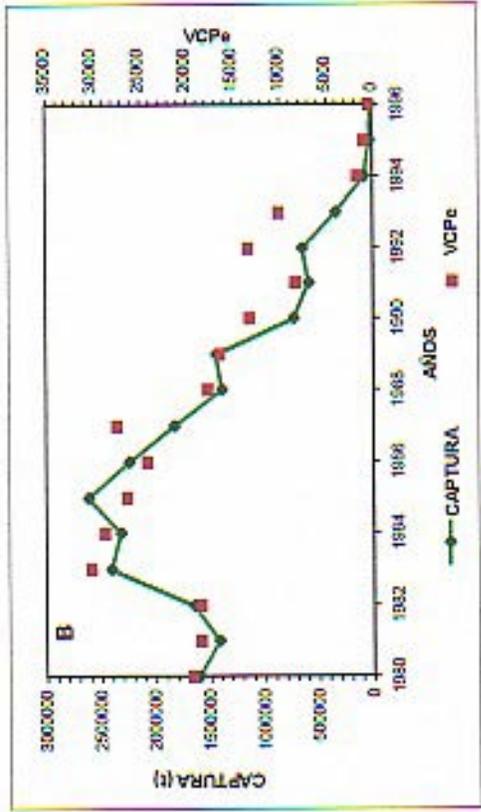
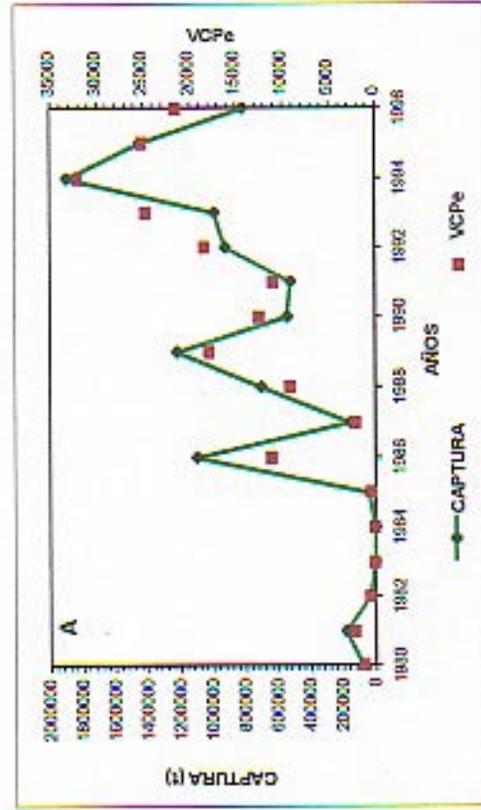


Figura 23. Evolución de la captura y el esfuerzo (VCPe) en la pesquerías de (A) anchoveta y (B) sardina y relación entre la captura y el esfuerzo de pesca de las pesquerías de (C) anchoveta y (D) sardina en la zona norte de Chile en el período 1980-96.

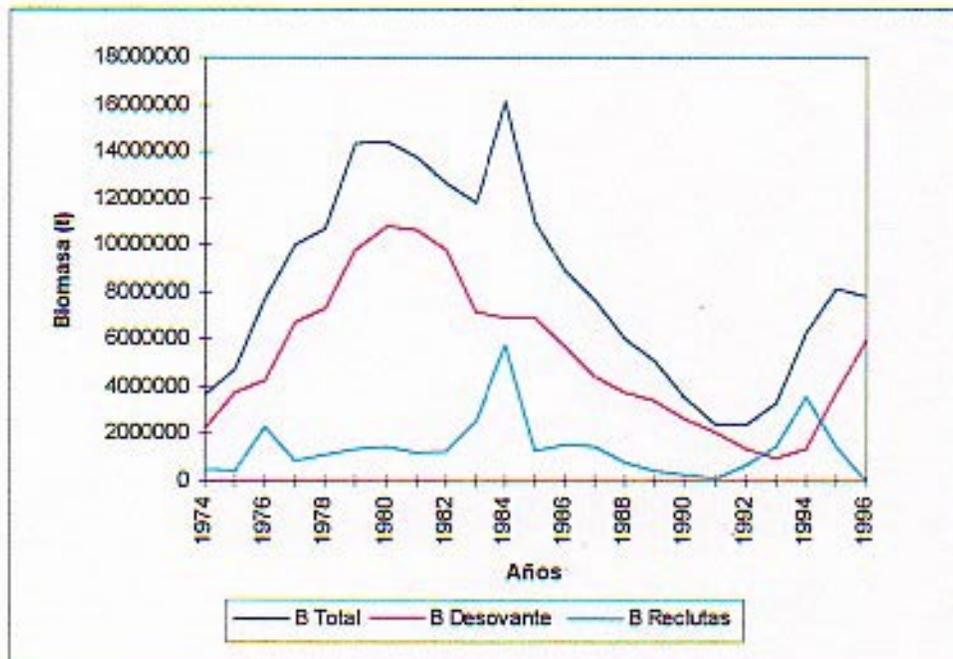


Figura 24. Tendencias de la biomasa total, desovante y reclutas de sardina en la zona norte.

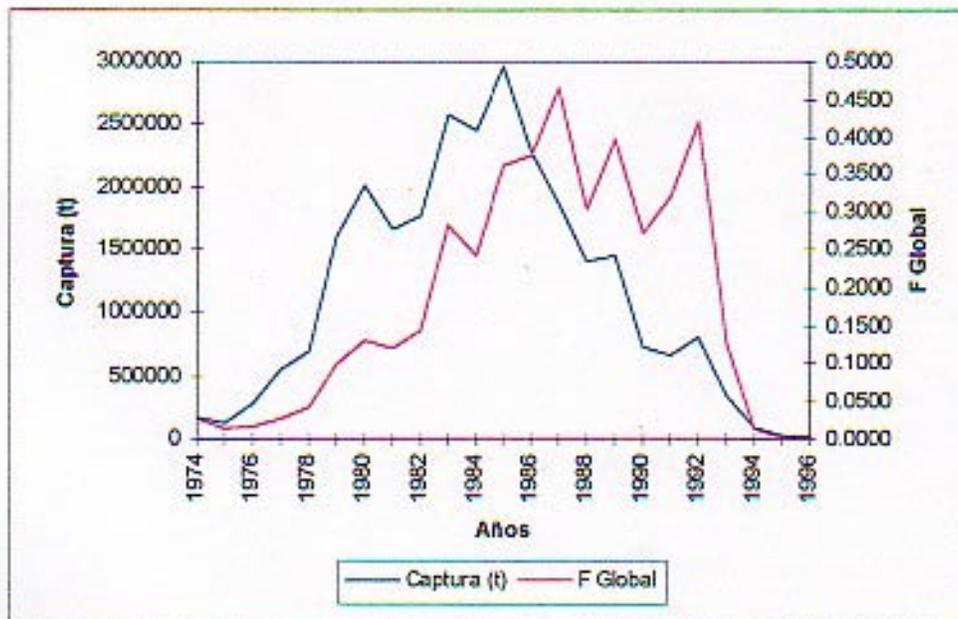


Figura 25. Indicadores de la explotación de sardina en la zona norte.

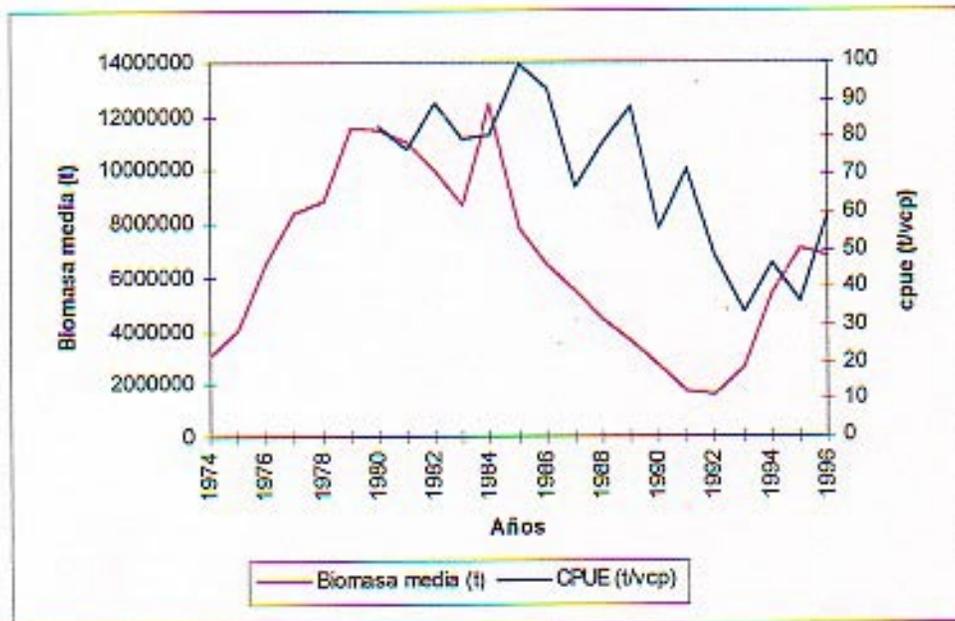


Figura 26. Evolución de la biomasa media y de la CPUE de sardina en la zona norte.

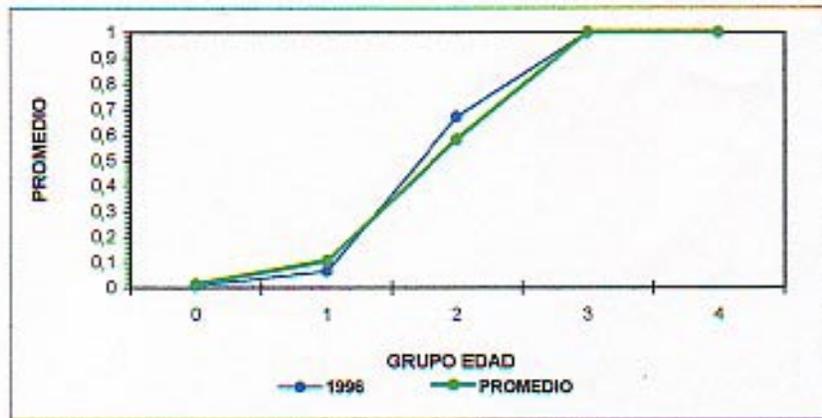


Figura 27. Patrón de explotación del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile. Promedio 1984-1996 y correspondiente a 1996.

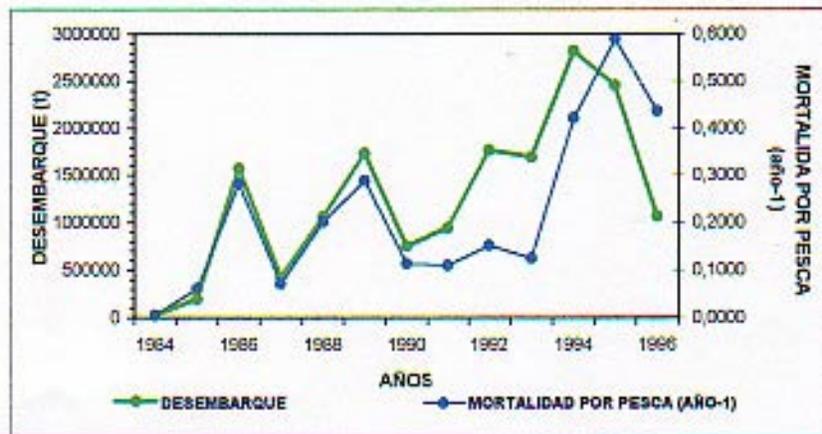


Figura 28. Relación entre la mortalidad por pesca y el desembarque del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.

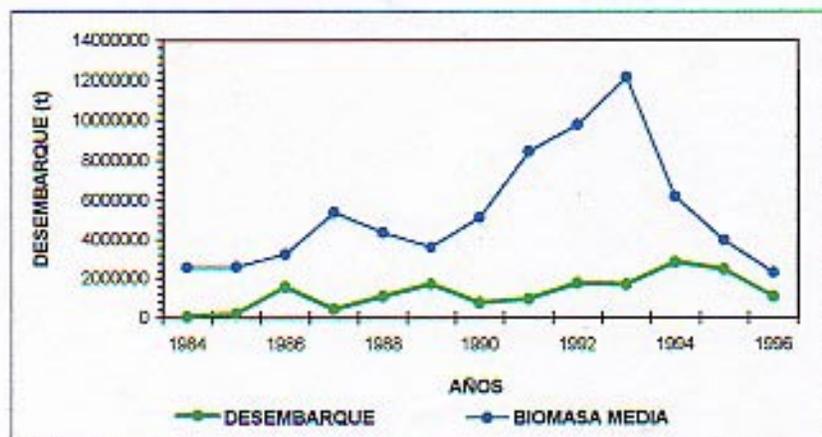


Figura 29. Relación entre la biomasa media y el desembarque de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.

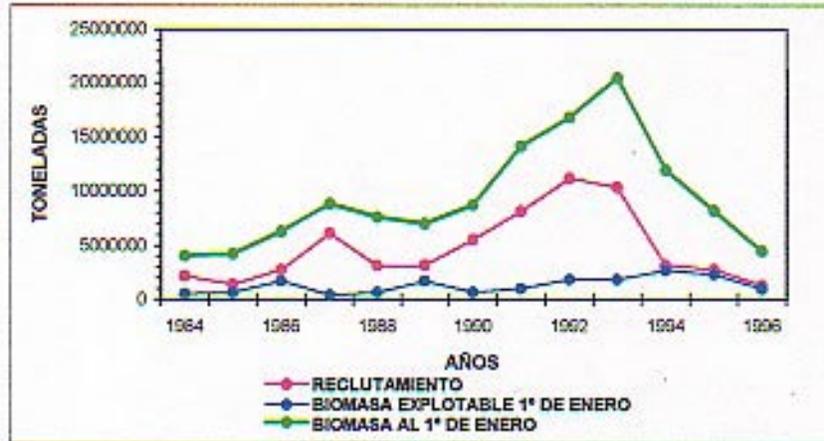


Figura 30. Reclutamiento, biomasa vulnerable y biomasa total al 1° de enero del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.

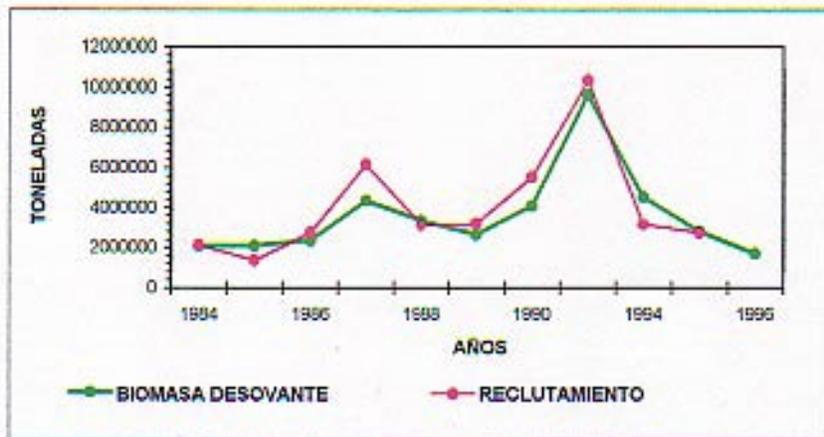


Figura 31. Relación entre la biomasa desovante y el reclutamiento del stock de anchoveta en el sur del Perú y norte de Chile.

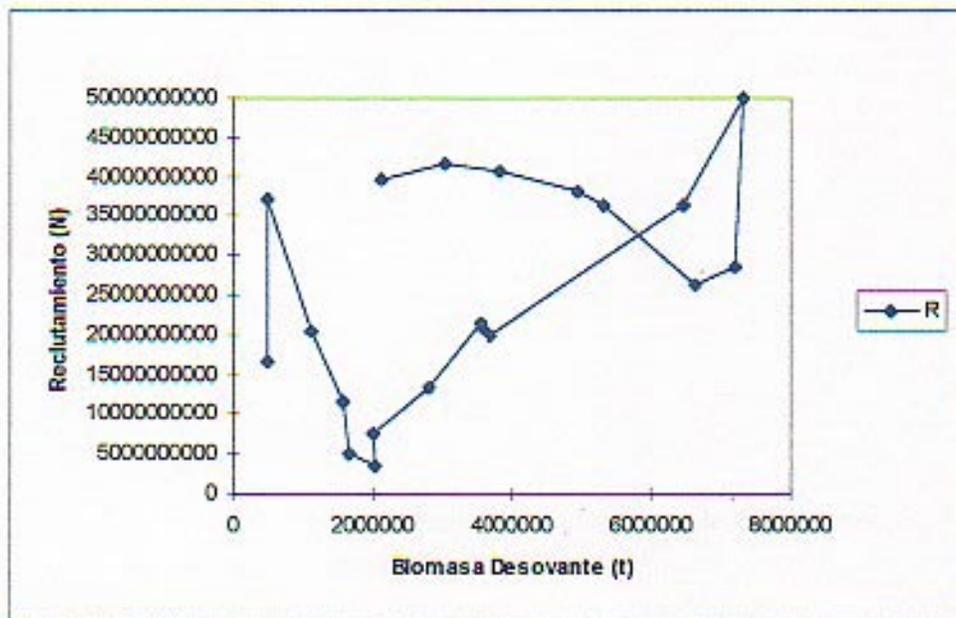


Figura 32. Relación stock desovante-recluta de la sardina.

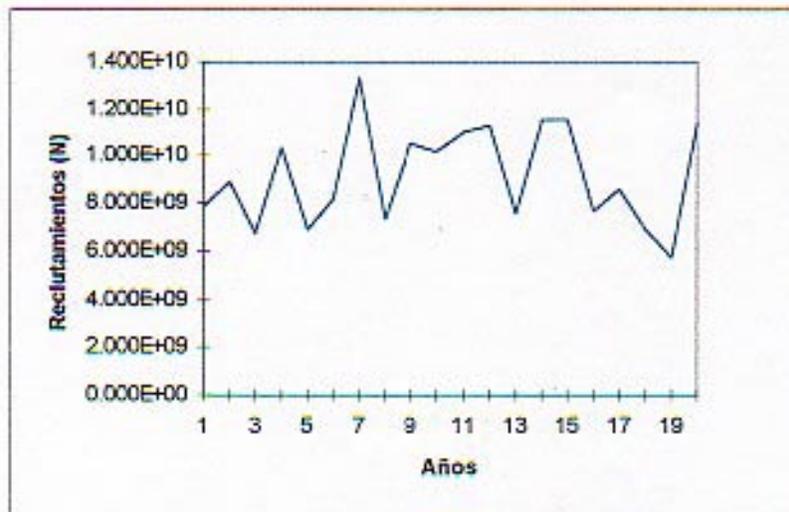


Figura 33. Serie de reclutamientos usados en la simulación.

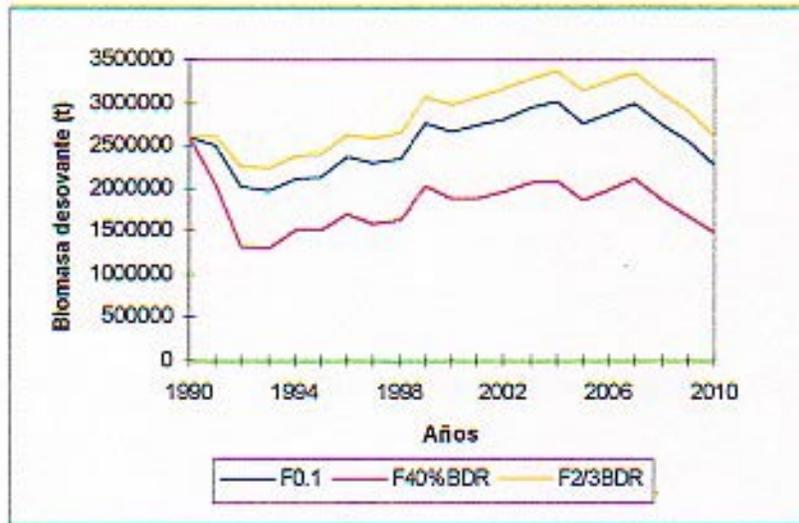


Figura 34. Proyección del stock desovante con tres niveles de F constante.

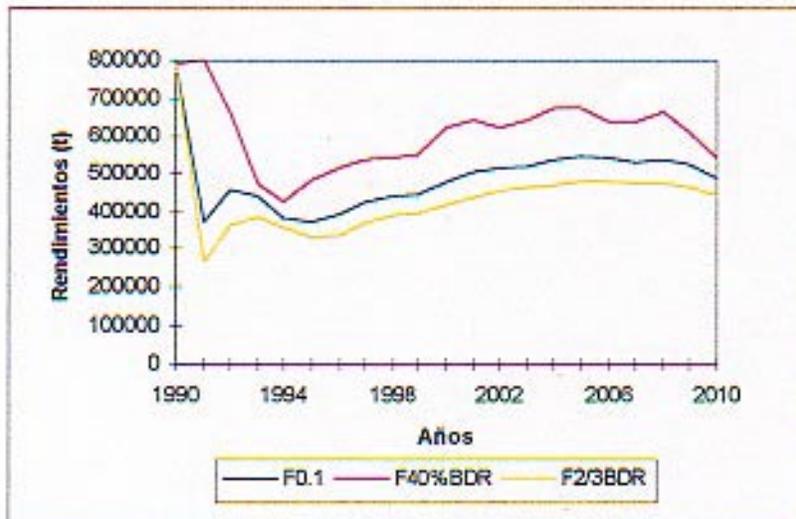


Figura 35. Comportamiento de la captura en peso en la proyección con F constante.

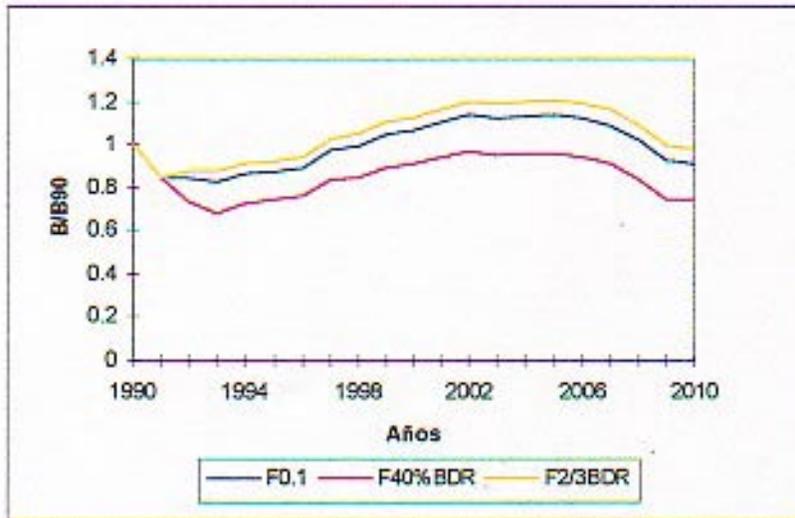


Figura 36. Trayectoria de la razón entre B_t y B_{1990} .

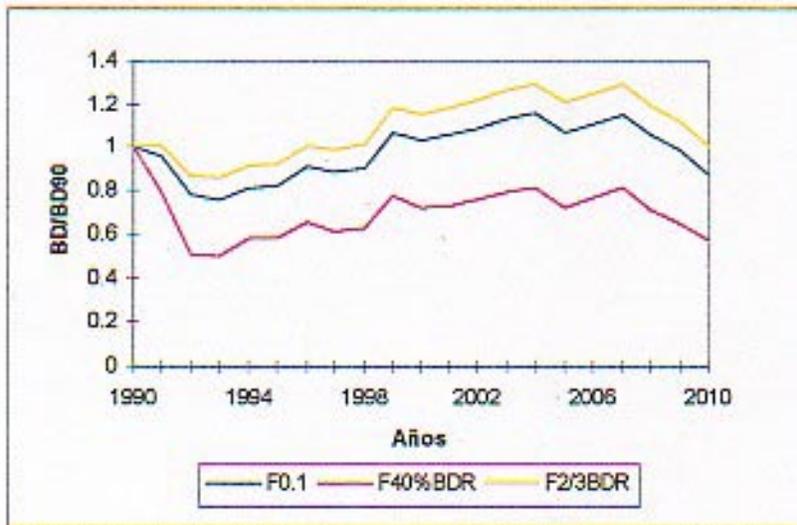


Figura 37. Razón entre la biomasa desovante (BD) en el año t y en 1990.

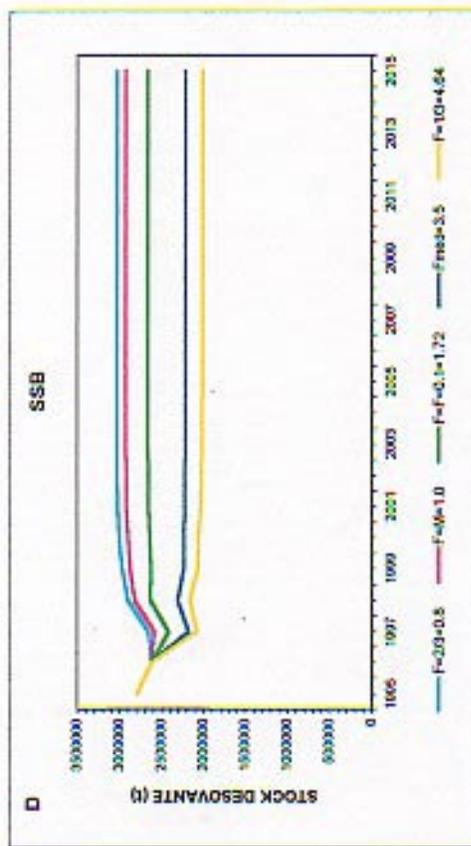
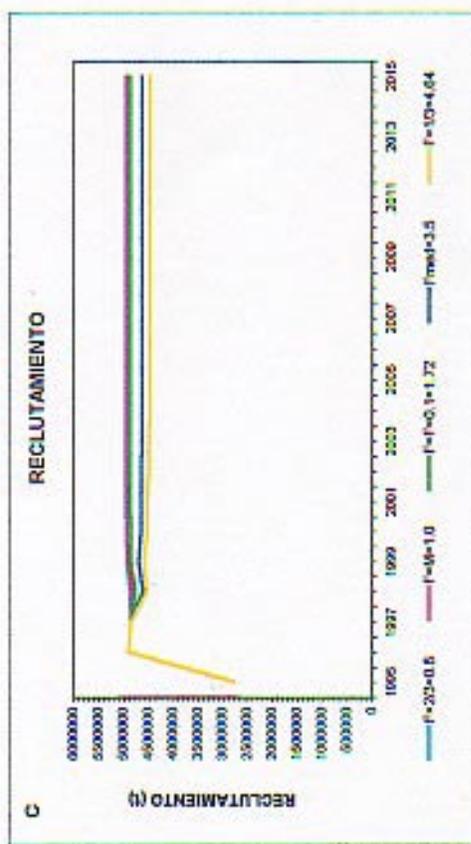
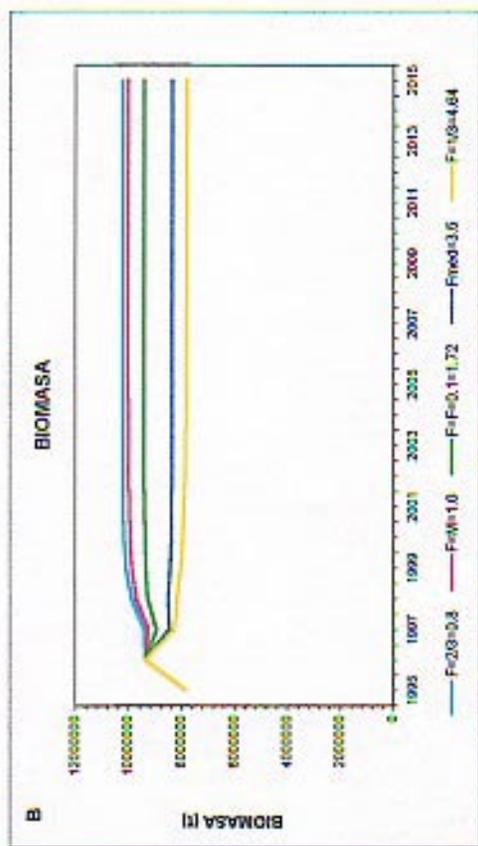
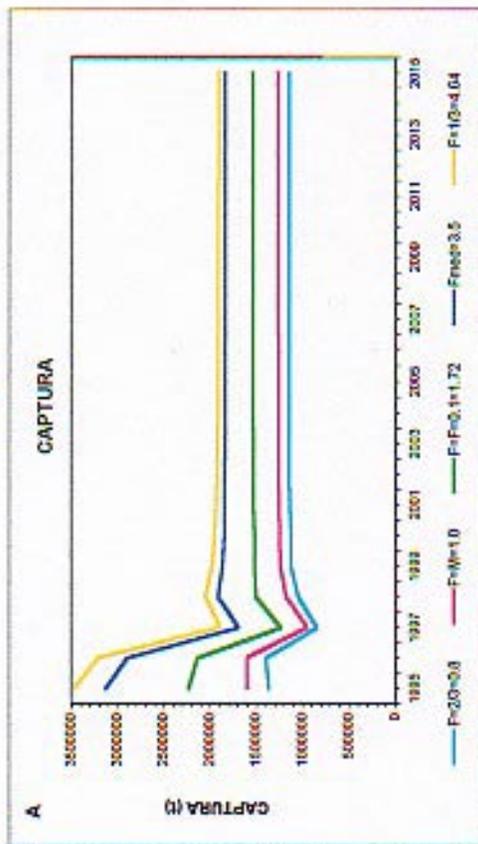


Figura 38. Resultado de la simulación del modelo de proyección del stock de anchoveta, sin variables ambientales. (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desovante.

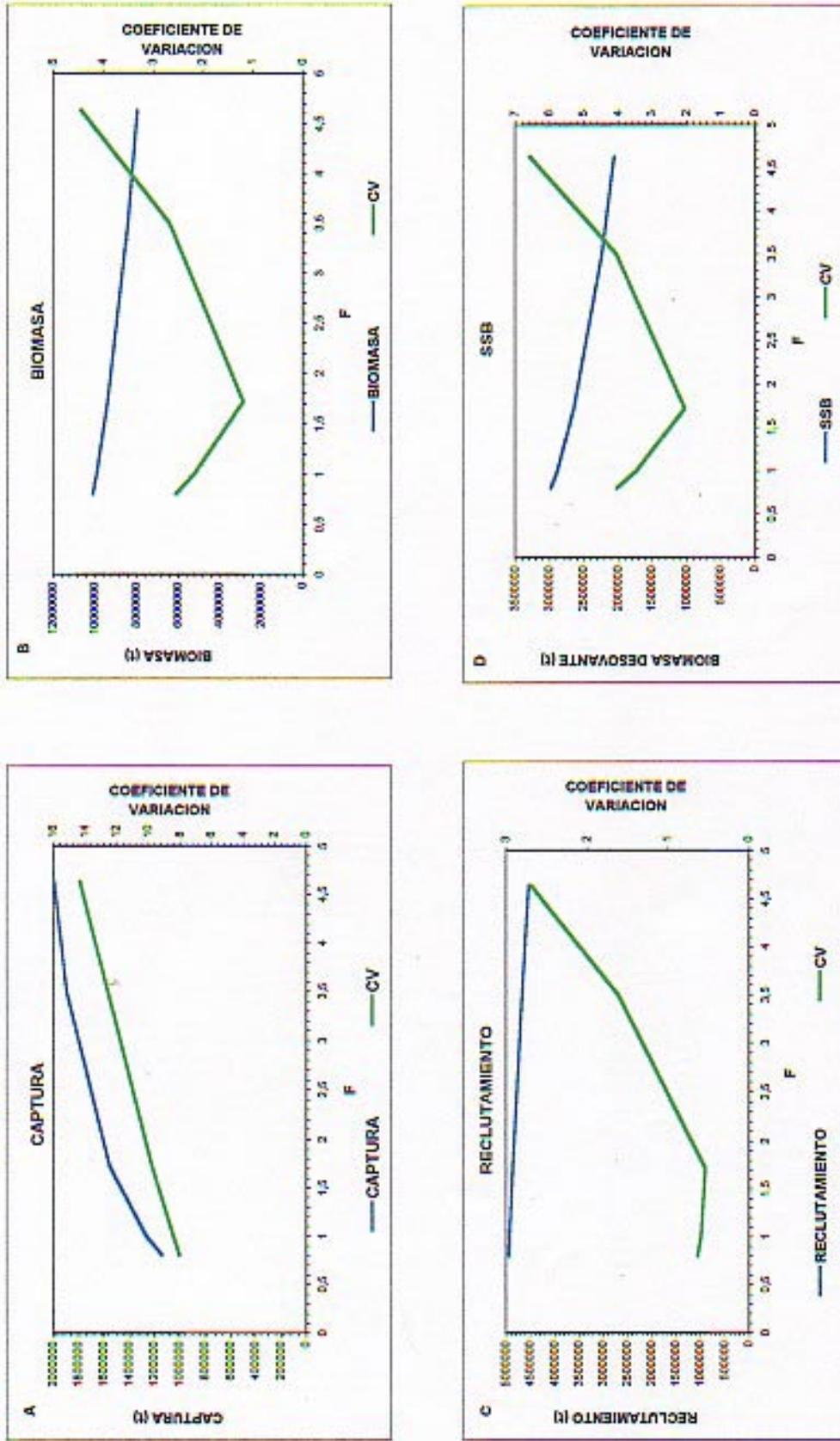


Figura 39. Resultado de índice de desempeño del modelo de proyección del stock de anchoveta, sin variables ambientales: (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desoyante.

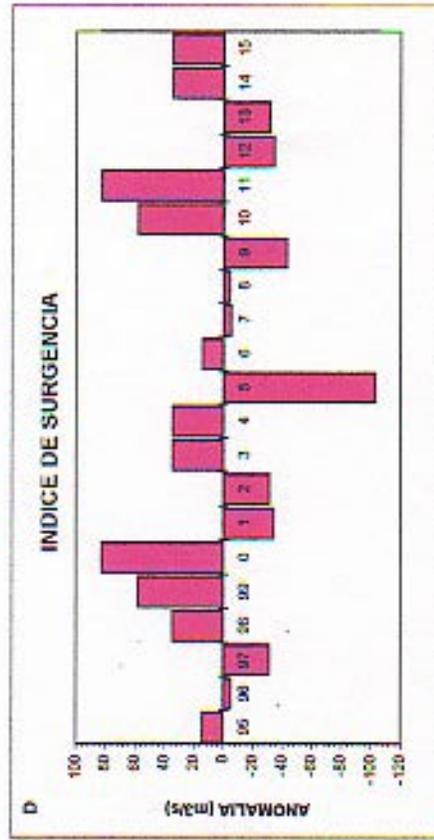
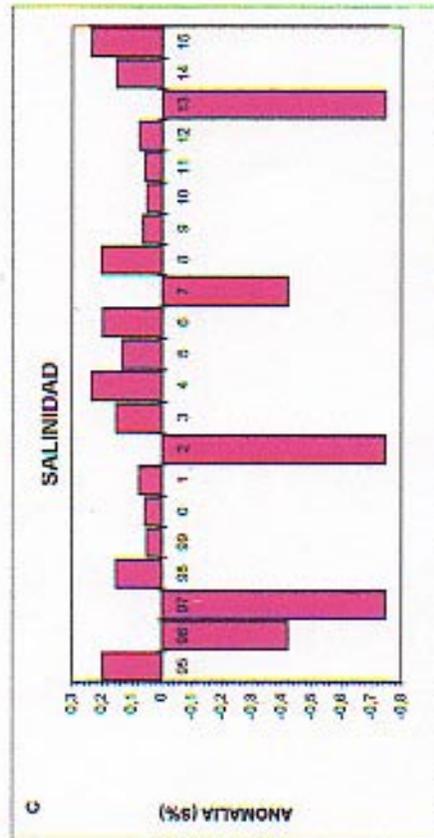
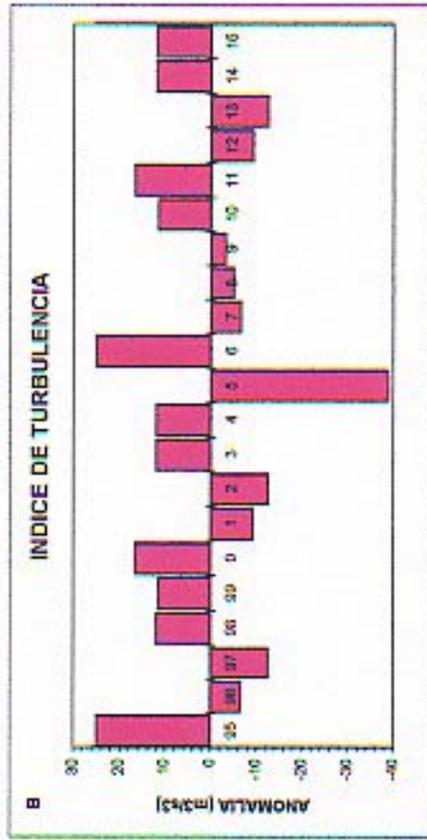
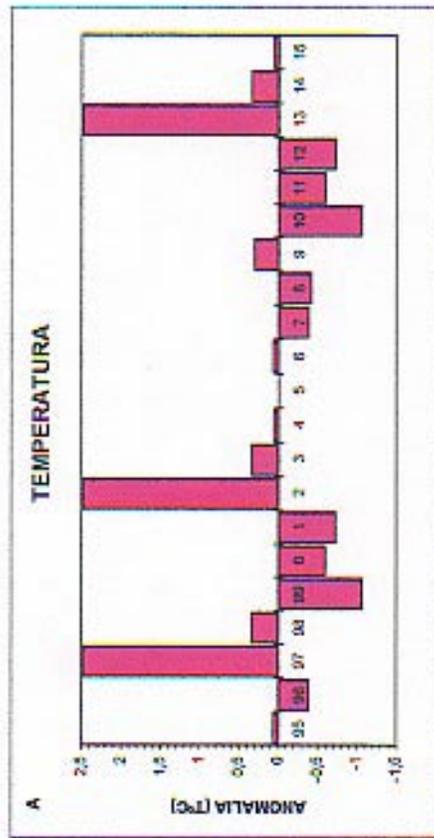


Figura 40. Escenario de las condiciones ambientales de la zona de estudio para el periodo de proyección 1996-2015: (A) anomalía de temperatura, (B) anomalía del índice de turbulencia, (C) anomalía de salinidad y (D) anomalía de surgencia.

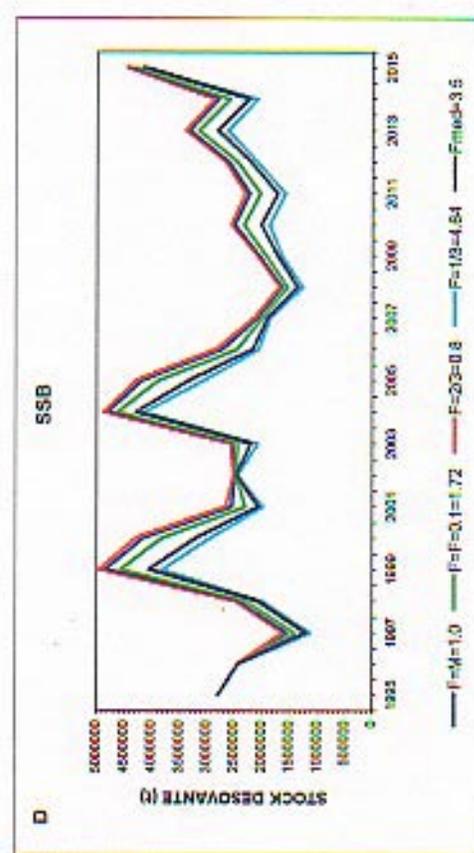
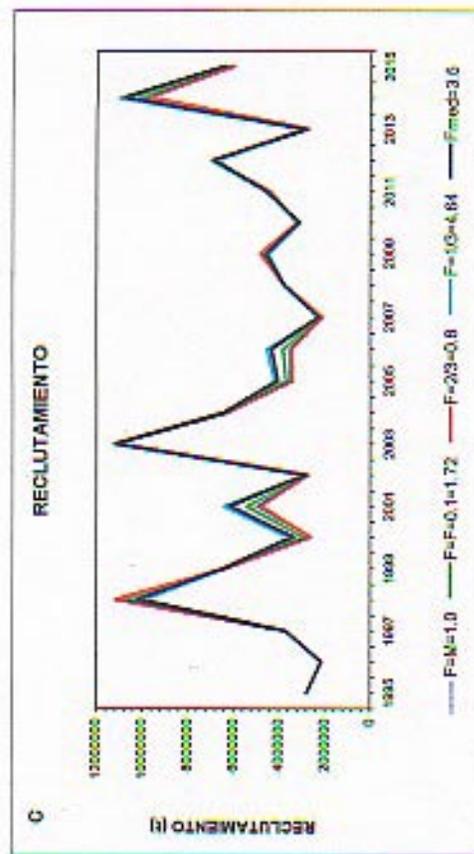
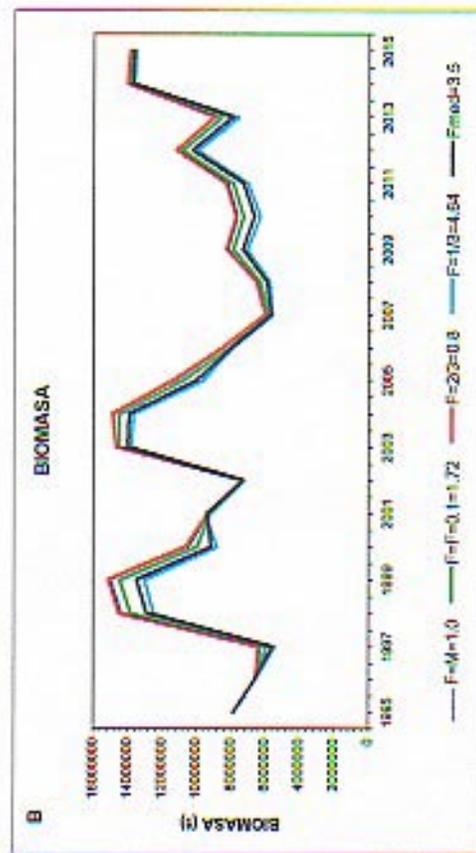
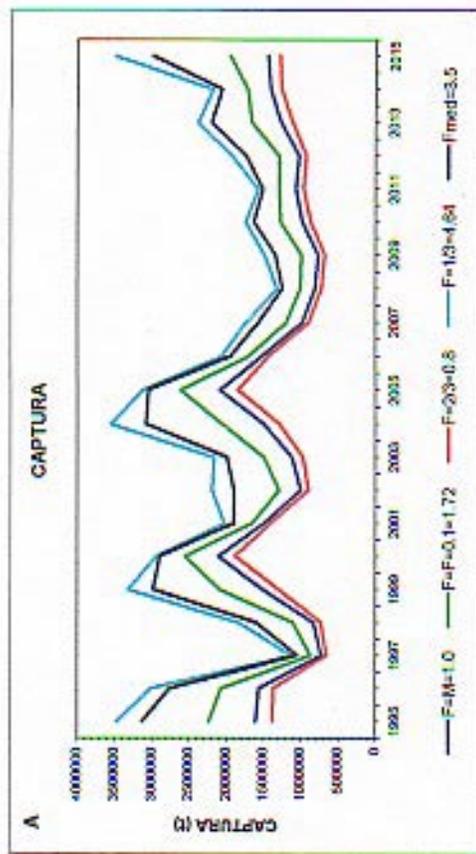


Figura 41. Resultado de simulación del modelo de proyección del stock de anchoveta, con variables ambientales: (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desovante.

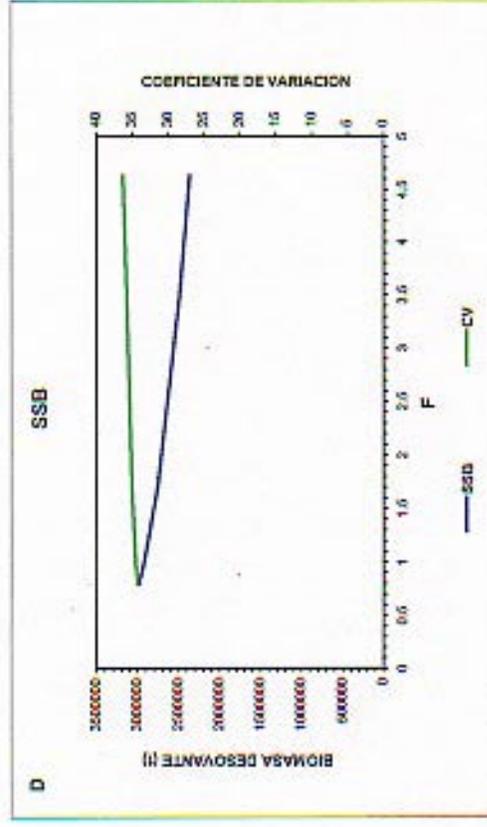
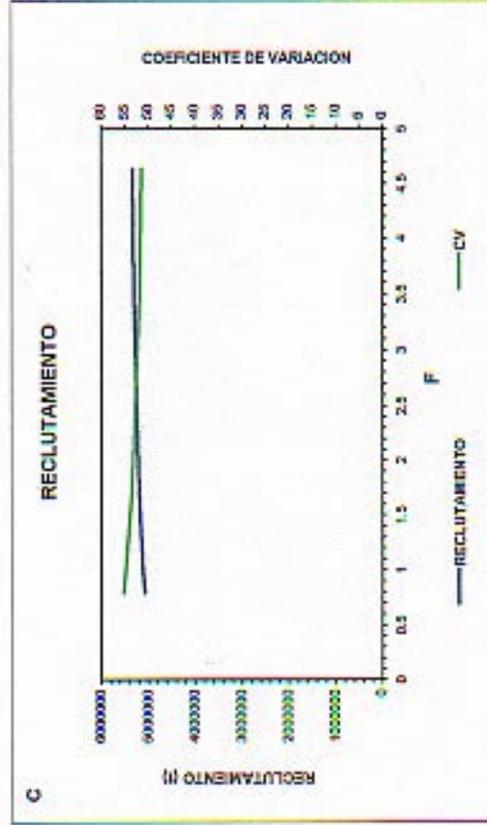
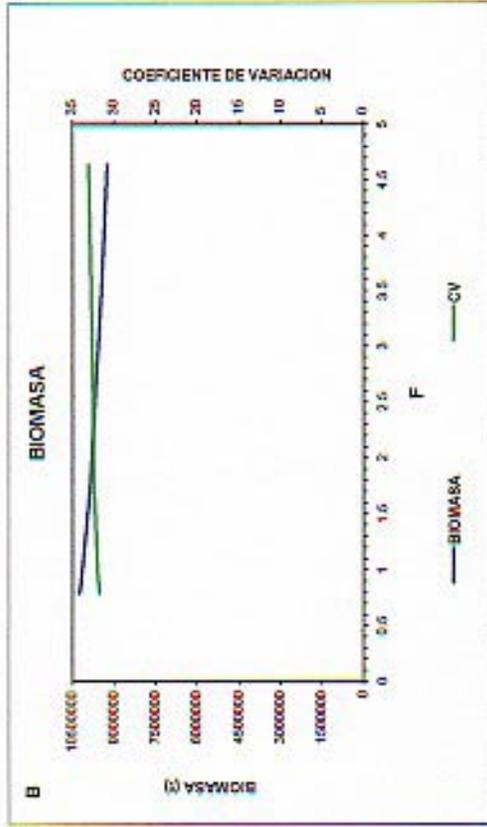
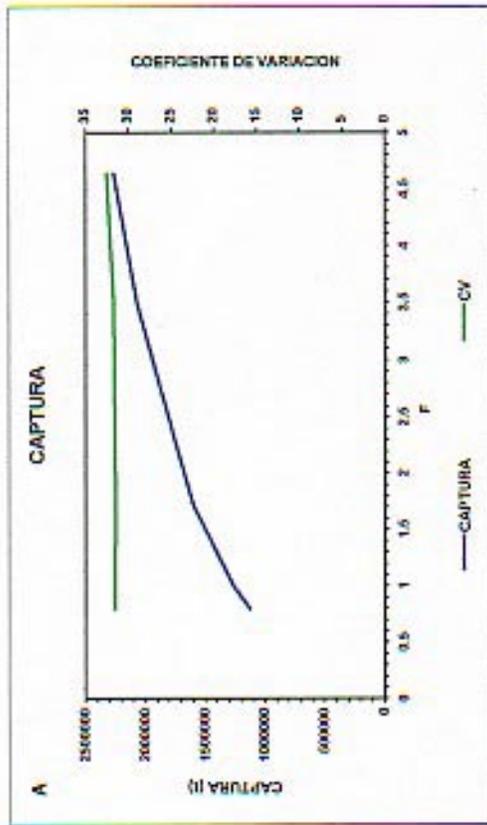


Figura 42. Resultado de índices de desempeño del modelo de proyección del stock de anchoveta, con variables ambientales: (A) captura, (B) biomasa total, (C) reclutamiento y (D) biomasa desovante.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

TABLAS

Tabla 1
 Modelo de Carlson (1975) ajustado a las pesquerías de sardina
 española y anchoveta (I-IV Región) entre 1994-96.

Pesquería	Modelo	n	R ²	F	D-W
Sardina española	$C = \exp(-1,65) * VP^{1,23} * CB^{0,87}$	507	0,79	952,6	1,96
	$C = \exp(-1,67) * VP^{1,19} * HP^{0,79}$	507	0,78	935,4	1,98
	$C = \exp(0,25) * VP^{1,18} * TRG^{0,63}$	507	0,77	878,5	1,98
	$C = \exp(-0,76) * VT^{0,31} * HP^{0,71}$	507	0,14	40,1	1,70
Anchoveta	$C = \exp(-0,62) * VP^{0,98} * CB^{0,82}$	656	0,92	3.731,8	1,63
	$C = \exp(-0,91) * VP^{0,98} * HP^{0,82}$	656	0,91	3.595,7	1,57
	$C = \exp(0,58) * VP^{0,98} * TRG^{0,74}$	656	0,91	3.515,7	1,54
	$C = \exp(-0,89) * VT^{0,89} * CB^{0,93}$	656	0,82	1.509,2	1,56
	$C = \exp(-1,64) * VT^{0,90} * HP^{0,89}$	656	0,82	1.479,2	1,55

- C = captura anual (t).
 VP = viajes con pesca (número).
 VT = viajes totales (número).
 CB = capacidad de bodega (m³).
 HP = potencia del motor principal (HP).
 TRG = tonelaje de registro grueso (m³).
 n = número de observaciones.
 F = estadístico F.
 D-W = estadístico Durwin-Watson.

Tabla 2a

Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann Keuls.

Categoría	1	2	3	4	5	6	7
CPUE (t/VP)	31,60	50,80	72,96	95,28	120,11	147,31	95,79
LSR-(x_i-x_f)		-----> 1,216					
			-----> -0,695				
				-----> -0,426			
					-----> -2,721		
						-----> -4,210	
							-----> -23,364

CPUE = captura por unidad de esfuerzo (t/VP).

LSR = varianza promedio ponderada.

(x_i-x_f) = diferencia de los rendimientos promedios de la CB.

LSR (x_i-x_f) = estadístico del test.

Ho : conforman una misma categoría de embarcaciones.

H1 : conforman distintas categorías de embarcaciones.

Se acepta Ho si el valor del estadístico del test > 0.

Tabla 2b

Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann Keuls.

Categoría	1	2	3	4	5	6
CPUE (t/VP)	35,31	56,95	79,21	101,73	133,26	162,47
LSR-(x_i-x_f)		-----> -0,209				
			-----> -1,305			
				-----> -1,562		
					-----> -10,571	
						-----> -8,246

Tabla 3a

Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann Keuls.

Categoría	110	350	550
CPUE (t/VP)	25,55	85,11	136,71
LSR-(x_i-x_j)	-----> - 1,02		-----> - 2,91

Tabla 3b

Resumen de la categorización de la flota en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann Keuls.

Categoría	100	300	350	550
CPUE (t/VP)	19,32	101,10	182,06	244,65
LSR-(x_i-x_j)	-----> - 6,96		-----> - 5,41	-----> - 1,90

Tabla 4a

Categorías de embarcación seleccionadas para las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.

Pesquería	Categoría	Rango de bodega (m ³)
Sardina Española	1	< 180
	2	200 - 280
	3	290 - 390
	4	400 - 535
	5	550 - 650
	6	> 650
Anchoveta	1	< 115
	2	120 - 180
	3	200 - 270
	4	275 - 370
	5	390 - 535
	6	> 535

Tabla 4b

Categorías de embarcación seleccionadas para las pesquerías de sardina española y anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.

Pesquería	Categoría	Rango de bodega (m ³)
Sardina Española	1	< 270
	2	275 - 440
	3	> 450
Anchoveta	1	< 220
	2	225 - 340
	3	350 - 480
	4	> 490

Tabla 5a

Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en
 la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96.

Años	Categorías	N°	CBac	CAPT	VP	NCUAD
1994	1	25	3.350	17.093	292	57
	2	20	5.140	6.877	155	76
	3	57	18.620	31.267	468	113
	4	22	10.215	16.183	211	89
	5	11	6.245	11.351	102	48
	6	1	1.000	80	1	1
	Total	136	44.570	82.851	1.229	
1995	1	26	3.510	11.435	261	44
	2	15	3.810	4.743	74	43
	3	47	15.320	24.136	309	87
	4	19	8.855	5.664	51	30
	5	8	4.570	6.877	48	31
	6	-	-	-	-	-
	Total	115	36.065	52.855	743	
1996	1	13	1.440	4.872	130	23
	2	12	3.200	2.693	52	34
	3	53	17.220	16.714	241	65
	4	21	9.725	6.662	66	36
	5	9	5.105	4.671	39	31
	6	1	670	301	3	3
	Total	109	37.360	35.913	531	

N° = número de barcos.
 Cbac = capacidad de bodega acumulada (m³).
 CAPT = captura (t).
 VP = viajes con pesca (número).
 NCUAD = número de cuadrículas con captura.

Tabla 5b
Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en
la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.

Años	Categorías	N°	CBac	CAPT	VP	NCUAD
1994	1	6	590	11.665	236	42
	2	27	3.830	107.329	1.697	130
	3	15	3.720	135.619	1.302	159
	4	72	23.113	972.254	7.588	207
	5	26	11.895	546.999	3.117	189
	6	12	7.245	219.138	1.010	146
	Total	158	50.393	1.993.004	14.950	
1995	1	5	480	7.567	160	30
	2	33	4.690	107.776	2.111	128
	3	14	3.480	112.696	1.254	138
	4	65	20.863	748.719	6.833	202
	5	25	11.425	395.292	2.751	167
	6	9	5.120	149.399	793	127
	Total	151	46.058	1.521.449	13.902	
1996	1	7	630	5.886	169	23
	2	28	3.930	35.190	1.016	120
	3	20	4.960	58.490	1.111	175
	4	66	21.240	415.729	6.077	246
	5	27	12.295	263.345	2.720	199
	6	11	6.415	83.439	764	152
	Total	159	49.470	862.079	11.857	

N° = número de barcos.
 CB = capacidad de bodega acumulada (m³).
 CAPT = captura (t).
 VP = viajes con pesca (número).
 NCUAD = número de cuadrículas con captura.

Tabla 6a

Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en
 la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.

Años	Categorías	N°	CBac	CAPT	VP	NCUAD
1994	1	12	2.070	5.725	125	18
	2	21	6.700	22.456	273	47
	3	9	4.950	14.856	158	41
	Total	42	13.720	43.037	556	
1995	1	16	2.790	9.546	197	29
	2	19	6.425	25.663	262	46
	3	12	6.725	20.105	157	31
	Total	47	15.940	55.314	616	
1996	1	15	3.090	2.180	61	26
	2	26	8.820	8.208	99	36
	3	17	9.275	14.595	115	18
	Total	58	21.185	24.983	275	

N° = número de barcos.
 CBac = capacidad de bodega acumulada (m³)
 CAPT = captura (t).
 VP = viajes con pesca (número).
 NCUAD = número de cuadrículas con captura.

Tabla 6b

Resumen operacional de la flota cerquera industrial que operó en
 la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.

Años	Categorías	N°	CBac	CAPT	VP	NCUAD
1994	1	11	1.660	10.940	212	26
	2	12	3.600	7.019	90	21
	3	11	4.100	52.238	468	35
	4	14	7.870	26.204	213	33
	Total	48	17.230	96.401	983	
1995	1	16	2.570	20.793	306	33
	2	22	6.430	12.237	113	32
	3	21	8.090	88.345	514	33
	4	7	4.040	66.869	294	32
	Total	66	21.130	188.244	1.227	
1996	1	14	2.000	11.948	294	18
	2	28	8.160	12.050	165	42
	3	18	6.800	18.375	217	44
	4	16	8.745	20.208	155	38
	Total	76	25.705	62.581	831	

Tabla 7a

Indices anuales de desarrollo tecnológico (IDT_a) de los barcos de la categoría estándar en las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.

Pesquería	Años	IVR _a	IAS _a	IDT _a
Sardina española	1994	1,000	1,000	1,000
	1995	0,986	1,029	1,015
	1996	0,913	1,033	0,943
Anchoveta	1994	1,000	1,000	1,000
	1995	1,026	1,029	1,056
	1996	1,052	1,033	1,087

IAS_a = Índice de variación anual del alcance de los sonares.

IVR_a = Índice de variación anual del volumen de las redes de cerco.

Tabla 7b

Indices anuales de desarrollo tecnológico (IDT_a) de los barcos de la categoría estándar en las pesquerías de sardina española y anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.

Pesquería	Años	IVR _a	IAS _a	IDT _a
Sardina española	1994	1,000	1,000	1,000
	1995	1,027	1,000	1,027
	1996	1,029	1,000	0,029
Anchoveta	1994	1,000	1,000	1,000
	1995	1,000	1,000	1,000
	1996	1,000	1,049	1,049

Tabla 8a

Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.

Subzonas	1	2	3	4	5	6	7	8
CPUE ($t/(VP*CB)$)	0,273	0,049	0,164	0,271	0,193	0,171	0,327	0,258
LSR- (x_i-x_j)	<p>-----> - 0,071</p> <p>-----> 0,056</p> <p>-----> - 0,012</p> <p>-----> - 0,128</p> <p>-----> - 0,051</p> <p>-----> - 0,029</p> <p>-----> - 0,014</p> <p>-----> - 0,071</p> <p>-----> - 0,055</p> <p>-----> - 0,002</p>							

Tabla 8b

Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.

Subzonas	1	2	3	4	5	6
CPUE ($t/(VP*CB)$)	0,229	0,395	0,314	0,278	0,356	0,282
LSR- (x_i-x_j)	<p>-----> -0,093</p> <p>-----> -0,006</p> <p>-----> - 0,091</p> <p>-----> - 0,004</p> <p>-----> - 0,281</p> <p>-----> - 0,043</p> <p>-----> - 0,003</p>					

Tabla 9a

Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.

Subzonas	1	2	3
CPUE (t/VP)	83,54	67,24	48,54
LSR-(x_i-x_j)	-----> -0,304		-----> - 1,106

Tabla 9b

Resumen de la selección de las subzonas de pesca en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96 a través del test de Newmann-Keuls.

Subzonas	1	2	3
CPUE (t/VP)	81,82	109,30	52,00
LSR-(x_i-x_j)	-----> -3,502		-----> - 31,368

Tabla 10a

Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96.

Años	Trimestres	Categorías de embarcación					
		1	2	3	4	5	6
1994	I	0,716	1,009	1,000	1,168	1,978	-
	II	0,616	0,626	1,000	1,141	1,634	-
	III	0,819	0,741	1,000	1,287	2,686	-
	IV	0,646	0,725	1,000	0,989	2,145	1,488
1995	I	0,275	0,702	1,000	-	-	-
	II	0,346	0,495	1,000	1,119	1,832	-
	III	0,538	0,872	1,000	0,971	1,889	-
	IV	0,394	0,601	1,000	1,354	1,773	-
1996	I	0,629	0,574	1,000	1,302	1,083	-
	II	0,794	1,024	1,000	1,847	1,297	-
	III	0,569	0,801	1,000	1,699	1,059	0,977
	IV	1,116	-	1,000	1,116	1,338	-

Tabla 10b

Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.

Años	Trimestres	Categorías de embarcación					
		1	2	3	4	5	6
1994	I	0,245	0,350	0,604	1,000	1,057	0,842
	II	0,329	0,456	0,799	1,000	1,015	1,205
	III	0,245	0,449	0,810	1,000	1,433	1,477
	IV	0,424	0,544	0,823	1,000	1,154	2,097
1995	I	0,441	0,657	0,995	1,000	1,729	2,634
	II	0,246	0,339	0,809	1,000	1,528	2,600
	III	0,456	0,532	0,775	1,000	1,207	1,238
	IV	0,411	0,525	0,456	1,000	1,476	2,008
1996	I	0,583	0,581	0,807	1,000	1,392	1,725
	II	0,249	0,462	0,617	1,000	1,009	1,083
	III	0,409	0,638	0,909	1,000	1,751	1,064
	IV	0,574	0,529	0,891	1,000	1,430	1,731

Tabla 11a

Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.

Años	Trimestres	Categorías de embarcación		
		1	2	3
1994	I	0,397	1,000	1,385
	II	0,872	1,000	1,432
	III	0,519	1,000	0,555
	IV	0,611	1,000	0,787
1995	I	0,638	1,000	1,460
	II	0,480	1,000	1,329
	III	0,400	1,000	0,717
	IV	0,599	1,000	1,113
1996	I	0,443	1,000	1,238
	II	0,459	1,000	1,022
	III	0,670	1,000	0,706
	IV	1,455	1,000	0,852

Tabla 11b

Poderes de pesca estimados por categorías de embarcación y trimestres de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.

Años	Trimestres	Categorías de embarcación			
		1	2	3	4
1994	I	0,449	0,545	1,000	1,139
	II	0,674	2,036	1,000	0,702
	III	0,738	1,161	1,000	1,196
	IV	0,499	0,663	1,000	1,720
1995	I	0,406	0,618	1,000	1,382
	II	0,382	0,580	1,000	1,321
	III	0,404	0,371	1,000	1,169
	IV	0,230	0,377	1,000	0,555
1996	I	0,472	0,998	1,000	1,841
	II	0,656	0,978	1,000	1,230
	III	n/o	0,942	1,000	0,749
	IV	n/o	0,339	1,000	1,112

n/o = no registra operación.

Tabla 12a

Captura, esfuerzo de pesca nominal y estandarizado anual de la flota industrial que operó en las pesquerías de sardina española y anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.

Pesquería	Años	Captura (t)	VP	VP _e
Sardina española	1994	82.851	1.229	1.243
	1995	52.855	743	991
	1996	35.913	531	647
Anchoveta	1994	1.993.004	14.950	14.438
	1995	1.521.449	13.902	13.970
	1996	862.079	11.857	13.261

VP = viajes con pesca nominales.

VP_e = viajes con pesca estandarizados.

Tabla 12b

Captura, esfuerzo de pesca nominal y estandarizado anual de la flota industrial que operó en las pesquerías de sardina española y anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.

Pesquería	Años	Captura (t)	VP	VP _e
Sardina española	1994	43.037	556	569
	1995	55.314	616	594
	1996	24.983	275	311
Anchoveta	1994	96.401	983	1.016
	1995	188.244	1.227	1.189
	1996	62.581	831	766

Tabla 13a

Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (I-II Región) entre 1994-96.

Años	Indicador	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1994	Captura (t)	5.421	1.564	536	9.190	1.169	24.706	11.033	13.960	2.536	7.564	3.919	1.253
	VP	51	18	22	110	34	401	156	158	45	139	72	23
	R (t/VP)	109,9	89,7	21,5	83,8	34,4	60,7	69,0	91,6	40,4	51,8	52,1	56,1
	VP _e	53	16	20	101	29	402	174	183	44	137	65	18
	CPUE	105,1	103,2	27,7	87,2	44,7	60,6	63,7	83,0	39,8	49,3	56,8	62,8
1995	Captura (t)	780	532	610	12.054	5.842	6.021	5.598	2.200	6.793	5.976	2.943	3.506
	VP	14	12	8	107	76	55	54	46	152	109	64	46
	R (t/VP)	53,5	37,4	83,1	113,9	79,9	115,4	106,9	44,8	41,6	52,7	48,1	83,3
	VP _e	5	4	4	139	71	83	92	52	181	185	94	81
	CPUE	134,6	127,4	146,2	99,1	89,7	85,2	56,1	47,5	34,3	31,8	33,9	39,6
1996	Captura (t)	4.419	2.360	6.965	4.488	5.086	2.980	714	4.021	3.975	486	269	150
	VP	86	26	67	61	29	15	24	82	110	16	11	4
	R (t/VP)	50,3	90,8	101,9	73,8	175,4	185,3	28,2	49,6	36,6	27,8	24,5	37,5
	VP _e	57	29	98	105	73	30	15	93	130	7	8	3
	CPUE	79,2	84,8	79,6	42,5	69,4	88,3	42,2	44,9	32,3	64,9	40,0	58,1

Tabla 13b

Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (I-II Región) entre 1994-96.

Años		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1994	Captura (t)	52.538	262.302	281.947	145.698	128.083	147.605	226.115	161.907	223.155	208.504	118.231	36.919
	VP	345	1.288	2.030	1.236	1.428	1.480	1.986	1.219	1.259	1.479	840	360
	R (t/VP)	158,2	209,4	138,9	113,7	93,5	116,8	133,5	175,2	140,9	138,5	138,5	104,3
	VP _e	263	1.108	1.788	1.140	1.352	1.389	2.003	1.294	1.315	1.569	861	356
	CPUE	204,6	243,5	158,3	123,0	96,6	105,0	113,3	124,8	167,0	132,7	131,9	106,0
1995	Captura (t)	118.535	236.176	197.799	110.055	151.870	341.777	93.364	40.815	28.136	87.796	71.083	44.043
	VP	898	1.660	1.583	1.056	1.361	1.923	1.060	721	635	1.238	1.266	501
	R (t/VP)	129,5	141,7	130,7	105,3	117,0	176,8	88,1	57,5	46,9	72,7	57,9	87,9
	VP _e	990	1.894	1.840	856	1.075	1.951	1.104	725	624	1.237	1.220	453
	CPUE	117,2	128,1	112,2	125,3	149,2	176,3	84,1	56,6	46,0	74,8	62,2	104,2
1996	Captura (t)	167.094	83.191	74.410	42.779	67.750	92.040	107.566	27.397	43.877	76.604	52.733	26.638
	VP	1.806	1.196	1.035	589	974	1.062	1.294	553	648	1.209	913	578
	R (t/VP)	95,0	69,0	72,3	77,1	69,8	83,1	78,9	52,0	70,8	63,9	60,3	47,1
	VP _e	1.852	1.263	1.161	577	966	1.255	1.643	625	636	1.478	1.109	695
	CPUE	93,3	64,7	61,1	75,2	67,4	70,6	61,7	47,9	71,7	51,7	48,1	38,6

VP = viajes con pesca nominales.
 R = rendimientos de pesca (t/VP)
 VP_e = viajes con pesca estandarizados.
 CPUE = captura por unidad de esfuerzo (t/VP_e).

Tabla 14a

Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.

Años		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1994	Captura (t)	4.065	5.914	13.581	4.045	4.583	2.596	1.221	707	85	525	314	5.401
	VP	68	67	156	44	42	40	17	15	3	11	5	88
	R (t/VP)	58,6	80,8	81,0	92,2	104,9	62,8	66,4	50,1	28,3	52,5	70,0	58,7
	VP _e	67	76	170	57	50	51	11	8	2	7	4	68
	CPUE	60,8	76,9	76,0	71,8	89,5	51,2	110,0	91,2	45,9	84,5	90,8	76,5
1995	Captura (t)	10.064	21.332	6.799	3.900	2.734	751	2.439	1.280	1.561	1.783	700	1.971
	VP	101	193	62	48	33	8	47	25	24	29	18	28
	R (t/VP)	102,5	115,6	107,1	88,1	81,5	104,0	54,7	47,6	58,2	55,9	38,9	71,8
	VP _e	101	190	67	45	27	7	31	18	18	32	21	39
	CPUE	97,0	114,5	106,2	87,1	105,8	112,0	83,2	69,6	84,0	50,3	34,7	48,4
1996	Captura (t)	1.059	7.441	11.109	4.438	34	98	119	167	s/c	s/c	99	419
	VP	17	88	93	47	1	2	5	3			7	12
	R (t/VP)	62,3	84,8	130,5	97,4	34,0	49,0	23,8	55,7			14,1	36,1
	VP _e	15	96	106	62	1	2	7	5			7	11
	CPUE	67,5	81,6	105,3	75,0	33,3	50,3	17,5	34,1			13,5	38,5

s/c: sin captura.

Tabla 14b

Captura, esfuerzo de pesca (nominal y estandarizado) y CPUE mensual de la flota industrial que operó en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.

Años		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1994	Captura (t)	9.964	8.634	871	1.557	9.213	6.396	2.190	9.422	3.840	5.137	24.220	14.957
	VP	139	99	22	25	104	70	34	53	49	66	169	153
	R (t/VP)	65,7	84,2	29,2	72,1	86,9	87,0	60,6	163,6	73,4	78,9	153,0	103,2
	VP _e	121	89	14	20	123	78	35	57	49	84	189	157
	CPUE	72,7	89,0	44,2	83,7	73,7	81,8	60,8	153,0	74,9	71,5	135,9	100,6
1995	Captura (t)	20.233	12.833	17.002	27.693	54.878	36.798	11.285	1.593	2.843	s/c	1.138	1.950
	VP	165	117	92	170	285	197	94	26	31		22	28
	R (t/VP)	136,2	118,5	204,7	165,8	196,9	182,4	111,7	62,2	88,3		52,6	74,0
	VP _e	189	132	136	128	235	193	89	26	24		14	23
	CPUE	112,0	102,0	155,7	210,1	243,7	197,9	120,2	67,4	120,7		83,4	85,0
1996	Captura (t)	8.131	2.225	30.726	8.281	6.276	4.940	14	224	s/c	s/c	853	911
	VP	146	62	237	133	118	92	3	2			5	33
	R (t/VP)	63,5	26,1	147,0	75,6	61,0	51,6	4,7	112,0			194,9	29,6
	VP _e	140	40	265	109	98	80	1	2			6	27
	CPUE	56,3	51,4	116,6	78,6	65,3	57,7	116,6	115,3			175,3	39,2

Tabla 15
Resumen operacional de las pesquerías de sardina según flota, puerto base y mes, período 1994-96.

MESES	FLOTA SEGUN PUERTO BASE												TOTAL							
	ARICA			IQUIQUE			MEJILLONES			CALDERA			COCOIMBO			OTROS*		TOTAL		
	CAPTURAS	VCP		CAPTURAS	VCP		CAPTURAS	VCP		CAPTURAS	VCP		CAPTURAS	VCP		CAPTURAS	VCP		CAPTURAS	VCP
Ene	1.404	17	2.454	17	1.563	17	984	15	3.071	53	8.486	119	85							
Feb	65	1	845	9	654	8	4.310	48	1.604	19	7.478	85	178							
Mar			212	18	324	8	11.129	114	2.452	42	14.117	178	154							
Abr	2.051	28	3.183	50	5.352	43	1.557	22	1.072	11	13.235	78	78							
May	985	6	704	23	1.059	14	1.167	11	1.857	22	5.752	441	441							
Jun	7.578	116	12.555	220	4.327	60	1.739	26	1.103	19	27.302	441	173							
Jul	1.380	11	6.284	83	3.043	50	1.039	12	508	7	12.254	173	173							
Ago	527	18	8.517	89	4.414	51	922	6	287	9	14.667	173	46							
Sep	33	3	737	17	1.887	24	184	4	604	5	6.089	150	150							
Oct	428	9	2.536	52	4.168	78	604	5	272	7	7.759	138	138							
Nov	867	19	2.049	38	775	13	519	6	23	1	3.643	82	82							
Dic			1.025	18	671	14	2.613	40	2.069	36	5.477	74	74							
TOTAL	15.908	226	41.211	640	28.038	378	26.357	311	14.318	226	108.159	1.359	806							
Ene	30	1	499	10	620	9	7.997	63	1.811	31	10.844	115	115							
Feb	23	1	702	11	376	8	13.478	101	8.848	78	21.864	205	205							
Mar	86	3	390	3	29	1	8.502	57	252	2	7.409	70	70							
Abr	2.715	35	5.204	39	4.172	35	2.275	21	1.138	17	15.954	155	155							
May	1.295	23	2.087	28	3.461	35	-	-	1.421	19	6.578	108	108							
Jun	520	7	888	11	4.557	39	478	2	16	1	6.772	63	63							
Jul	569	8	1.053	9	3.593	35	481	4	1.770	39	8.037	101	101							
Ago	299	8	851	26	1.204	17	162	3	801	17	3.490	71	71							
Sep	755	18	3.682	91	2.312	41	358	7	1.203	17	6.354	176	176							
Oct	971	19	2.931	47	2.582	44	688	9	978	17	7.759	138	138							
Nov	363	12	519	14	2.036	39	102	5	540	6	3.643	82	82							
Dic	877	13	682	4	1.722	27	1.173	17	110	3	5.477	74	74							
TOTAL	8.503	148	19.178	283	28.874	330	33.668	288	18.689	248	108.159	1.359	806							
Ene	626	13	107	5	3.668	68	928	11	33	1	5.478	103	103							
Feb	454	5	336	6	1.153	13	8.863	73	91	5	9.801	114	114							
Mar	2.684	34	3.044	27	3.317	26	8.848	43	919	21	18.074	160	160							
Abr	1.809	28	945	10	2.838	31	2.793	30	165	5	6.928	108	108							
May	113	2	3.733	22	1.118	4	156	2	4	-	5.120	30	30							
Jun	682	3	2.086	9	-	-	250	4	-	-	3.078	17	17							
Jul	107	5	79	1	550	18	87	5	-	-	833	29	29							
Ago	1.154	28	2.350	42	988	13	-	-	24	1	4.188	85	85							
Sep	1.432	41	1.752	41	688	25	-	-	-	-	3.975	110	110							
Oct	13	1	48	3	375	11	-	-	-	-	488	16	16							
Nov	48	4	115	4	108	4	30	1	68	5	368	18	18							
Dic	38	1	70	1	14	1	183	5	137	7	568	16	16							
TOTAL	8.158	163	14.665	170	14.441	214	16.154	174	1.437	45	60.899	806	806							

*: Proviene de puertos de la zona centro-sur.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 16
Resumen operacional de las pesquerías de anchoqueta según flota, puerto base y mes, período 1994-96.

MESES	FLOTA SEGUN PUERTO BASE												TOTAL	
	ARICA		QUIBUJE		MEJILLONES		CALDERA		COQUIMBO		OVIROS		CAPTURAS	VCP
	CAPTURAS	VCP	CAPTURAS	VCP	CAPTURAS	VCP	CAPTURAS	VCP	CAPTURAS	VCP	CAPTURAS	VCP		
Ene	23 906	134	24 714	158	3 918	55	8 970	124	284	15	1 041	24	62 502	484
Feb	114 501	517	128 081	614	20 396	143	7 897	78	1 041	24	1 220	11	270 936	1 387
Mar	100 219	759	148 867	993	34 023	284	354	4	717	19	638	13	262 816	2 052
Abr	78 774	561	57 628	667	8 548	87	1 043	3	1 043	19	1 462	14	147 255	1 281
May	44 234	600	70 649	688	12 765	132	7 503	75	1 467	26	428	8	137 298	1 532
Jun	74 529	729	69 169	691	2 910	52	5 749	59	647	11	997	11	154 001	1 550
Jul	105 653	925	105 678	918	13 115	127	1 214	19	976	15	1 369	16	228 305	2 020
Ago	48 613	429	98 469	877	13 276	107	9 507	55	54	1	190	3	171 328	1 272
Sep	63 679	484	120 028	642	18 428	114	3 853	50	298	2	722	6	228 895	1 308
Oct	62 459	489	122 928	764	15 843	144	7 828	89	2 282	15	2 403	14	213 841	1 545
Nov	25 124	222	72 539	504	24 447	134	17 370	119	1 489	17	1 463	13	142 451	1 009
Dic	9 030	87	20 924	188	7 636	64	9 539	63	4 448	83	1 463	13	51 878	513
TOTAL	771 921	5 943	1 036 890	7 440	175 433	1 453	80 485	758	14 784	229	10 812	110	2 089 405	15 833
Ene	55 588	402	59 797	461	5 729	50	9 787	60	9 787	72	2 169	16	138 768	1 063
Feb	87 490	614	121 430	845	28 121	200	9 375	55	3 083	45	2 500	18	248 009	1 777
Mar	48 420	405	112 510	927	35 224	235	15 524	80	1 124	2	1 999	28	214 801	1 875
Abr	30 311	310	66 292	654	12 093	95	23 335	105	2 742	41	975	21	137 748	1 228
May	59 998	483	90 868	647	8 513	78	38 448	151	3 250	45	5 893	44	206 748	1 840
Jun	145 454	816	162 955	1 031	12 960	72	33 123	164	217	0	3 998	29	378 575	2 120
Jul	28 525	327	59 416	670	4 308	44	12 352	69	18	1	1 045	13	104 648	1 154
Ago	15 391	302	22 278	373	2 141	34	1 535	24	24	1	722	18	42 408	747
Sep	9 847	235	15 155	310	2 371	59	2 894	24	-	-	2 111	25	30 979	688
Oct	32 861	537	46 716	597	6 308	79	6 308	-	-	-	1 303	27	87 786	1 238
Nov	28 486	503	39 384	663	3 384	72	1 842	23	-	-	1 303	27	72 221	1 286
Dic	28 283	308	16 604	177	8 26	14	1 802	15	155	9	520	9	45 993	526
TOTAL	584 424	5 284	824 415	7 555	119 891	1 030	148 605	780	17 317	218	25 041	272	1 708 893	15 128
Ene	81 015	673	90 408	658	11 488	145	4 540	65	2 655	69	6 123	52	175 235	1 952
Feb	26 467	965	45 601	663	9 539	161	1 143	10	1 776	37	1 890	22	85 416	1 258
Mar	21 435	308	44 788	612	13 691	158	17 899	102	3 270	52	4 253	42	105 138	1 272
Abr	18 227	269	22 897	290	3 359	50	2 487	33	2 898	69	1 222	14	51 060	722
May	28 624	470	30 414	412	5 282	81	4 793	54	2 750	60	1 965	15	74 028	1 092
Jun	40 105	475	45 540	501	5 287	74	3 109	53	1 774	31	1 665	20	96 880	1 154
Jul	44 874	528	49 866	613	11 253	136	34	3	54	2	1 899	17	107 590	1 297
Ago	13 079	282	49 866	195	4 277	70	-	-	-	-	874	8	27 821	555
Sep	17 351	284	24 020	344	9 972	27	-	-	-	-	934	13	43 877	648
Oct	30 857	485	38 374	556	5 683	109	-	-	-	-	1 890	49	78 604	1 209
Nov	19 274	377	28 286	448	3 969	16	2 908	31	-	-	2 767	49	53 588	918
Dic	7 792	228	15 680	271	1 757	55	1 066	38	-	-	1 264	21	27 549	611
TOTAL	328 800	4 728	448 045	5 961	72 995	1 082	98 789	378	15 147	317	23 834	321	924 860	12 868

Proviene de puertos de la zona centro-sur.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 17a

Captura de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	3682	0	0	795	0	867	172	0	0	32	0	2
1830 - 1900	0	0	0	0	0	6343	230	0	0	0	6	0
1900 - 1930	149	0	0	22	16	2808	98	0	0	75	0	0
1930 - 2000	8	0	0	217	11	92	0	155	0	59	0	0
2000 - 2030	282	400	58	10	11	949	46	325	0	172	32	25
2030 - 2100	29	0	17	60	101	1872	461	85	30	382	397	0
2100 - 2130	31	4	137	456	292	3516	1078	468	512	481	437	143
2130 - 2200	175	441	0	553	72	916	3053	4272	142	115	108	376
2200 - 2230	83	103	0	138	15	2498	1697	5600	44	724	239	36
2230 - 2300	0	0	0	77	259	2689	2403	2243	97	2954	179	363
2300 - 2330	64	0	0	251	99	1119	0	423	126	508	9	43
2330 - 2400	681	551	324	974	269	699	1469	287	1497	1468	614	265
2400 - 2430	257	65	0	1213	0	20	0	0	0	243	117	0
2430 - 2500	0	0	0	2677	0	0	0	0	0	0	120	0
2500 - 2530	0	0	0	1747	0	92	0	0	9	0	639	0
2530 - 2600	0	0	0	0	24	226	326	102	79	351	1022	0
1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	0	0	66	145	0	0	0	0	0	0	17	0
1830 - 1900	0	23	0	0	0	0	19	61	50	0	0	0
1900 - 1930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1930 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	114	21	0	44	0
2000 - 2030	0	0	0	64	0	0	2	13	1991	521	19	0
2030 - 2100	79	0	150	468	25	8	26	28	116	227	0	0
2100 - 2130	51	133	109	1255	472	25	0	104	1933	0	0	0
2130 - 2200	0	0	0	509	183	0	41	114	373	855	710	0
2200 - 2230	0	0	256	0	39	0	111	6	169	26	130	62
2230 - 2300	0	74	29	55	487	338	404	815	296	443	335	1788
2300 - 2330	30	0	0	474	1046	0	209	151	77	984	599	17
2330 - 2400	620	302	0	1426	1293	284	554	66	1716	2785	1074	453
2400 - 2430	0	0	0	1474	1582	112	444	38	0	135	0	130
2430 - 2500	0	0	0	0	0	110	426	0	0	0	0	785
2500 - 2530	0	0	0	4722	683	1809	0	692	0	0	15	271
2530 - 2600	0	0	0	1462	32	3335	3362	0	51	0	0	0
1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	204	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1830 - 1900	13	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1900 - 1930	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
1930 - 2000	21	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000 - 2030	13	100	0	12	196	0	79	23	0	0	0	0
2030 - 2100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2100 - 2130	0	28	19	0	2	0	0	2684	1334	0	40	70
2130 - 2200	36	16	28	0	0	0	0	397	289	0	102	0
2200 - 2230	0	0	322	111	76	180	0	0	371	50	0	0
2230 - 2300	775	1453	0	315	827	0	12	6	1700	10	48	14
2300 - 2330	1041	378	3598	49	599	0	285	278	36	148	19	0
2330 - 2400	1779	0	672	202	37	236	303	229	189	278	60	38
2400 - 2430	177	0	22	129	122	49	0	0	32	0	0	0
2430 - 2500	219	187	278	1260	358	96	0	0	0	0	0	0
2500 - 2530	141	0	1032	824	1488	0	13	128	24	0	0	28
2530 - 2600	0	198	981	1571	1381	2419	22	276	0	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 17b

Captura de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.

1994												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	52	172	112	5060	178	2247	470	3390	0	222	411	143
10 a 20	1603	1392	342	2427	817	6784	6590	3782	1844	5908	1895	698
20 a 30	318	0	9	893	174	4594	1344	4996	152	803	1395	412
30 a 40	325	0	0	551	0	3214	1476	1413	285	258	157	0
40 a 50	2103	0	46	259	0	3852	1045	379	203	203	61	0
50 a 60	769	0	27	0	0	3744	108	0	52	170	0	0
60 a 70	40	0	0	0	0	271	0	0	0	0	0	0
70 a 200	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	130	156	256	1982	1746	340	875	198	370	657	168	130
10 a 20	650	376	354	8594	2961	2709	1466	1365	2957	3380	1206	1008
20 a 30	0	0	0	1478	679	2972	3217	462	245	204	1405	2306
30 a 40	0	0	0	0	56	0	40	175	523	403	102	0
40 a 50	0	0	0	0	146	0	0	0	406	712	36	0
50 a 60	0	0	0	0	82	0	0	0	840	0	0	0
60 a 70	0	0	0	0	33	0	0	0	428	620	0	0
70 a 200	0	0	0	0	139	0	0	0	1024	0	26	62
1996												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	806	320	463	2336	354	2082	35	276	826	148	0	0
10 a 20	2718	1496	3210	1885	3101	624	565	689	561	338	124	122
20 a 30	477	444	527	298	1022	217	0	6	241	0	3	0
30 a 40	192	0	1187	0	122	57	22	23	370	0	67	28
40 a 50	213	0	1566	0	291	0	13	1610	1054	0	75	0
50 a 60	0	100	12	84	196	0	0	718	879	0	0	0
60 a 70	13	0	0	0	0	0	79	371	26	0	0	0
70 a 200	0	0	0	85	0	0	0	328	18	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 18a

Viajes con pesca estándar de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	30	0	0	20	0	19	4	0	0	2	0	1
1830 - 1900	0	0	0	0	0	85	3	0	0	0	1	0
1900 - 1930	1	0	0	2	2	45	2	0	0	2	0	0
1930 - 2000	1	0	0	5	3	1	0	2	0	2	0	0
2000 - 2030	5	3	10	2	3	33	5	10	0	4	2	1
2030 - 2100	2	0	1	5	3	54	8	6	2	8	11	0
2100 - 2130	1	1	5	10	8	45	20	16	11	7	7	2
2130 - 2200	2	5	0	10	2	30	53	59	6	6	3	3
2200 - 2230	1	1	0	3	1	38	24	46	2	18	9	2
2230 - 2300	0	0	0	1	2	21	32	32	3	50	4	6
2300 - 2330	1	0	0	3	1	16	0	6	1	9	1	1
2330 - 2400	7	5	4	7	3	10	21	3	15	18	7	4
2400 - 2430	1	1	0	6	0	1	0	0	0	8	2	0
2430 - 2500	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	2	0
2500 - 2530	0	0	0	15	0	3	0	0	2	0	9	0
2530 - 2600	0	0	0	0	1	6	4	4	3	2	10	0
1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1830 - 1900	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0
1900 - 1930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1930 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	2	5	153	1	0
2000 - 2030	0	0	0	1	0	0	1	1	48	71	1	0
2030 - 2100	1	0	1	5	1	0	2	1	4	109	0	0
2100 - 2130	0	1	1	11	8	0	0	3	58	72	0	0
2130 - 2200	0	0	0	4	3	0	2	4	17	108	13	0
2200 - 2230	0	0	2	0	1	0	2	1	4	0	4	1
2230 - 2300	0	1	0	0	4	4	12	9	10	26	13	41
2300 - 2330	0	0	0	9	11	0	3	4	5	47	17	1
2330 - 2400	4	1	0	9	9	2	10	1	27	58	43	9
2400 - 2430	0	0	0	20	18	1	7	2	0	12	0	6
2430 - 2500	0	0	0	0	0	5	14	0	0	0	0	18
2500 - 2530	0	0	0	60	14	21	0	25	0	0	3	5
2530 - 2600	0	0	0	18	2	49	43	0	3	0	0	0
1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1830 - 1900	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1900 - 1930	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1930 - 2000	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000 - 2030	1	1	0	1	6	0	1	2	0	0	0	0
2030 - 2100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2100 - 2130	0	2	1	0	1	0	0	59	43	0	1	1
2130 - 2200	1	2	1	0	0	0	0	18	16	0	4	0
2200 - 2230	0	0	4	3	2	6	0	0	22	1	0	0
2230 - 2300	13	11	0	10	13	0	0	1	41	0	1	0
2300 - 2330	13	5	29	2	6	0	7	6	2	2	0	0
2330 - 2400	21	0	10	2	1	4	5	4	4	3	2	0
2400 - 2430	2	0	1	4	3	2	0	0	1	0	0	0
2430 - 2500	1	4	6	34	13	2	0	0	0	0	0	0
2500 - 2530	2	0	23	20	16	0	1	1	0	0	0	1
2530 - 2600	0	2	21	26	13	16	1	2	0	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 18b

Viajes con pesca estándar de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.

1994												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	1	3	4	46	4	46	9	31	0	8	7	2
10 a 20	17	13	6	29	15	97	109	66	25	86	34	13
20 a 30	5	0	2	8	10	100	22	51	5	26	20	5
30 a 40	9	0	0	10	0	41	15	28	10	6	4	0
40 a 50	10	0	7	10	0	58	16	8	3	7	3	0
50 a 60	5	0	1	0	0	58	5	0	2	3	0	0
60 a 70	2	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
70 a 200	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	1	1	2	23	19	7	21	8	7	27	6	6
10 a 20	4	2	2	101	31	36	35	29	66	90	42	25
20 a 30	0	0	0	14	11	39	39	14	6	17	40	49
30 a 40	0	0	0	0	1	0	2	3	14	22	5	0
40 a 50	0	0	0	0	5	0	0	0	17	18	1	0
50 a 60	0	0	0	0	2	0	0	0	30	0	0	0
60 a 70	0	0	0	0	1	0	0	0	11	12	0	0
70 a 200	0	0	0	0	1	0	0	0	31	0	1	1
1996												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	7	8	13	51	10	15	1	5	15	2	0	0
10 a 20	39	13	58	38	32	8	12	12	31	4	2	1
20 a 30	5	5	10	13	22	6	0	1	13	0	1	0
30 a 40	2	0	6	0	3	1	1	2	23	0	3	1
40 a 50	3	0	12	0	2	0	1	38	21	0	2	0
50 a 60	0	1	1	2	5	0	0	19	24	0	0	0
60 a 70	0	0	0	0	0	0	1	9	1	0	0	0
70 a 200	0	0	0	1	0	0	0	7	1	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 19a

Captura de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996
en la I-II Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	8736	2175	1151	69829	23669	66053	53699	4793	38835	14642	2011	2494
1830 - 1900	11464	34802	2714	4920	7876	21117	50650	2824	6356	20245	1137	5711
1900 - 1930	5225	37819	14287	10641	6955	10278	21297	12335	9131	24898	3295	212
1930 - 2000	8555	62100	21268	16591	2528	2708	3976	11038	9145	32478	8321	2002
2000 - 2030	1774	46466	38349	9369	11820	8042	7422	20015	23610	30113	8045	1535
2030 - 2100	1262	29352	32442	14290	12232	12248	25694	12197	36362	19818	5012	4969
2100 - 2130	1876	16524	63703	2850	12131	13979	40274	46860	61394	8411	3625	2063
2130 - 2200	10624	17440	45422	3785	32224	4302	20437	29620	27138	11146	1700	2323
2200 - 2230	920	908	17098	1591	9056	7782	1964	16225	7526	6210	5237	4589
2230 - 2300	669	9606	27964	2559	4599	746	702	4958	3193	6010	2367	2105
2300 - 2330	505	2905	17192	2074	4835	350	0	903	382	727	2315	2291
2330 - 2400	928	1881	157	1338	100	0	0	0	0	10148	13989	2170
2400 - 2430	0	220	0	935	0	0	0	0	0	18640	8726	901
2430 - 2500	0	0	0	2161	0	0	0	0	0	1828	13867	0
2500 - 2530	0	0	0	2765	0	0	0	0	70	682	15269	3554
2530 - 2600	0	104	200	0	58	0	0	139	13	2508	23315	0
1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	2271	6118	2532	4255	17165	109432	16778	6599	7416	8393	19374	11423
1830 - 1900	30111	28678	312	812	10705	88943	2123	2373	3409	8419	4206	16563
1900 - 1930	57712	19177	762	19	21653	69441	4742	10349	4025	15863	3562	3681
1930 - 2000	15575	39721	1543	4414	6380	37022	3895	2436	1665	10696	15037	3347
2000 - 2030	3643	5279	6340	7100	19140	6915	9488	367	1024	6410	2718	695
2030 - 2100	5645	32156	30102	11647	11237	1695	9660	2214	17	10349	4912	5878
2100 - 2130	3378	73753	39810	15569	30674	8343	32589	5303	4222	4737	6972	799
2130 - 2200	0	3007	37908	5077	17486	23897	7809	6623	1873	7837	7960	0
2200 - 2230	0	1827	13000	3758	2061	68	227	1417	129	0	1025	0
2230 - 2300	0	7004	22514	3600	1014	56	4	206	727	1397	926	274
2300 - 2330	0	19293	12933	9782	7065	0	10	630	1323	6709	441	1383
2330 - 2400	0	163	27176	4137	2963	785	401	19	1380	5608	3353	0
2400 - 2430	0	0	2878	2114	402	2089	0	67	0	1378	49	0
2430 - 2500	0	0	989	2442	246	4931	2447	1127	0	0	390	0
2500 - 2530	0	0	0	30815	3679	2563	1063	1085	121	0	103	0
2530 - 2600	0	0	0	4514	0	5597	2128	0	805	0	55	0
1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	13334	22851	6416	4681	20955	63286	66486	6785	1347	2678	5348	4936
1830 - 1900	10736	8367	439	2570	4808	7494	14651	2572	0	1045	5300	1145
1900 - 1930	20371	9466	3995	2607	3823	12436	18352	2920	7278	11696	8166	2430
1930 - 2000	23482	4263	3818	2805	8135	1246	4075	0	9927	6690	920	2332
2000 - 2030	22589	3563	442	10928	10771	159	2900	268	11647	4415	1277	11678
2030 - 2100	21343	2184	405	3339	3474	47	398	463	823	4910	9563	2725
2100 - 2130	21246	2396	1471	4699	7551	3818	609	6746	10375	21008	17255	281
2130 - 2200	13059	6126	1153	908	3788	1974	0	919	966	19604	1569	0
2200 - 2230	1309	6522	8399	1720	588	231	0	5	157	1414	388	776
2230 - 2300	6278	3192	10843	3994	1379	62	0	5253	699	2053	367	173
2300 - 2330	12248	4016	19374	622	66	68	0	986	4	0	4	0
2330 - 2400	1074	7538	7472	15	431	1072	0	177	332	632	435	17
2400 - 2430	25	2400	955	283	0	0	0	0	24	0	0	0
2430 - 2500	0	154	3841	650	0	0	95	0	0	0	376	0
2500 - 2530	0	353	2163	2758	418	0	0	303	298	459	908	0
2530 - 2600	0	0	3224	0	1563	147	0	0	0	0	857	145

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 19b

Captura de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.

1994												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	25979	112570	65164	40898	29435	13511	51011	29108	16532	26984	22244	19904
10 a 20	19476	125101	118887	63067	68373	30195	84936	68041	31846	43807	67305	11875
20 a 30	3079	23314	48230	9369	23286	18848	33903	36964	41630	42115	19997	4351
30 a 40	2382	1207	22279	21312	6075	16422	29384	21192	61677	12127	5615	434
40 a 50	715	0	19328	11032	340	21959	12329	5530	40272	33654	2710	355
50 a 60	306	110	4917	0	274	21105	10602	643	24850	22123	100	0
60 a 70	196	0	2933	0	0	16410	3709	429	1620	11505	60	0
70 a 200	405	0	209	0	300	9155	241	0	4728	16189	200	0
1995												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	52443	106346	57667	25550	30289	27562	13369	8621	4289	10165	20679	17714
10 a 20	59601	112319	107551	62958	51952	68366	37846	12015	7203	25225	21618	19539
20 a 30	5900	17029	25535	11203	37197	72713	17217	3074	2387	12939	10999	2002
30 a 40	9	431	944	7989	9282	97436	11926	5386	2827	11305	6260	2299
40 a 50	0	0	6102	1535	13821	44053	7107	7614	3663	14144	9682	2276
50 a 60	0	0	0	397	4294	19462	4208	657	5585	5788	1644	51
60 a 70	0	51	0	28	1753	6970	1691	2075	1476	7209	93	162
70 a 200	582	0	0	395	3282	5215	0	1373	706	1021	108	0
1996												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	68853	24690	9734	6442	4451	12661	1645	7209	4828	4953	4313	7249
10 a 20	82678	38123	24972	10960	11365	6003	4025	9238	10295	9910	11148	13806
20 a 30	13614	14349	16130	11620	13608	8979	6167	3229	10224	30387	23319	3683
30 a 40	325	3809	5358	2575	18420	10626	9680	1016	6723	19032	10905	1525
40 a 50	201	1388	12845	9574	12470	9077	11321	1611	8216	6848	2342	375
50 a 60	713	0	2254	1031	5627	10980	8804	2119	3102	4493	580	0
60 a 70	4	0	2532	417	1863	7241	7043	861	186	440	0	0
70 a 200	706	832	585	160	56	26473	58881	2114	303	541	126	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 20a

Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	53	8	15	360	310	493	450	95	199	149	26	22
1830 - 1900	43	118	13	37	110	210	388	32	66	110	16	43
1900 - 1930	21	143	87	99	123	101	209	90	66	208	21	2
1930 - 2000	27	251	132	193	35	26	42	85	61	208	82	17
2000 - 2030	6	181	259	120	145	103	53	178	146	246	78	19
2030 - 2100	5	153	220	124	139	162	282	97	181	135	61	30
2100 - 2130	9	80	396	29	116	138	348	317	337	122	35	20
2130 - 2200	71	77	289	49	207	62	191	225	158	91	25	32
2200 - 2230	11	5	118	16	71	72	27	112	65	62	56	50
2230 - 2300	10	48	153	23	50	12	9	44	26	68	23	25
2300 - 2330	3	25	100	32	42	10	0	12	3	9	19	29
2330 - 2400	5	11	2	16	2	0	0	0	0	42	102	25
2400 - 2430	0	1	0	9	0	0	0	0	0	80	55	12
2430 - 2500	0	0	0	17	0	0	0	0	0	11	63	0
2500 - 2530	0	0	0	16	0	0	0	0	2	8	85	33
2530 - 2600	0	3	1	0	1	0	0	3	1	21	120	0

1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	19	50	52	83	114	540	144	150	180	142	307	121
1830 - 1900	224	213	5	9	73	462	33	56	68	144	75	186
1900 - 1930	420	196	15	1	152	420	68	134	88	291	67	40
1930 - 2000	165	337	17	46	58	247	53	45	27	153	288	29
2000 - 2030	49	37	75	68	152	48	96	8	24	71	41	4
2030 - 2100	83	260	344	125	88	11	135	53	1	109	90	46
2100 - 2130	30	544	358	139	189	42	407	94	104	72	136	4
2130 - 2200	0	22	274	44	90	92	89	126	34	108	84	0
2200 - 2230	0	14	147	33	20	3	4	22	5	0	19	0
2230 - 2300	0	72	216	24	18	0	1	4	22	26	23	3
2300 - 2330	0	145	123	71	50	0	1	7	14	47	12	20
2330 - 2400	0	4	181	18	37	6	2	1	32	58	68	0
2400 - 2430	0	0	25	13	8	11	0	3	0	12	1	0
2430 - 2500	0	0	9	16	4	26	36	13	0	0	2	0
2500 - 2530	0	0	0	146	23	13	9	11	3	0	1	0
2530 - 2600	0	0	0	25	0	35	26	0	20	0	1	0

1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1820 - 1830	207	306	111	86	291	705	898	224	36	53	100	168
1830 - 1900	135	106	13	36	70	86	264	79	0	25	109	35
1900 - 1930	268	183	86	33	51	297	320	107	99	163	173	65
1930 - 2000	239	99	116	47	102	25	73	0	103	151	34	84
2000 - 2030	278	73	11	78	141	7	62	8	181	135	25	196
2030 - 2100	168	33	11	29	67	2	13	11	8	109	224	84
2100 - 2130	206	36	38	91	103	79	13	91	178	331	308	16
2130 - 2200	122	78	27	25	69	40	0	16	21	418	52	0
2200 - 2230	14	99	137	23	20	1	0	1	4	38	21	33
2230 - 2300	60	55	199	74	21	1	0	74	18	43	13	5
2300 - 2330	139	42	223	9	0	1	0	11	0	0	1	0
2330 - 2400	16	115	84	2	7	5	0	1	8	8	9	1
2400 - 2430	1	37	18	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2430 - 2500	0	1	28	7	0	0	3	0	0	0	4	0
2500 - 2530	0	3	26	35	7	0	0	2	4	8	21	0
2530 - 2600	0	0	36	0	14	5	0	0	0	0	18	8

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 20b

Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la I-II Región.

1994												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	129	460	424	374	284	158	424	222	102	165	136	176
10 a 20	93	538	735	478	745	387	761	493	248	370	470	128
20 a 30	19	101	304	97	252	218	319	324	214	322	175	42
30 a 40	12	4	134	124	52	164	241	180	340	116	54	9
40 a 50	3	0	136	67	8	178	114	59	219	265	27	4
50 a 60	3	1	29	0	4	144	98	4	151	187	2	0
60 a 70	2	0	20	0	0	94	40	8	9	56	1	0
70 a 200	3	0	3	0	6	46	2	0	28	89	2	0
1995												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	476	847	582	219	223	166	169	167	96	160	370	162
10 a 20	468	918	982	440	397	382	478	206	180	309	374	206
20 a 30	42	124	197	96	265	425	210	50	44	170	200	28
30 a 40	1	4	10	87	67	521	125	92	67	196	102	41
40 a 50	0	0	70	11	78	258	76	119	75	234	145	15
50 a 60	0	0	0	5	18	123	27	9	129	74	21	0
60 a 70	0	1	0	0	12	42	19	43	22	72	1	1
70 a 200	3	0	0	3	16	39	0	41	9	18	2	0
1996												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 a 10	765	301	154	74	94	121	33	116	86	83	107	201
10 a 20	924	624	434	217	191	88	90	199	162	198	234	312
20 a 30	137	236	267	145	182	131	106	73	123	527	393	125
30 a 40	5	69	71	44	197	164	223	26	109	387	277	43
40 a 50	4	23	162	85	167	144	199	64	116	152	85	14
50 a 60	6	0	29	7	104	214	163	78	35	107	11	0
60 a 70	2	0	39	3	27	113	130	17	4	13	0	0
70 a 200	10	13	8	1	1	279	702	52	6	15	5	0

Tabla 21a

Captura de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	0	53	1625	1706	1487	643	531	106	25	104	45	52
2630 - 2700	0	2142	559	83	18	22	122	67	0	349	0	315
2700 - 2730	340	1980	6494	199	692	170	60	247	0	24	246	2439
2730 - 2800	283	135	2121	652	329	83	0	0	60	0	0	300
2800 - 2830	175	0	330	1360	478	442	0	0	0	0	23	2015
2830 - 2900	202	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	171
2900 - 2930	278	83	489	0	1139	77	8	184	0	0	0	60
2930 - 3000	1538	0	176	0	247	245	100	38	0	0	0	49
3000 - 3030	1249	1521	1787	45	193	914	400	65	0	0	0	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	30	0	0	346	798	131	326	61	97	378	51	0
2630 - 2700	73	570	2523	150	311	432	0	0	0	358	50	1524
2700 - 2730	3822	4317	2604	1205	145	108	0	0	52	0	22	0
2730 - 2800	4110	7686	1545	859	59	64	0	101	209	7	37	330
2800 - 2830	1582	2415	0	33	0	0	0	0	295	0	212	0
2830 - 2900	81	1484	0	433	0	0	206	0	839	1017	0	0
2900 - 2930	287	2678	0	0	107	0	978	1083	69	23	328	99
2930 - 3000	99	2182	0	436	1161	0	872	35	0	0	0	0
3000 - 3030	0	0	127	322	153	16	57	0	0	0	0	18
3030 - 3100	0	0	0	116	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	0	0	5037	1619	0	38	62	143	0	0	0	165
2630 - 2700	0	91	3061	700	0	0	57	0	0	0	0	0
2700 - 2730	481	3257	1664	1777	0	60	0	0	0	0	30	0
2730 - 2800	542	2939	0	281	34	0	0	0	0	0	0	0
2800 - 2830	36	1010	0	0	0	0	0	24	0	0	5	0
2830 - 2900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
2900 - 2930	0	91	591	0	0	0	0	0	0	0	0	254
2930 - 3000	0	0	229	40	0	0	0	0	0	0	0	0
3000 - 3030	0	53	446	21	0	0	0	0	0	0	4	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 21b

Captura de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996
en la III-IV Región.

1994												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	1240	29	0	1739	1849	372	151	110	0	120	23	2307
10 - 20	1412	748	4500	1165	2174	740	210	112	0	405	291	2775
20 - 30	1400	2241	8604	1141	560	1047	860	485	67	0	0	288
30 - 40	13	322	464	0	0	305	0	0	18	0	0	31
40 - 50	0	1716	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	858	0	0	0	108	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	1749	7053	127	867	1362	0	930	953	1203	1040	485	0
10 - 20	6386	11002	4305	2401	1005	604	1292	266	176	426	113	302
20 - 30	1747	3190	2367	463	367	147	217	61	182	315	33	1087
30 - 40	0	0	0	169	0	0	0	0	0	2	69	582
40 - 50	182	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	36	63	351	0	0	0	0	0	0	0	25	0
10 - 20	317	3963	5836	3513	0	0	0	143	0	0	42	223
20 - 30	684	3415	4597	642	34	0	57	24	0	0	2	32
30 - 40	0	0	216	283	0	98	45	0	0	0	30	164
40 - 50	22	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 22a

Viajes con pesca estándar de sardina española según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	0	2	16	22	14	18	2	2	1	1	1	2
2630 - 2700	0	28	11	3	2	1	2	1	0	4	0	7
2700 - 2730	7	22	76	5	5	5	2	2	0	1	2	23
2730 - 2800	5	1	21	9	4	2	0	0	2	0	0	6
2800 - 2830	2	0	9	13	3	4	0	0	0	0	1	26
2830 - 2900	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
2900 - 2930	5	3	8	0	13	3	1	3	0	0	0	1
2930 - 3000	21	0	3	0	3	4	1	0	0	0	0	1
3000 - 3030	23	17	26	1	3	13	3	1	0	0	0	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	1	0	0	5	8	2	3	1	2	8	3	0
2630 - 2700	2	4	21	1	2	3	0	0	0	9	5	25
2700 - 2730	35	47	26	16	1	0	0	0	1	0	2	0
2730 - 2800	33	62	20	7	0	0	0	2	3	1	1	8
2800 - 2830	22	15	0	1	0	0	0	0	3	0	3	0
2830 - 2900	2	12	0	2	0	0	2	0	8	15	0	0
2900 - 2930	3	29	0	0	2	0	12	15	1	1	6	4
2930 - 3000	2	18	0	7	10	0	13	1	0	0	0	0
3000 - 3030	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	2
3030 - 3100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	0	0	50	22	0	2	5	4	0	0	0	6
2630 - 2700	0	2	33	15	0	0	2	0	0	0	0	0
2700 - 2730	5	50	11	22	0	1	0	0	0	0	2	0
2730 - 2800	8	29	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2800 - 2830	1	10	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
2830 - 2900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2900 - 2930	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2930 - 3000	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3000 - 3030	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 22b

Viajes con pesca estándar de sardina española según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.

1994												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	17	1	0	15	18	9	3	1	0	2	1	32
10 - 20	22	12	62	20	20	12	4	2	0	5	3	31
20 - 30	26	28	103	18	9	24	4	6	2	0	0	6
30 - 40	1	8	4	0	0	3	0	0	1	0	0	1
40 - 50	0	13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	26	61	1	10	12	0	15	12	12	16	6	0
10 - 20	51	95	46	27	9	3	13	6	2	10	6	11
20 - 30	21	30	21	5	3	2	2	1	4	6	3	21
30 - 40	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	5	7
40 - 50	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10 - 20	6	56	52	43	0	0	0	4	0	0	3	4
20 - 30	7	37	43	16	1	0	2	1	0	0	0	1
30 - 40	0	0	2	1	0	3	3	0	0	0	2	5
40 - 50	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 23a

Captura de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996
en la III-IV Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	205	86	48	410	858	76	39	3127	293	369	8019	1032
2630 - 2700	3901	7233	0	35	596	388	456	6225	537	3126	3776	3113
2700 - 2730	1571	215	5	15	4179	3177	592	16	2924	1634	5944	3155
2730 - 2800	3886	59	101	54	2093	2108	127	0	86	8	2251	2323
2800 - 2830	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1197	324
2830 - 2900	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2450	533
2900 - 2930	0	101	0	594	156	298	274	54	0	0	583	552
2930 - 3000	88	105	123	291	1198	152	614	0	0	0	0	1489
3000 - 3030	206	835	583	158	133	197	88	0	0	0	0	2436
3030 - 3100	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	76	0	0	2201	6143	7262	3299	627	1089	0	479	136
2630 - 2700	104	307	100	4997	7607	9961	2803	636	1754	0	92	79
2700 - 2730	2361	4394	6082	3559	28780	13077	1453	209	0	0	550	551
2730 - 2800	4778	2749	9821	5913	3656	6281	3730	103	0	0	17	1036
2800 - 2830	2866	1228	0	6533	1749	50	0	0	0	0	0	0
2830 - 2900	259	0	0	510	0	0	0	0	0	0	0	0
2900 - 2930	809	2196	0	656	3825	89	0	0	0	0	0	0
2930 - 3000	8459	1656	999	2476	3071	78	0	18	0	0	0	148
3000 - 3030	521	303	0	848	65	0	0	0	0	0	0	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	33	0	8872	2115	2590	2509	0	224	0	0	853	124
2630 - 2700	741	40	5769	884	492	0	0	0	0	0	0	301
2700 - 2730	1004	86	4788	1851	73	808	12	0	0	0	0	444
2730 - 2800	0	17	4879	265	79	0	0	0	0	0	0	42
2800 - 2830	3191	0	2249	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2830 - 2900	294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2900 - 2930	1313	1878	3923	520	2576	1209	2	0	0	0	0	0
2930 - 3000	1555	204	191	2199	466	414	0	0	0	0	0	0
3000 - 3030	0	0	55	447	0	0	0	0	0	0	0	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 23b

Captura de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996
en la III-IV Región.

1994												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	30	386	74	576	871	191	745	112	24	53	880	4548
10 - 20	9470	5875	76	855	6158	5269	1111	8170	3208	4624	17012	6474
20 - 30	464	2103	673	126	2184	936	334	1140	608	460	6328	3862
30 - 40	0	23	48	0	0	0	0	0	0	0	0	73
40 - 50	0	134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 - 60	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	6644	3492	999	4111	7219	128	0	18	0	0	0	148
10 - 20	9418	5850	12725	20692	38292	30237	8358	1412	2088	0	49	320
20 - 30	2852	3691	3278	2890	9365	6181	2895	136	755	0	1018	1482
30 - 40	1091	0	0	0	0	272	0	0	0	0	41	0
40 - 50	228	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0
> 60	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0
1996												
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0 - 10	2334	244	1567	1778	169	421	0	0	0	0	0	0
10 - 20	5594	1957	17856	4994	3816	2154	2	224	0	0	0	37
20 - 30	203	24	11303	1509	1944	994	0	0	0	0	287	654
30 - 40	0	0	0	0	347	1015	0	0	0	0	0	220
40 - 50	0	0	0	0	0	330	0	0	0	0	566	0
50 - 60	0	0	0	0	0	26	7	0	0	0	0	0
> 60	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

Tabla 24a

Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación latitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.

1994												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	3	3	1	4	9	1	1	17	7	7	39	18
2630 - 2700	44	64	0	1	10	6	7	37	17	53	46	35
2700 - 2730	25	6	1	2	61	41	11	1	25	22	57	32
2730 - 2800	39	1	1	2	28	23	1	0	2	1	18	24
2800 - 2830	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4
2830 - 2900	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2
2900 - 2930	0	2	0	5	2	4	3	1	0	0	5	6
2930 - 3000	3	2	4	4	12	1	10	0	0	0	0	19
3000 - 3030	7	12	7	2	3	3	2	0	0	0	0	19
3030 - 3100	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	3	0	0	13	25	23	25	9	10	0	4	2
2630 - 2700	1	2	2	31	37	68	24	11	14	0	2	1
2700 - 2730	21	44	51	19	124	70	14	2	0	0	9	3
2730 - 2800	52	33	82	23	15	32	26	3	0	0	1	15
2800 - 2830	22	8	0	21	6	0	0	0	0	0	0	0
2830 - 2900	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2900 - 2930	7	25	0	4	13	1	0	0	0	0	0	0
2930 - 3000	77	19	1	10	15	1	0	0	0	0	0	1
3000 - 3030	4	3	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996												
Latitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2600 - 2630	5	0	75	21	31	41	0	2	0	0	5	5
2630 - 2700	17	6	76	14	10	0	0	0	0	0	0	7
2700 - 2730	23	9	34	19	6	20	0	0	0	0	0	14
2730 - 2800	0	1	38	4	4	0	0	0	0	0	0	1
2800 - 2830	48	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2830 - 2900	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2900 - 2930	22	21	28	8	38	13	0	0	0	0	0	0
2930 - 3000	17	4	1	32	7	5	0	0	0	0	0	0
3000 - 3030	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
3030 - 3100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3100 - 3130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3130 - 3200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Tabla 24b

Viajes con pesca estándar de anchoveta según variación longitudinal de 1994, 1995 y 1996 en la III-IV Región.

1994													
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
0 - 10	2	6	5	6	11	3	12	1	1	2	10	41	
10 - 20	106	55	2	13	87	65	19	47	42	74	137	70	
20 - 30	15	26	7	1	27	11	4	8	8	7	40	46	
30 - 40	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
40 - 50	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50 - 60	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1995													
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
0 - 10	67	40	1	17	29	1	0	0	0	0	0	1	
10 - 20	83	60	109	96	166	163	69	19	17	0	2	5	
20 - 30	32	34	26	15	41	29	19	5	7	0	11	16	
30 - 40	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	
40 - 50	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
> 60	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
1996													
Distancia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
0 - 10	27	6	14	24	4	5	0	0	0	0	0	0	
10 - 20	109	32	156	64	65	25	0	2	0	0	0	1	
20 - 30	4	3	97	20	24	14	0	0	0	0	0	18	
30 - 40	0	0	0	0	3	25	0	0	0	0	0	8	
40 - 50	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	4	0	
50 - 60	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 25
Indicadores de la pesquería industrial de anchoveta y sardina estimadas con la categoría patrón de 120-180 m3 CB correspondiente a la zona norte.

AÑO	ANCHOVETA			SARDINA ESPAÑOLA		
	CAPTURA	VPe	CPUE	CAPTURA	VPe	CPUE
1980	74485	1187	62,7506318	1604378	19367	82,84
1981	181430	2202	82,39	1417977	18478	76,74
1982	33092	465	71,17	1649727	18480	89,27
1983	s/i	s/i	s/i	2402723	30146	79,70
1984	s/i	s/i	s/i	2314575	28662	80,75
1985	39632	383	103,48	2617387	26304	99,51
1986	1098002	11136	98,60	2244104	24087	93,17
1987	151780	2034	74,62	1826160	27343	66,79
1988	702084	9135	76,86	1388573	17659	78,63
1989	1220197	17845	68,38	1443767	16361	88,24
1990	540957	12400	43,83	729119	13126	55,55
1991	522497	10934	47,79	591089	8221	71,90
1992	919659	18339	50,15	648148	13250	48,92
1993	989580	24608	40,21	337269	10022	33,65
1994	1897094	31958	59,36	73522	1574	46,71
1995	1447374	25031	57,82	31187	863	36,14
1996	815719	21412	38,10	22284	374	59,61

Tabla 26
Resultados de las estimaciones del modelo global de producción.

Anchoveta		
Tasa instantánea de crecimiento poblacional	r=	0,5103
Tamaño del stock en equilibrio	K=	9025291
Coefficiente de capturabilidad	q=	8,25E-06
Máximo rendimiento sostenido	MSY=	1151408
Tamaño del stock para MSY	SMSY=	4512646
Tasa de explotación en MSY	Fopt=	0,2552
Tasa máxima de explotación	Fmax=	0,5103
Esfuerzo en la máxima tasa de explotación	Emax=	61855

Sardina española		
Tasa instantánea de crecimiento poblacional	r=	1,8298
Tamaño del stock en equilibrio	K=	16000000
Coefficiente de capturabilidad	q=	4,56E-06
Máximo rendimiento sostenido	MSY=	7319200
Tamaño del stock para MSY	SMSY=	8000000
Tasa de explotación en MSY	Fopt=	0,9149
Tasa máxima de explotación	Fmax=	1,8298
Esfuerzo en la máxima tasa de explotación	Emax=	401272

Tabla 27

Resumen de los resultados de la evaluación de stock de sardina en la zona norte.

Año	B Total	B Desovante	B Explotable	B media	B Reclutas
1974	3686648	2244208	220428	3098282	550093
1975	4739569	3756139	353700	4028493	431860
1976	7693680	4280291	601078	6507008	2263761
1977	10007649	6714837	955323	8359211	873600
1978	10665665	7262027	1069162	8849266	1138582
1979	14355115	9794593	1355899	11535218	1375270
1980	14467385	10806603	2299741	11436638	1457529
1981	13741306	10576031	2167238	11018800	1154823
1982	12629162	9748897	1500582	9941340	1311792
1983	11764608	7139153	1484444	8660445	2543698
1984	16097596	6872192	1446043	12448353	5813864
1985	10917256	6848258	1145741	7809594	1314727
1986	8941201	5680861	988860	6435293	1544597
1987	7656928	4406050	944439	5448093	1481274
1988	5991483	3729063	733080	4391242	783307
1989	5061902	3387240	670963	3572244	428271
1990	3582751	2667554	435704	2693150	241001
1991	2397829	2020663	287416	1715345	125417
1992	2393770	1400162	699836	1591712	670954
1993	3287082	941522	270287	2630228	1485499
1994	6298225	1316471	31025	5394605	3549871
1995	8178960	3722684	86524	7050089	1456438
1996	7798326	5948609	852824	6725050	5730

Tabla 28

Indicadores de la explotación de sardina en la zona norte.

Año	Captura (t)	CPUE (t/VP)	F Global
1974	169.459		0,0258
1975	133.967		0,0127
1976	280.254		0,0168
1977	557.283		0,0270
1978	707.226		0,0436
1979	1.593.060		0,0980
1980	2.015.348	82,84	0,1295
1981	1.667.473	76,74	0,1202
1982	1.769.866	89,27	0,1436
1983	2.587.310	79,70	0,2807
1984	2.461.812	80,75	0,2418
1985	2.970.039	99,51	0,3605
1986	2.282.795	93,17	0,3742
1987	1.873.130	66,79	0,4646
1988	1.409.867	78,63	0,3032
1989	1.452.744	88,24	0,3976
1990	734.243	55,55	0,2703
1991	662.733	71,90	0,3197
1992	808.385	48,92	0,4213
1993	343.296	33,65	0,1264
1994	90.278	46,71	0,0134
1995	33.518	36,14	0,0033
1996	25.703	59,61	0,0031

Tabla 29
Abundancia en número al 1° de enero (en miles) en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.

G.EDAD	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	43986100	164953000	336351500	567215400	270242800	431589100	596870700	696086800	1262813000	946400800	360405600	300837800	135967300
1	149464400	161492700	59312000	123736800	207476900	97940500	155768000	218052800	255973000	463630100	334131800	129220500	104233400
2	5598700	54255600	55536300	12504800	45321200	56610400	21871300	49045100	75387900	67426100	153136300	101067500	36229600
3	90100	1922600	17346300	7292600	1435100	7743400	4031500	985800	2963500	3987600	6769100	9885100	3743700
4	800	31200	414900	604600	42400	22500	199000	48800	26500	95600	207300	146900	127300
0+	595022100	382655100	468961000	711354200	524518400	593905900	778740500	964219300	1597163900	1481540200	854650100	541157800	280301300
1+	155154000	217702100	132609500	144138800	254275600	162316800	181869800	268132500	334350900	535139400	494244500	240320000	144334000
2+	5689600	56209400	73297500	20402000	46798700	64376300	28101800	50079700	78377900	71509300	160112700	111099500	40100600
3+	90900	1953800	17761200	7897200	1477500	7765900	4230500	1034600	2990000	4083200	6976400	10032000	3871000

Tabla 30
Biomasa por grupo de edad (t) al 1° de enero en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.

G.EDAD	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	2111367	1336119	2724447	6125926	3080768	3150600	5491210	8144216	11112754	10315769	3135529	2707540	1223706
1	1838412	1808718	1043891	2078778	3215892	1792311	2445558	4709940	4069971	8391705	5145630	2571488	2115938
2	104136	1020005	1821591	348884	1237269	1760583	590525	1211414	1500219	1591256	3414939	2557008	1003560
3	3298	67868	671302	263992	53960	294249	150778	31053	87127	109659	200365	314346	124291
4	34	1270	17799	24668	2086	1008	8119	1728	1068	3767	7090	5949	4697
0+	4057247	4233980	6279030	8842248	7589974	6998752	8686190	14098350	16771139	20412155	11903553	8156332	4472192
1+	1945880	2897861	3554583	2716322	4509207	3848152	3194980	5954135	5658385	10096386	8768024	5448791	3248486
2+	107468	1089143	2510692	637544	1293315	2055841	749422	1244194	1588414	1704682	3622395	2877303	1132548
3+	3332	69138	689101	288660	56046	295257	158897	32780	88195	113426	207455	320296	128988

Tabla 31
Biomasa explotable al 1° de enero del stock de anchoveta del sur del Perú - norte de Chile.

G.EDAD	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	61288	57112	0	8418	14638	22613	11261	1246	9133	216647	28472	48385	8047
1	357543	228548	246599	2205	304374	336223	111484	111850	558584	462251	355783	208364	138458
2	104136	268292	796318	97979	300558	1086413	363228	836825	1195626	1055986	2089784	1751282	673479
3	2853	67868	671302	283992	53960	294249	150778	31053	87127	108659	200365	314346	124291
4	30	1270	17799	24668	2086	1008	8119	1728	1068	3767	7090	5949	4697
0+	525849	623089	1732017	397261	675616	1740506	644871	982701	1851538	1848310	2691503	2328327	948972
1+	464561	565977	1732017	388843	660978	1717893	633610	981455	1842405	1631663	2663032	2279942	940925
2+	107018	337429	1485419	386638	356604	1381670	522126	869606	1283821	1169411	2307239	2071578	802467
3+	2882	69138	689101	288660	56046	295257	156897	32780	88195	113426	207455	320296	128988

Tabla 32
Biomasa parental por grupo de edad (t) en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.

G.EDAD	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	117243	73742	151376	339800	170421	174075	304477	452463	617163	566861	174539	151925	69689
1	884737	856805	430560	1003061	1425349	751054	1129224	2234595	1786053	3929396	2351272	1160578	988026
2	49308	473068	662291	122544	462077	549840	165689	363939	437030	540432	1042231	689694	278171
3	1566	28172	178172	49565	12145	73199	32309	7800	22743	31817	48143	68292	27439
4	16	527	4724	4631	470	251	1740	434	279	1093	1703	1293	1037
0+	1052871	1432315	1427123	1519601	2090463	1548418	1633639	3059231	2863268	5069598	3617888	2071783	1364362
1+	935628	1358572	1275747	1179802	1920041	1374343	1329162	2606768	2246104	4502737	3443349	1918857	1294673
2+	50890	501767	845187	176741	494692	623290	199938	372172	460052	573341	1092077	759279	306647
3+	1582	28699	182896	54197	12615	73449	34048	8234	23022	32910	49846	69585	28476

Tabla 33
Mortalidad por pesca por grupo de edad (1/año) en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.

G.EDAD	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	0,0020	0,0228	0,0000	0,0057	0,0150	0,0191	0,0070	0,0004	0,0020	0,0411	0,0257	0,0599	0,0224
1	0,0134	0,0674	0,5567	0,0044	0,2988	0,4992	0,1556	0,0621	0,3340	0,1078	0,1957	0,2716	0,2229
2	0,0689	0,1403	1,0302	1,1649	0,7689	1,6421	2,0995	1,8064	1,9395	1,2987	1,7403	2,2957	2,2860
3	0,0596	0,5334	2,3566	4,1480	3,1570	2,6611	3,4133	2,6150	2,4336	1,9570	2,8303	3,3519	3,4064
4	0,0596	0,5334	2,3566	4,1480	3,1570	2,6611	3,4133	2,6150	2,4336	1,9570	2,8303	3,3519	3,4064
0+	0,0055	0,0609	0,2817	0,0718	0,2011	0,2875	0,1140	0,1090	0,1512	0,1245	0,4223	0,5890	0,4363
1+	0,0154	0,0898	0,9961	0,3321	0,3988	1,0012	0,4651	0,3910	0,7148	0,2720	0,7115	1,2514	0,8261
2+	0,0688	0,1540	1,3516	2,3196	0,8424	1,7650	2,3124	1,8231	1,9583	1,3363	1,7878	2,3911	2,3942
3+	0,0596	0,5334	2,3566	4,1480	3,1570	2,6611	3,4133	2,6150	2,4336	1,9570	2,8303	3,3519	3,4064

Tabla 34
Tasa de explotación por grupo de edad en el stock de anchoveta sur del Perú - norte de Chile.

G.EDAD	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
0	0,0013	0,0143	0,0000	0,0036	0,0094	0,0120	0,0044	0,0003	0,0013	0,0255	0,0161	0,0369	0,0140
1	0,0084	0,0414	0,2822	0,0028	0,1673	0,2586	0,0923	0,0383	0,1844	0,0652	0,1142	0,1537	0,1286
2	0,0423	0,0837	0,4408	0,4763	0,3599	0,5773	0,6468	0,6048	0,6249	0,5083	0,5941	0,6708	0,6697
3	0,0368	0,2728	0,6776	0,8011	0,7476	0,7082	0,7640	0,7039	0,6859	0,6274	0,7229	0,7603	0,7636
4	0,0368	0,2728	0,6776	0,8011	0,7476	0,7082	0,7640	0,7039	0,6859	0,6274	0,7229	0,7603	0,7636
0+	0,0035	0,0375	0,1588	0,0441	0,1170	0,1617	0,0687	0,0659	0,0898	0,0747	0,2253	0,2950	0,2315
1+	0,0097	0,0547	0,4312	0,1835	0,2147	0,4327	0,2441	0,2112	0,3418	0,1539	0,3406	0,4973	0,3795
2+	0,0422	0,0913	0,5200	0,6735	0,3848	0,5981	0,6727	0,6074	0,6276	0,5167	0,6018	0,6814	0,6817
3+	0,0368	0,2728	0,6776	0,8011	0,7476	0,7082	0,7640	0,7039	0,6859	0,6274	0,7229	0,7603	0,7636

Tabla 35
*Patrón de explotación del stock de anchoveta
 del sur del Perú - norte de Chile.*

G.EDAD	1996	Promedio
0	0,007	0,011
1	0,065	0,106
2	0,671	0,582
3	1,000	1,000
4	1,000	1,000

Tabla 36
 Indicadores de desempeño de las políticas de explotación
 constante de sardina.

PBR	F	Y PROM	B PROM	Fr BD<BD90	Fr BD>BDcr
F0,1	1,05	487047	3580931	10	0
F40%BDR	2,83	6060632	3062942	20	9
F2/3BDR	0,72	427470	3764662	5	0

Tabla 37

Cuadro resumen de índices de desempeño, del modelo de proyección del stock de anchoveta con diferentes estrategias de explotación constante, sin variables ambientales.

INDICE DE DESEMPEÑO	F 2/3	F=M	F=F0.1	Fmed	F1/3
1) Captura promedio	1146655	1271978	1558454	1898679	1998093
2) Coef. variación de la captura	8,1	8,4	9,8	12,6	14,4
3) Biomasa promedio	10133424	9941217	9407735	8451937	7984144
4) Coef. variación de la biomasa	2,6	2,2	1,2	2,7	4,5
5) Reclutamiento promedio	4959676	4943844	4877498	4679291	4547351
6) Coef. variación del reclutamiento	0,6	0,6	0,5	1,6	2,7
7) Biomasa desovante (SSB) promedio	2987320	2895710	2651446	2249256	2068018
8) Coef. variación biomasa desovante	4,1	3,5	2,1	4,1	6,6

Tabla 38

Cuadro resumen de índices de desempeño, del modelo de proyección del stock de anchoveta con diferentes estrategias de explotación constante, con variables ambientales.

INDICE DE DESEMPEÑO	F 2/3	F=M	F=F0.1	Fmed	F1/3
1) Captura promedio	1130086	1265283	1596594	2075918	2264461
2) Coef. variación de la captura	31,6	31,6	31,5	31,7	32,5
3) Biomasa promedio	10240625	10144539	9888242	9456564	9246822
4) Coef. variación de la biomasa	31,8	32,0	32,4	32,8	33,1
5) Reclutamiento promedio	5080467	5113618	5196110	5306070	5338048
6) Coef. variación del reclutamiento	55,3	54,8	53,5	51,8	51,4
7) Biomasa desovante (SSB) promedio	2988405	2924266	2755831	2485084	2363115
8) Coef. variación biomasa desovante	34,3	34,6	35,1	35,8	36,4



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXOS



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 1

Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las
las embarcaciones en la pesquería de sardina española
(III-IV Región) entre 1994-96.



Anexo 1. Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones en la pesquería de sardina española (III-IV Región) entre 1994-96.

Categoría Nº 1.

CB (m3)	110	200	140	160	270	303	350
CPUE (t/VP)	25,55	37,30	40,28	53,51	62,21	79,31	85,11
LSR-(x_i-x_j)	<p>-----> 27,68</p> <p>-----> 32,03</p> <p>-----> 29,32</p> <p>-----> 32,28</p> <p>-----> 5,94</p> <p>-----> - 1,02</p>						

Categoría Nº 2.

CB (m3)	350	303	270	300	290	400	330	450	550
CPUE (t/VP)	85,11	85,31	86,01	86,33	86,70	88,67	95,93	114,43	136,71
LSR-(x_i-x_j)	<p>-----> 25,40</p> <p>-----> 27,05</p> <p>-----> 28,87</p> <p>-----> 61,89</p> <p>-----> 44,36</p> <p>-----> 63,27</p> <p>-----> 14,12</p> <p>-----> - 2,91</p>								

Categoría Nº 3.

CB (m3)	550	450	625	640	490	535
CPUE (t/VP)	136,71	137,42	138,01	138,95	142,25	145,90
LSR-(x_i-x_j)	<p>-----> 11,09</p> <p>-----> 36,68</p> <p>-----> 40,39</p> <p>-----> 73,84</p> <p>-----> 86,10</p>					

- CPUE = captura por unidad de esfuerzo (t/VP).
 - LSR = varianza promedio ponderada.
 - (x_i-x_j) = diferencia de los rendimientos promedios de la CB.
 - LSR (x_i-x_j) = estadístico del test.
 - Ho : conforman una misma categoría de embarcaciones.
 - H1 : conforman distintas categorías de embarcaciones.
- Se acepta Ho si el valor del estadístico del test > 0.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 2

Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Anexo 2. Diagrama del test de Newmann-Keuls para la categorización de las embarcaciones en la pesquería de anchoveta (III-IV Región) entre 1994-96.

Categoría N° 1.

CB (m3)	100	80	140	160	110	200	180	300
CPUE (t/VP)	19,32	35,27	44,55	46,50	57,61	77,27	80,08	101,10
LSR-(x_i-x_r)		-----> 121,58	-----> 35,69	-----> 93,23	-----> 89,72	-----> 35,73	-----> 77,09	-----> - 6,96

Categoría N° 2.

CB (m3)	300	270	220	303	275	290	350
CPUE (t/VP)	101,10	101,64	102,20	102,25	103,33	112,45	182,06
LSR-(x_i-x_r)		-----> 59,89	-----> 161,02	-----> 65,39	-----> 152,88	-----> 61,89	-----> - 5,41

Categoría N° 3.

CB (m3)	350	290	400	450	550
CPUE (t/VP)	182,06	185,45	188,88	240,77	244,65
LSR-(x_i-x_r)		-----> 17,79	-----> 64,47	-----> 19,19	-----> - 1,90

- CPUE = captura por unidad de esfuerzo (t/VP).
 LSR = varianza promedio ponderada.
 (x_i-x_r) = diferencia de los rendimientos promedios de la CB.
 LSR (x_i-x_r) = estadístico del test.
 Ho : conforman una misma categoría de embarcaciones.
 H1 : conforman distintas categorías de embarcaciones.
 Se acepta Ho si el valor del estadístico del test > 0.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Continuación Anexo 2.

Categoría N° 4.

CB (m3)	550	600	640	625	490
CPUE (t/VP)	244,77	247,81	250,08	251,04	253,14
LSR-(x_i-x_i)	-----> 46,86				
	-----> 58,87				
	-----> 111,74				
	-----> 89,48				



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 3a

Vedas de sardina española aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.



Anexo 3a. Vedas de sardina española aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.

Años	Período	Orientación	Límites que abarca
1995	21 jul - 27 ago	Veda biológica (reproductiva)	I-II-III Región
1996	01 ago - 21 ago	Veda biológica (reproductiva)	19°30'S - límite sur III Región



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 3b

Vedas de anchoveta aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.



Anexo 3b. Vedas de anchoveta aplicadas en la zona de estudio entre 1994-96.

Años	Periodo	Orientación	Límites que abarca
1993-94	29 nov - 13 feb	Veda biológica (reclutamiento)	19°00'S - 21°25'S
1994	06 ene - 13 feb	Modifica área	19°00'S - 26°03'S
1994-95	18 dic - 18 ene	Veda biológica (reclutamiento)	Límite norte República - 22°00'S
1995	03 ene - 02 feb	Veda biológica (reclutamiento)	22°00'S - 26°03'S
	19 ene - 05 feb	Veda biológica (reclutamiento)	Límite norte República - 22°00'S (franja 5 millas)
	13 feb - 05 mar	Veda biológica (reclutamiento)	22°00'S - 26°03'S
	21 jul - 27 ago	Veda biológica (reproductiva)	I - II Región
	27 nov - 27 dic	Veda biológica (reclutamiento)	Límite norte República - 26°03'S
1996	01 ago - 21 ago	Veda biológica (reproductiva)	19°30'S - 26°03'S
1996-97	16 dic - 19 ene	Veda biológica (reclutamiento)	I - II Región



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 4

Evaluación de stock de anchoveta y sardina



Anexo 4. Evaluación de stock de anchoveta y sardina

Resumen

En este Anexo se presenta la evaluación de stock de anchoveta y sardina de la zona norte, a través de modelos globales de producción y análisis secuencial de poblaciones.

La evaluación del stock de la anchoveta indica que la biomasa parental presenta una disminución que proviene de las altas tasas de mortalidad por pesca. Asimismo, en los últimos años el reclutamiento muestra una tendencia a la declinación debido al incremento de la mortalidad por pesca que afecta preferentemente a la biomasa parental (grupo de edad 1+). La situación actual señala que la pesca que realiza la flota industrial ha mermado considerablemente el stock parental reduciéndolo a un nivel inferior a 1/3 de la biomasa máxima, condición que ha provocado disminuciones en el reclutamiento.

Otro aspecto interesante es que el patrón de explotación coincide con la ojiva de madurez; lo que reduce la posibilidad que nuevos reclutas se integren al stock parental. Los resultados de ADAPT muestran que el nivel actual de explotación supera la estrategia de explotación $F_{0.1}$. Por otra parte, la política actual de explotación presenta niveles de mortalidad por pesca altos que no son factibles de sustentar. De ser efectiva la notable disminución del stock parental por sobrepesca, se deben recomendar medidas de administración tendientes a proteger a un stock desovante mínimo.

MATERIALES Y METODOS

1. Evaluación de stock (Modelos globales de producción)

La evaluación de stock de anchoveta y sardina española, se efectuó mediante modelos globales de producción (Schaefer 1957; Schnute 1977), descartándose la aplicación de los modelo de Pella y Tomlimson (1979), y Walters y Hilborn (1976). Estos modelos presentan



restricciones en ciertos parámetros particularmente para especies de vida corta (anchoveta) y generan problemas de interpretación de los sesgos que se producen en los excedentes de producción. Los resultados del modelo de producción (máximo rendimiento sostenido MYS y esfuerzo óptimo EMYS), se utilizarán como valores de diagnóstico del recurso.

El modelo de Schaefer (1954), fue basado en los primeros trabajos de Graham (1935) y es el siguiente:

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{k} \right) - C$$

- r = tasa instantánea de crecimiento poblacional.
- k = tamaño del stock en equilibrio.
- C = captura medida como una tasa (toneladas por unidad de tiempo).

$$C = q * EB$$

- B = biomasa del stock.
- q = coeficiente de capturabilidad; efectividad de cada unidad de esfuerzo pesquero.
- E = esfuerzo de pesca.

El modelo considera que la CPUE (U) es un índice proporcional a la abundancia del stock. Respecto a los parámetros de interés del modelo de Schaefer que son utilizados en manejo pesquero, éstos son los siguientes:

Máximo rendimiento sostenido $MSY = r^2/4$

Máximo rendimiento sostenido	MSY	=	r
Tamaño del stock para MSY	S_{MSY}	=	k/2
Tasa de explotación en MSY	F_{opt}	=	r/2
Máxima tasa de explotación	F_{max}	=	r
Esfuerzo en la máxima tasa de explotación.....	E_{max}	=	r/q



La principal característica de este modelo, es la relación simétrica entre el excedente de producción y la biomasa. El excedente de producción es cero cuando la biomasa es cero y también cuando la población alcanza su capacidad de carga K . El excedente de producción es maximizado a biomasa de $k/2$. Si el stock no es capturado y parte a un nivel de biomasa mayor que cero, entonces la biomasa del stock crecerá o decrecerá hasta lograr una biomasa de equilibrio K . Si la biomasa inicial es muy cercana a cero y no existe pesca, entonces la población crece de manera exponencial rB .

Este modelo global de producción puede ser analizado de manera dinámica, para lo cual se debe resolver un sistema de ecuaciones diferenciales.

$$\frac{dB}{dt} = rB \left(1 - \frac{B}{k}\right) - C \quad \text{donde } C = f_1(q, E, S)$$

$$\frac{dE}{dt} = f_2(q, E, S)$$

donde $f_2(q, E, S)$ implica que la variación en el tiempo del esfuerzo es una función del coeficiente de capturabilidad, el esfuerzo pesquero y el tamaño del stock; esta función incluso puede incorporar alguna variación ambiental. La forma de la ecuación depende de la especie.

Existen extensiones del modelo de Schaefer, como la de Pella y Tomlimson (1969):

$$\frac{dB}{dt} = rB - \frac{r}{k} B^m - C$$

Si $m=2$ el modelo es idéntico al de Schaefer. El parámetro m genera curvas de excedentes de producción no simétricas en relación al tamaño del stock. Es decir si $m < 2$



entonces la relación de producción es sesgada hacia la izquierda y si $m > 2$ entonces es sesgada hacia la derecha.

La aproximación de Pella y Tomlimson (1969) es un enfoque teórico interesante pero debe ser utilizada con gran cuidado en la evaluación de stock, siendo poco recomendable (Hilborn y Walters, 1992).

Walters y Hilborn (1976) usaron una ecuación de diferencia del modelo de Schaefer:

$$B_{t+1} = B_t + r \cdot B_t \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - C_t$$

B_t = biomasa a tiempo t , r y k tienen el mismo significado que en el modelo de Schaefer.

C_t = captura en el tiempo t .

donde:

$$C_t = q \cdot B_t \cdot E_t$$

q = coeficiente de capturabilidad.

E_t = esfuerzo pesquero en el año t .

Ambos modelos se comportan idénticos a valores de r y qE . Sin embargo, si las cantidades de $qE_t > 1$ el modelo predice capturas superiores a la biomasa del stock. También presenta una conducta caótica a niveles mayores de r ; lo anterior restringe su utilidad en stock de peces que presenten estas características (i.e. anchoveta).

El método de Schnute (1977) muestra que el modelo de Schaefer puede ser transformado en la siguiente ecuación dinámica:

$$\log\left(\frac{U_{t+1}}{U_t}\right) = r - \frac{r}{kq} \left(\frac{U_{t+1} - U_t}{2}\right) - q \left(\frac{E_{t+1} + E_t}{2}\right)$$



Esta expresión se obtiene integrando el modelo de Schaefer a través del tiempo en pasos de 1 año. Esta es una forma de regresión lineal y puede ser usada para estimar los parámetros del modelo de Schaefer sin hacer supuestos de equilibrio.

La mecánica de estimación es análoga a la estimación de regresión múltiple. La variable dependiente del método de Schnute es un índice del cambio relativo de la población, mientras que las variables independientes representan la abundancia promedio relativa y la intensidad de pesca a través del año.

El procedimiento de estimación es el siguiente:

$$B_{t+1} = B_t + r \cdot B_t \left(1 - \frac{B_t}{k}\right) - q \cdot E_t \cdot B_t$$

$$B_t = \frac{U_t}{q} \quad \text{donde } U_t = \frac{C}{E} = qB$$

Sustituyendo B_t por U_t en la primera ecuación se tiene:

$$\frac{U_{t+1}}{q} = \frac{U_t}{q} + r \cdot \frac{U_t}{q} \left(1 - \frac{U_t}{kq}\right) - U_t \cdot E_t$$

Reordenando se obtiene:

$$\frac{U_{t+1}}{U_t} - 1 = r - \frac{r}{kq} \cdot U_t \cdot qE_t$$

Esta ecuación tiene la ventaja de que pueden estimarse sus parámetros de manera equivalente a una regresión lineal múltiple de la forma:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2$$



- Y = variable dependiente.
X₁ y X₂ = variables independientes U_t y E_t.
b₀, b₁ y b₂ = parámetros de la regresión r, $\frac{-r}{kq}$ y -q.

2. Ajuste del modelo de Schaefer mediante el método de series de tiempo con error de observación

La idea básica de este método es tomar un valor inicial del tamaño del stock B₀ al comienzo de la serie de datos disponibles; entonces se utiliza el modelo de Schaefer para predecir la serie de tiempo total.

Los parámetros del modelo se ajustan para obtener la mínima diferencia entre las serie de tiempo observadas y estimadas, éstas pueden ser de abundancia relativa o de capturas. En la mayoría de los casos el procedimiento implica estimar los parámetros del modelo de Schaefer r, k y q más un parámetro adicional que es la Biomasa inicial B₀.

Se necesitan técnicas de estimación de parámetros no lineales para encontrar el mejor ajuste de las biomazas predichas, dado las capturas observadas. El ajuste normal considera la minimización de las desviaciones al cuadrado entre las CPUE observadas y esperadas.

Usando el modelo de Schaefer en forma discreta se obtiene:

$$\hat{B}_t = \hat{B}_{t-1} + r \cdot \hat{B}_{t-1} \left(1 - \frac{\hat{B}_{t-1}}{k} \right) - C_{t-1}$$

$$\hat{U}_t = q \cdot \hat{B}_t$$

$$E = \left(U_t - \hat{U}_t \right)^2$$



C y U_t = datos observados.

B_0 = parámetro que debe estimarse.

Otra aproximación alternativa es predecir la captura, puesto que se conocen los niveles de esfuerzo y las biomásas, de esta manera:

$$C = \hat{B}_t \cdot q \cdot \hat{E}_t$$

Entonces se minimiza la diferencia entre las capturas observadas y las capturas esperadas. También se puede minimizar los logaritmos de las desviaciones de las predicciones de capturas o índices de abundancia. En la práctica se estima el primer valor de la serie como $B_1 = C_1 / E_1 \cdot q$, de manera que se intenta ajustar sólo tres parámetros r , k y q (Hilborn y Walter, 1992). Este método se implementó en planillas de cálculo EXCEL para la estimación de los parámetros del modelo de Schaefer.

Además de los modelos descritos, se aplicarán modelos estructurados por edades particularmente, el Análisis Secuencial de Poblaciones que han sido utilizados por Barría (1996) en anchoveta y sardina española. En esta ocasión para la calibración del ASP se usará el modelo ADAPT (Mohn y Cook, 1992). Estos métodos se encuentran descritos en la literatura por Nygard y Lassen (1996) y Megrey (1989).

La principal ventaja de los modelos de evaluación de stock, sobre las otras aproximaciones más tradicionales (Schaefer 1957; Fox 1970; Pella y Tomlimson, 1969) o modelo del pool dinámico de Beverton y Holt (1957) es que se pueden aplicar sin tener un conocimiento acabado del esfuerzo de pesca efectivo, la capturabilidad o selectividad del arte de pesca. Estos modelos no presentan los problemas asociados con el uso de la CPUE como índice de abundancia relativo de la población. Actualmente los métodos de evaluación de stock estructurados por edades son la principal herramienta de investigación usada por los científicos pesqueros, para evaluar el estado de los stocks de peces explotados (Megrey, 1989).



Para la aplicación de estos modelos se utilizará en la calibración, información de esfuerzo estandarizado para ser correlacionado con la mortalidad por pesca de las edades completamente reclutadas.

3. Modelo de Análisis Secuencial de Población (sardina)

Para evaluar el stock de sardina se consideró el método ADAPT, abreviatura que en inglés significa "adaptive framework". Este método considera un procedimiento para evaluar la discrepancia entre observaciones de variables y los valores, de estas variables, que son predichos por el modelo de evaluación. La variable considerada es la CPUE. De esta manera se construye una función objetivo, que considerando la técnica estadística de los mínimos cuadrados, minimiza las diferencias entre ambas variables, es decir, minimiza la suma de cuadrados residuales totales:

$$\text{Min}_{\Pi, \Omega} \left[\sum_i W_i (\ln O_i - \ln f(\Pi, \Omega))^2 \right]$$

- P = es la matriz de abundancia de la población.
- O_i = variable observada del índice i ,
- W_i = ponderador de la variable observada (generalmente es el inverso del error estándar de la variable observada).
- Ω = parámetros o coeficientes de calibración requeridos para calibrar el ASP.



Se optó por el escenario **B** según Gavaris (1988), el cual supone que toda la incertidumbre en el conocimiento del stock proviene del error de observación de los índices de abundancia. La incertidumbre en las estimaciones del tamaño del stock deriva de una amplia gama de errores en el muestreo y en la estructura del modelo, que van desde errores aleatorios en el muestreo de las capturas y de los índices de abundancia, hasta la alta variabilidad en el proceso de reclutamiento de las clases anuales. Sin embargo, lejos la causa más importante del sesgo y la variación en la estimación del tamaño del stock es la información proveniente del sistema de seguimiento de la abundancia relativa, particularmente cuando ésta se basa en el cálculo de la CPUE a partir de las bitácoras de la pesca comercial (Walters y Pearse, 1996).

En cuanto a la especificación del modelo de evaluación, se aplicó un modelo de ADAPT asumiendo capturabilidad variable. Esto se sustenta por evaluaciones anteriores (GTE94, 1994) mediante VPA, en las cuales se detectó que la capturabilidad es dependiente del tamaño del stock. Para este efecto suele proponerse una relación potencial que resulta de suponer una capturabilidad inversamente proporcional a una potencia de la abundancia. En efecto, si:

$$\hat{U}_u = q_u \bar{N}_u \quad y,$$

$$q_u = q(\bar{N}_u) = \alpha_i \bar{N}_u^{-\beta},$$

Sustituyendo esta expresión en la anterior se obtiene:

$$\hat{U} = \alpha_i \bar{N}_u^{1-\beta},$$



En este caso, es razonable suponer que la CPUE anual es proporcional a la abundancia media del stock vulnerable del mismo período. Por lo tanto, la predicción de la CPUE se obtiene mediante la ecuación:

$$\hat{U}_t = q\bar{N}_t^v$$

$$\bar{N}_t^v = \sum_{i=2}^{11} r_{it} \bar{N}_{it}$$

El patrón de explotación r representa la vulnerabilidad o disponibilidad relativa de cada edad respecto de las edades completamente reclutadas y se obtiene como un razón de tasas de mortalidades por pesca:

$$r_{it} = \frac{F_{it}}{F_t}$$

F_t = mortalidad por pesca máxima.

La suma de cuadrados de acuerdo con Zuleta (1997) resulta ser:

$$\sum_{i=2}^9 \sum_{t=74}^{96} \frac{1}{U^2 S_{it}^2} \left(u_{it} - \left(\frac{\sum_{t=74}^{96} u_{it} \bar{n}_{it}}{\sum_{t=74}^{96} \bar{n}_{it}^2} \right) \bar{n}_{it} \right)^2$$

donde:

$$u_{it} = \ln U_{it} - \overline{\ln U}_{i..} \quad \text{y}$$

$$\bar{n}_{it} = \ln \bar{N}_{it} - \overline{\ln \bar{N}}_i$$



Por otra parte:

$$\gamma = \frac{\sum_{i=74}^{96} u_i \bar{n}_i}{\sum_{i=74}^{96} \bar{n}_i^2}$$

y,

$$\gamma = 1 - \beta$$

Otro aspecto considerado fue la conveniencia de estimar separadamente las mortalidades por pesca terminales por edad del año más reciente de la serie. El reclutamiento parcial detectado entre los 2 y 6 años de edad sugiere que los índices de CPUE para estas edades no son confiables. Por tal razón, se prefirió suponer un patrón de explotación histórico (1985-1995) y obtener las mortalidades por pesca terminales mediante:

$$F_x = r_x F$$

La matriz de abundancia se obtuvo usando la ecuación de Pope (1972):

$$N_i = N_{i+1} e^{M} + C_i e^{\frac{M}{2}}$$

Cuando se parte con las F terminales del año más reciente, el retrocálculo a partir de ese año no puede comenzar inmediatamente aplicando la ecuación de Pope. Primero, se debe calcular la abundancia por edades a comienzo del año mediante la ecuación de captura, tal como se hace normalmente en el Análisis de Cohortes cuando la pesca se considera completa a la edad.

$$N_{i,96} = \frac{C_{i,96}(F_{i,96} + M)}{F_{i,96}(1 - e^{-F_{i,96} - M})} \quad i = 2, \dots, 9$$



En ambas situaciones, para las cohortes de los años anteriores, el retrocálculo sólo puede comenzar una vez que se calcula la abundancia de la edad más vieja o terminal:

$$N_{v,t} = \frac{C_{v,t}(F_{v,t} + M)}{F_{v,t}(1 - e^{-F_{v,t} - M})} \quad t = 74, \dots, 95$$

donde las **F** terminales se obtienen endógenamente mediante:

$$F_{v,t} = \ln \left(\frac{\sum_{i=n}^{v-1} N_{i,t}}{\sum_{i=n+1}^{v-1} N_{i,t+1}} \right) - M \quad t = 74, \dots, 95$$

Los datos de entrada para la evaluación de stock son los siguientes:

- **Matriz de captura:** contiene el número de ejemplares por grupo de edad en la captura; comprende desde la edad 2 hasta la edad 9.
- **Matriz de pesos medios, $w_{i,t}$:** los pesos medios por grupo de edad se calculan convirtiendo el tamaño promedio por grupo de edad por medio de la relación longitud-peso y considerando la corrección de Pienaar y Ricker (1968).

Los pesos así calculados corresponden a estimaciones para el punto medio del período anual. Esto se sustenta porque la longitud media por grupo de edad se calcula en base a todos los individuos de la edad en la matriz de captura del año. Además, la relación longitud-peso se calcula con la muestra acumulada para el año. Consecuentemente, es necesario calcular los pesos medios por grupo de edad para el comienzo del año. Para este efecto se considera el siguiente algoritmo:



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

$$w_{i,t} = (\bar{w}_{(i-1,t-1)} * \bar{w}_{(i,t)})^{(1-2)}$$

- $w_{(i,t)}$ = peso medio de la edad i , en el año t , al comienzo del año.
 $w_{med(i-1,t-1)}$ = peso medio de la edad anterior y a mitad del año.
 $w_{med(i,t)}$ = peso medio de la edad y a mitad del año t .

Para el primer año de la serie y la edad menor (edad 2 en este caso), $w_{(i,t)}$ se aproxima por la siguiente relación:

$$w_{i,t} = \bar{w}_{(i,t)}^{-2} / w_{(i+1,t+1)}$$

Y para el último año más 1 y la edad más vieja de la matriz más 1, los pesos son estimados aproximados usando la ecuación:

$$w_{(i+1,t+1)} = \bar{w}_{(i,t)}^{-2} / w(i,t)$$

- **Mortalidad natural, M.** Se consideró el valor de 0,3.
- **Captura por unidad de esfuerzo, CPUE.** Como se indicó anteriormente, la CPUE se utiliza como índice de abundancia para calibrar ADAPT.

4. Modelo de Análisis Secuencial de Población (anchoveta)

La evaluación de stock de anchoveta se efectuó mediante el método ASP que utiliza la siguiente información de entrada:

- Matriz de captura a las edades específicas.
- Matriz de pesos promedio a las edades específicas.
- Mortalidad natural.
- Mortalidad por pesca para el grupo de edad más viejo presente en la pesquería.
- Vector de mortalidad por pesca, para los grupos de edad del último año de la serie considerada.



Cabe mencionar que este método ha sido aplicado en la pesquería de anchoveta de la zona norte de Chile (Barría, 1996). En este proyecto, se utilizará el método de calibración ADAPT, para el ASP el cual requiere de series de CPUE.

Es decir, con esta evaluación de stock se pretende obtener información sobre los procesos poblacionales (reclutamiento, crecimiento somático, mortalidad natural y efectos de la pesca) que generan las variaciones en los niveles de abundancia en el stock de anchoveta.

Los datos de la anchoveta provienen del programa de "Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales" y del "Seguimiento de las pesquerías pelágicas" que mantiene IFOP y fueron obtenidos del muestreo del desembarque de la flota cerquera pelágica con base en los puertos de Arica, Iquique, Tocopilla y Mejillones. Las matrices de capturas y pesos cubre el rango de edades entre 0 a 4 años en anchoveta del período 1984-1996. Existe para este recurso un índice de abundancia disponible, que es la captura por unidad de esfuerzo de la flota cerquera industrial.

El índice de CPUE comprende el período 1980-1996, de manera equivalente a la matriz de capturas y está expresado en toneladas de captura por viajes con pesca estándar, para la anchoveta.

El ADAPT no es un modelo; es una integración del ASP con un procedimiento de búsqueda por mínimos cuadrados no lineales para estimar los parámetros de cuyo modelo se basa el ASP. Es un esquema versátil que puede "adaptarse" a cualquier formulación de modelo. En su formulación general, ADAPT, evalúa las discrepancias entre conjuntos de observaciones sobre ciertas variables (por ejemplo, CPUE de la flota comercial, índices de abundancia de cruceros de prospección acústica, de huevos y larvas, etc.) y las predicciones de esas variables en base a los resultados del ASP y ciertos parámetros que intervienen en la calibración de las predicciones. Estas discrepancias, llamadas también residuales, son usadas para construir una función



objetivo mediante la cual es posible encontrar la mejor estimación de la matriz de abundancia y parámetros del ASP, según el criterio de minimizar la suma de cuadrados residuales totales. Es decir:

$$\text{Min}_{\Pi, \Omega} \left\{ \sum_i W_i (\ln O_i - \ln f(\Pi, \Omega))^2 \right\}$$

Ec. 1

- Π = matriz de abundancia de la población.
 O_i = variable observada del índice i .
 W_i : = un ponderador de la variable observada normalmente representado por una medida de su precisión (por ejemplo el inverso de su error estándar),
 Ω = otros parámetros requeridos para calibrar el ASP (denominados comúnmente coeficientes de calibración).

Al aplicar el esquema general a los datos de anchoveta, aún restringiéndose sólo a índices de CPUE, existen varias opciones de formular el análisis. En este proyecto se aplicó el escenario B descrito por Gavaris (1980). Este supone que las capturas están medidas sin error. Dado que sólo las CPUE están sujetas a error, la ecuación 2 contiene únicamente los residuales de la CPUE ponderado por su error estándar.

$$\sum_{i=0}^4 \sum_{t=90}^{96} \frac{1}{S_{it}^2} (\ln U_{it} - \ln \hat{U}_{it})^2$$

Ec. 2

Consistentemente con el supuesto de capturas medidas sin error o con un error despreciable, la matriz de abundancias se puede obtener usando la ecuación de Pope (1972).

$$N_{it} = N_{i+1,t+1} e^{-M} + C_{it} e^{-\frac{M}{2}}$$

Ec. 3



La matriz de parámetros Π estimables directamente se reduce a $[F_{i,96}]$ ($i=0, \dots, 4$) o $[N_{i,97}]$ ($i=0, \dots, 4$). Cuando se parte con las F terminales del año más reciente, el retrocálculo a partir de ese año no puede comenzar inmediatamente aplicando la ecuación 3. Primero, se debe calcular la abundancia por edades a comienzo del año mediante la ecuación de captura, tal como se hace normalmente en el Análisis de Cohortes cuando la pesca se considera completa a la edad.

$$N_{i,96} = \frac{C_{i,96}(F_{i,96} + M)}{F_{i,96}(1 - e^{-F_{i,96} - M})} \quad i = 0, \dots, 4$$

Ec.4

En cambio, cuando el proceso se inicia con las abundancias a fines del año más reciente, el retrocálculo de las cohortes presentes ese año puede comenzar inmediatamente con la ecuación 3. En ambas situaciones, para las cohortes de los años anteriores, el retrocálculo sólo puede comenzar una vez que se calcula la abundancia de la edad más vieja o terminal,

$$N_{4,t} = \frac{C_{4,t}(F_{4,t} + M)}{F_{4,t}(1 - e^{-F_{4,t} - M})} \quad t = 90, \dots, 96$$

Ec. 5

donde las F terminales se obtienen endógenamente mediante:

$$F_{4,t} = \ln \left(\frac{\sum_{i=1}^2 N_{i,t}}{\sum_{i=2}^3 N_{i,t+1}} \right) - M \quad t = 90, \dots, 96$$

Ec. 6



Esta manera de hacerlo evidentemente no es la única. También las **F** o **N** terminales de las edades más viejas se pueden calcular por otros métodos, por ejemplo mediante ASP separable, y asumir los parámetros conocidos.

Los coeficientes de calibración q_i son parámetros auxiliares que estorban y no tienen importancia directa para la evaluación de stock¹. Por esa razón, es preferible estimarlos analíticamente por mínimos cuadrados y luego sustituirlos en la suma de cuadrados de la ecuación 2. Al hacer esto la ecuación 2 se transforma en:

$$\sum_{i=0}^4 \sum_{t=90}^{96} \frac{1}{U_i S_{it}^2} \left(\ln U_{it} - \overline{\ln U_i} + \overline{\ln N_i} - \ln \overline{N_{it}} \right)^2$$

Ec. 7

donde $\overline{\ln U_i}$ y $\overline{\ln N_i}$ son los promedios del logaritmo natural de la CPUE y la abundancia media a la edad, respectivamente.

Es decir, con los modelos estructurados por edades se obtuvieron antecedentes en ambos stock sobre los procesos poblacionales (reclutamiento, crecimiento somático, mortalidad por pesca y mortalidad natural) que generan las variaciones en los niveles de abundancia. Sin embargo, con las estimaciones de mortalidad por pesca se pueden obtener los niveles de desempeño de la actividad extractiva en forma retrospectiva pero no futura. Para revertir esta situación, se debe utilizar la evaluación de stock como estimador de la composición de edades del stock para un año inicial y dado un escenario ambiental del stock se evaluó el desempeño de la actividad extractiva.

En tal sentido, se aplicó un modelo de proyección con el propósito de medir diferentes estrategias de explotación y a su vez incorporar variables ambientales que inciden en la dinámica poblacional de anchoveta y sardina española.

¹ En la terminología técnica se les denomina en inglés "nuisance parameters".



RESULTADOS Y ANALISIS

1. Modelos globales de producción

Para la estimación de modelos globales de producción, se utilizó la información de indicadores de la pesquería industrial de anchoveta y sardina (Tabla 25).

En el caso de la anchoveta se utilizó la información del período 1985-1996; y en sardina las series de 1980-1996. La anchoveta en 1983 y 1984 no registró capturas debido a los efectos del fenómeno El Niño 1982-1983, año en que virtualmente desapareció del área de la pesquería.

Respecto al stock de sardina española en el Norte de Chile en el período 1980-1983 las capturas tuvieron un incremento desde 1,5 a 2,5 millones de toneladas. En el período 1983-1986, se obtuvieron las mayores capturas en la historia de esta pesquería y superaron los 2,2 millones de toneladas (Fig 23A). Sin embargo desde 1987 hasta 1996, las capturas de sardina descendieron en forma sostenida produciéndose el colapso del stock de esta especie. Cabe mencionar que el esfuerzo de pesca, medido como VCP_e (viajes con pesca estandarizados), y la captura presenta una relación lineal en ambos recursos.

La pesquería de anchoveta en el período 1980-1985 presenta pulsos erráticos de captura, debido a que se encontraba en colapso y predominaban las capturas de sardina (Fig. 23A). Sin embargo, en 1985 se incrementó el esfuerzo de pesca y por primera vez la pesquería estuvo sometida a un control del esfuerzo pesquero. Durante 1987, las capturas disminuyeron nuevamente debido a anomalías oceanográficas y la orientación del esfuerzo de pesca hacia la sardina. En el período 1988-1996 a medida que descendían las capturas de la sardina, aumentaba el predominio de anchoveta, el esfuerzo pesquero se orientó hacia esta última especie.

Referente a la sardina, podemos indicar que el método de Schnute que transforma la ecuación dinámica en forma de una regresión lineal, sin hacer supuestos de equilibrio



generó un coeficiente de capturabilidad negativo. Por este motivo se ajustó el modelo de Schaefer mediante el método de serie de tiempo con error de observación. Sus resultados se presentan en la tabla 26.

El modelo de Schaefer generó una tasa instantánea de crecimiento poblacional $r = 1,8$; el tamaño del stock en condiciones de equilibrio $K = 16$ millones de toneladas y un coeficiente de capturabilidad $q = 4,56 \cdot 10^{-6}$.

El máximo rendimiento sostenido (MSY) se estimó en 7,3 millones y el tamaño del stock que da cuenta del MSY se estimó en 8 millones de toneladas, con una tasa de mortalidad $F_{\text{opt}} = 0,91$ (año^{-1}). La tasa de mortalidad máxima de explotación $F_{\text{máx}} = 1,8$, lo cual significa un nivel de esfuerzo máximo $E_{\text{máx}} = 401.272 \text{ VCP}_e$.

Referente a las estimaciones del modelo de Schnute para anchoveta podemos observar que existe una proporcionalidad entre el esfuerzo de pesca y las capturas obtenidas. Los resultados de las estimaciones se entregan en la tabla 26. El modelo de Schnute señala una tasa de crecimiento poblacional para la anchoveta $r = 0,51$; el tamaño del stock en condiciones de equilibrio de 9 millones de toneladas y un coeficiente de capturabilidad $q = 8,2 \cdot 10^{-6}$. El máximo rendimiento sostenido (MSY) = 1,1 millón de toneladas y el tamaño del stock que da cuenta del MSY se estimó en 4,5 millones, con una tasa de mortalidad por pesca de $F = 0,25$ (año^{-1}). La tasa de mortalidad máxima de explotación $F_{\text{máx}} = 0,51$, lo cual significa un nivel de esfuerzo máximo $E_{\text{máx}} = 61.885 \text{ VCP}_e$.

2. Evaluación del stock de sardina española

Los resultados de la evaluación se entregan en el Anexo 4 y 5 y consisten en estimaciones de la abundancia en número, biomasa y mortalidad por pesca edad específica. Cuadros resumen de los resultados se entregan en las tablas 27 y 28.



En la figura 24 se observa la evolución de la abundancia de sardina, medida como biomasa total, biomasa desovante y biomasa de reclutas, desde 1974 hasta 1996. Se aprecia la evolución ya característica de la abundancia de sardina, con su fase de crecimiento hasta 1980, estabilización desde 1980 hasta 1984 y declinación a partir de 1985. Los resultados muestran una fase de recuperación desde 1993 en adelante, resultado que se discutirá más adelante.

Los indicadores de la explotación de la sardina se muestran en la figura 25 y son captura y mortalidad por pesca global. Esta última está ponderada por las abundancias en número. Se observa que la mortalidad por pesca alcanza valores altos (iguales y mayores a 0,3) entre 1983 y 1992, presentando una fuerte disminución en los últimos años. Las capturas también decrecen desde 1985 en adelante.

La disminución de la mortalidad por pesca es consistente con la disminución de las capturas y el aumento de la abundancia, sin embargo no es un resultado creíble. Una explicación frente a la recuperación de la abundancia es el efecto de la sintonización del ADAPT con la CPUE. En la figura 26 se contrasta la biomasa media con la CPUE de la sardina, donde se observa que el índice de abundancia relativa disminuye hasta 1993, manifestando una tendencia nuevamente creciente en los años siguientes. Este cambio de tendencia influye en la estimación por ADAPT en estos años.

Este resultado pone en consecuencia la atención sobre la CPUE, la que es estimada como el cociente de la captura por viajes con pesca estándar. Es sabido que la CPUE es un índice que en peces pelágicos no es un buen indicador de la abundancia. Un reparo es el hecho que el coeficiente de capturabilidad q , que relaciona la CPUE con la abundancia, varía en una relación inversamente proporcional con ella. Este aspecto fue considerado en el algoritmo de ADAPT. Por consiguiente la atención se centra en la pregunta si la CPUE mide realmente la densidad de la sardina.

La pesquería pelágica de la zona norte consiste de una flota cerquera que opera secuencialmente sobre un recurso múltiple. Actualmente la pesquería está dominada por



la anchoveta, recurso hacia el cual se dirige principalmente el esfuerzo de pesca y sólo lo hace hacia otros recursos cuando la anchoveta disminuye y cuando estos otros recursos aparecen con una importancia relativa similar o mayor. En consecuencia la sardina es capturada cuando su disponibilidad aumenta, en términos relativos. Es sabido que las poblaciones de peces pelágicos disminuyen su distribución geográfica relevante y dado que presentan una distribución contagiosa de cardúmenes, también el número de agregaciones de cardúmenes, pero no así la densidad de los peces en los cardúmenes. Por consiguiente cuando se realizan capturas éstas son todavía de buen tamaño y la CPUE medida por viajes con pesca aparece sobreestimando la abundancia relativa del recurso.

De estos resultados se derivan dos conclusiones. La primera, que deriva de la discusión anterior, significa que el cálculo del esfuerzo pesquero en sardina debe ser revisado y la segunda, dice relación con el estado del recurso. Al respecto y considerando la discusión sobre la implicancia de la CPUE en los resultados de ADAPT, no es posible concluir, sobre una base probable, que el recurso sardina se haya recuperado aún parcialmente. Los resultados muestran un nivel de sobreexplotación evidente del recurso hasta 1993. Los resultados de la pesquería en términos de captura no muestran indicios de recuperación del recurso. Esto es particularmente claro para el año en curso, durante el cual en la zona norte se han obtenido sólo 4.000 t de sardina hasta principios de octubre. Esto no obstante que no fue aplicada una veda a la sardina durante el período reproductivo y sí se aplicó sobre la anchoveta, lo que liberó esfuerzo, el cual se habría podido orientar hacia la sardina, si este recurso hubiera presentado una abundancia interesante.

3. Evaluación del stock de anchoveta

Los resultados de la evaluación de stock de anchoveta son estimaciones de abundancia en número, biomasa por grupo de edad, biomasa explotable (al 1º de enero), biomasa parental, mortalidad por pesca, tasa de explotación y patrón de explotación, las cuales se entregan en las tablas 29 a 35 y figuras 27 a 31.



Las estimaciones de abundancia de anchoveta en número (al 1º de enero), presentan una tendencia creciente en el período 1984-1993. Sin embargo, existe un descenso durante el período 1994-1996, debido a un menor reclutamiento y altas tasas de mortalidad (Tablas 31 a 35).

En el período 1984-1993, el reclutamiento también presenta una tendencia general creciente con una racha de clases anuales fuertes que permitieron incrementar la biomasa desovante del stock. Durante 1985 el reclutamiento tuvo su nivel más bajo con 164 billones de ejemplares de anchoveta, no obstante no se alteró el crecimiento del stock. Una característica observada en el período 1984-93, es que la racha del reclutamiento presentó una tendencia ascendente con escasas variaciones. En términos de peso, el reclutamiento de la anchoveta en el período 1984-93 tuvo niveles desde 1,3 millones de toneladas en 1984 hasta 11 millones de toneladas en 1992 (Tabla 32).

Entre el tamaño del stock desovante y los niveles de los reclutamientos, existió una sincronía, lo cual implica que el stock estuvo en crecimiento durante el período 1984-93. No obstante, en los tres últimos años hubo un cambio en su tendencia disminuyendo significativamente (Fig. 31, Tablas 30 y 32). El stock desovante presentó una tendencia ascendente, con niveles que fluctuaron entre 1 millón (en 1984) y 5 millones de toneladas (en 1993) (Tabla 32); sin embargo, dicho stock ha disminuído en el período 1994-1996 registrándose valores promedio de 3 millones de toneladas (Fig. 31).

La biomasa total del stock de anchoveta (al 1º de enero) presenta una tendencia general creciente en el período 1984-93. En 1984, la biomasa fue de 4,0 millones de toneladas y alcanzó su máximo en 1993 con 20 millones de t; no obstante lo anterior, entre 1994-96 el stock se redujo con magnitudes promedio de 8,0 millones de t (Fig. 30 y Tabla 30).

Se destaca que en el stock de anchoveta, el reclutamiento aporta más del 50% de la biomasa total; lo cual caracteriza a esta pesquería por ser altamente dependientemente del reclutamiento (Tabla 30). La biomasa media sigue una tendencia similar a la biomasa total en 1984 se registraron 2,5 millones de t y su valor máximo corresponde a 1993 con



12 millones de t, también existe un descenso entre 1994-96 con un promedio de 4,0 millones de t. Sin embargo, a partir de 1994 se invierten las tendencias de la biomasa media y del desembarque (Fig. 29). Por su parte, la biomasa parental del stock de anchoveta tiene una tendencia creciente, en el cual contribuye el grupo de edad 0 con un 13%; el resto de los grupos de edad aportan en su totalidad al stock desovante (Tabla 32). Esta característica implica que la anchoveta además de ser un desovador parcial, madura entre los 10 y 12 meses, contribuyendo los ejemplares a temprana edad al stock desovante.

Los resultados de la evaluación de stock señalan que la tasa de mortalidad por pesca que el grupo de edad 0 es capturado en pequeña proporción; sin embargo, los grupos de edad parentales aportan más en la captura y tienen una mayor mortalidad por pesca, como el grupo de edad 3 y 4 (Tablas 33 y 34). Por otra parte, al analizar el desembarque con la tasa de mortalidad por pesca del stock (Fig. 28), se advierte en general una alta asociación en el periodo 1984-96.

Otra característica que presenta la matriz de mortalidad por pesca F (Tabla 33), es el aumento de las magnitudes de F , en forma importante, en los grupos de edad 3 y 4, situación que se atribuye a que los cardúmenes que tienen ejemplares de mayor tamaño, están presentes en el área de pesca y son detectados fácilmente por barcos cerqueros.

La tasa de explotación en el stock de anchoveta, indica que los grupos de edad 3 y 4 tienen una mayor mortalidad y fluctúa entre 27 y un 80% (Tabla 34). También es posible apreciar que en el periodo 1993-96 se capturó entre 1,6 a 3,4% de los reclutas. El valor más alto de explotación del stock (29%) se alcanza durante 1995 para la fracción del stock 0+. Dicho año se registró un desembarque de anchoveta de 1,4 millones de t y estuvo constituido mayoritariamente por ejemplares pertenecientes al stock desovante. En términos generales, el stock de anchoveta es explotado entre 0,3 y 29% anual. Los años con mayor nivel de explotación fueron 1994, 1995 y 1996 (Tabla 34).



El patrón de explotación del stock de anchoveta tiene como edad de referencia el grupo de edad 3, los valores relativos de los grupos de edad 0, 1 y 2 son crecientes y en las edades mayores 3 y 4 son explotados intensamente (Tabla 35 y Fig. 27).

En el stock de anchoveta de la zona sur de Perú y norte de Chile, se manifiesta una alta asociación ($r = 0,8$) entre la captura y la mortalidad por pesca; sin embargo, se advierte que este efecto es instantáneo en el período 1984-90 y existen rezagos temporales del efecto de la pesca en el período 1991-96. Una explicación es que los cardúmenes de anchoveta tienen una distribución geográfica costera y batimétricamente no superan los 30 metros de profundidad por lo que son altamente vulnerables a las artes de cerco.

Una característica de la pesquería pelágica de la zona norte, es que el esfuerzo se orienta hacia a las especies de mayor disponibilidad en el área de pesca. La CPUE de anchoveta en el período 1990-96 ha presentado una tendencia general baja. Durante el período 1985-96 la anchoveta ha manifestado altos rendimientos superior a $38,1 \text{ t/VCP}_e$.

La biomasa total del stock de anchoveta presentó una tendencia general creciente en el período 1984-93, debido al aporte simultáneo del stock parental y del reclutamiento. Cabe mencionar que el reclutamiento tiene un aporte superior al 50% en peso y su tasa anual de crecimiento fue superior a la biomasa desovante. Otra característica es la escasa variación que presentó en su tendencia creciente. Sin embargo en el período 1994-96 se advierte un descenso importante de la abundancia de anchoveta.

La tasa de mortalidad por pesca del stock también ha aumentado desde $F = 0,0055$ en 1984 a $F = 0,58$ en 1996. Sin embargo, estos últimos niveles han alterado las magnitudes del reclutamiento y del stock parental.

Los resultados de la evaluación del stock indican que la tasa de mortalidad por pesca en general es superior al valor $F_{0,1} = 2,1$. Esta situación indica que la tasa de explotación sobre el stock parental debe evaluarse, lo cual permitirá conocer la sustentabilidad de la



actividad extractiva y el grado de deterioro de la biomasa desovante, lo cual mantiene al stock con una tendencia declinante.

Respecto al análisis comparativo de los resultados del presente proyecto, con otros de evaluación indirecta que han cuantificado el tamaño del stock parental y el reclutamiento. En general no se puede comparar debido a que utilizan escalas espaciales diferentes. Las evaluaciones indirectas consideran un área de estudio desde 14°00' S hasta 24°00' S, mientras que las evaluaciones directas desde la frontera del Perú hasta los 24° 00' S.

Las evaluaciones directas realizados por el "Método de Producción de Huevos" indican para 1992 una biomasa desovante de anchoveta de 1.053.000 t; en 1995 de 1.223.000 t. En 1996 la biomasa desovante de la anchoveta disminuyó considerablemente registrándose 568.000 t y se mantuvo en 1997 con un nivel similar de 593.000 t.

En general, se puede señalar que las magnitudes de las biomasa de anchoveta obtenidas con evaluaciones directas representan la mitad de las evaluaciones indirectas, en cuanto a la tendencia que exhibe la biomasa hay consistencia entre ambas evaluaciones, en el sentido que ha disminuido considerablemente el stock.

CONCLUSIONES

Los modelos globales de producción presentan resultados discutibles, tal vez debido a que las capturas presentan una proporcionalidad con los VP_e . La evaluación del stock de la anchoveta indica que la biomasa parental presenta una tendencia general descendente, lo mismo que el reclutamiento. Estos resultados son coherentes en la tendencia encontrada a través de métodos directos: RECLAN, PROD. HUEVOS.



La situación actual señala que la pesca que realiza la flota industrial ha mermado el stock parental reduciéndolo a nivel inferior a $1/3$ de la biomasa máxima, condición que ha provocado disminuciones en el reclutamiento. Otro aspecto interesante es que el patrón de explotación coincide con la ojiva de madurez; lo que reduce la posibilidad que nuevos reclutas se integren al stock parental. Esta última descripción implica que se debe adoptar una estrategia de explotación basada en la protección de un stock desovante mínimo.

Los resultados de ADAPT muestran que el nivel actual de explotación supera la estrategia de explotación $F_{0,1}$. Aunque los resultados de la evaluación de stock muestra tasas de explotación elevadas, de ser efectiva la notable disminución del stock parental por sobrepesca, se debe recomendar medidas de administración tendientes a proteger un stock desovante mínimo.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 5a

Abundancia en número (en miles) del stock de sardina en la zona norte



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Anexo 5a. Abundancia en número (en miles) del stock de sardina en la zona norte

Años	Edades							
	2	3	4	5	6	7	8	9
1974	14867368	10134086	6729294	3275467	976102	297645	86140	26524
1975	21592983	11013541	7504650	4959070	2235140	528672	112427	21107
1976	39715102	15994460	8158000	5558232	3615243	1458805	281622	51101
1977	41600016	29419347	11835121	6035535	4000487	2434173	760714	112294
1978	40663628	30812289	21792252	8762442	4403215	2543494	1132946	241200
1979	38201946	29286513	22566814	15995573	6331504	2893447	1264028	315391
1980	36438236	28035721	21665460	16335598	10469011	3070118	876603	117308
1981	26245971	25333805	20543314	15808569	10531245	4625870	814438	164355
1982	28517213	18067490	18363230	14925134	10274327	5681055	1738624	200627
1983	49876426	20967993	13236252	13506328	10307079	5554094	1711936	155606
1984	36336652	36947921	15455535	8806662	6882112	3659699	569882	26424
1985	19920106	26707979	27049944	10670476	4236934	1330287	226924	8303
1986	20594625	13628107	16868190	14426778	4226206	636574	87478	1584
1987	21467746	15256551	9911854	10092677	4344440	537044	33684	718
1988	13505293	15901720	11275283	6551033	2756397	121139	1524	211
1989	7647703	9507634	10222983	7358794	2325852	271642	2408	30
1990	3442870	5658439	6838303	5148894	2352564	332282	23141	37
1991	5016685	2543587	4160155	4771975	2404219	511326	35841	878
1992	11568180	3595031	1819804	2623379	2259278	761470	56938	555
1993	20349307	8368044	2566118	915654	692751	313793	52406	3354
1994	37203513	15064050	6117121	1608452	306667	42735	8909	1608
1995	16577766	27556069	11083567	4377626	1061153	152704	1499	63
1996	69875	12264127	20394666	8177925	3196219	761183	106657	705



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

A N E X O 5b

Mortalidad por pesca del stock de sardina en la zona norte



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Anexo 5b. Mortalidad por pesca del stock de sardina en la zona norte.

Años	Edades							
	2	3	4	5	6	7	8	9
1974	0.0000	0.0004	0.0053	0.0822	0.3132	0.6736	1.1063	1.1063
1975	0.0001	0.0001	0.0002	0.0161	0.1267	0.3298	0.4885	0.4885
1976	0.0001	0.0012	0.0013	0.0289	0.0956	0.3511	0.6194	0.6194
1977	0.0002	0.0001	0.0006	0.0153	0.1529	0.4648	0.8486	0.8486
1978	0.0282	0.0114	0.0092	0.0249	0.1199	0.3992	0.9788	0.9788
1979	0.0094	0.0014	0.0231	0.1239	0.4238	0.8941	2.0773	2.0773
1980	0.0635	0.0109	0.0152	0.1390	0.5168	1.0270	1.3740	1.3740
1981	0.0734	0.0218	0.0195	0.1309	0.3172	0.6786	1.1011	1.1011
1982	0.0075	0.0112	0.0072	0.0702	0.3151	0.8995	2.1135	2.1135
1983	0.0000	0.0050	0.1075	0.3742	0.7354	1.9769	3.8711	3.8711
1984	0.0079	0.0118	0.0705	0.4317	1.3435	2.4805	3.9288	3.9288
1985	0.0796	0.1595	0.3286	0.6262	1.5955	2.4218	4.6646	4.6646
1986	0.0000	0.0184	0.2136	0.9002	1.7630	2.6391	4.5031	4.5031
1987	0.0001	0.0024	0.1141	0.9979	3.2797	5.5651	4.7738	4.7738
1988	0.0510	0.1418	0.1267	0.7355	2.0172	3.6182	3.6433	3.6433
1989	0.0013	0.0296	0.3859	0.8404	1.6459	2.1629	3.8860	3.8860
1990	0.0027	0.0076	0.0598	0.4616	1.2263	1.9269	2.9720	2.9720
1991	0.0332	0.0348	0.1611	0.4477	0.8497	1.8951	3.8678	3.8678
1992	0.0238	0.0372	0.3868	1.0315	1.6741	2.3762	2.5319	2.5319
1993	0.0007	0.0133	0.1671	0.7939	2.4857	3.2617	3.1841	3.1841
1994	0.0002	0.0068	0.0346	0.1159	0.3973	3.0505	4.6567	4.6567
1995	0.0014	0.0009	0.0040	0.0145	0.0322	0.0589	0.4544	0.4544
1996	0.0004	0.0003	0.0014	0.0052	0.0130	0.0231	0.0351	0.0351



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 6a

Biomasa explotable (t) del stock de sardina en la zona norte



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Anexo 6a. Biomasa explotable (t) del stock de sardina en la zona norte.

Años	Edades								
	2	3	4	5	6	7	8	9	
1974	21	315	5558	50592	67976	56360	29977	9628	
1975	111	114	880	42061	159405	105649	37775	7704	
1976	289	2328	2214	72518	163953	250543	91246	17988	
1977	192	292	1889	29873	218363	419949	246471	38292	
1978	32813	27354	25929	48668	156409	326809	368207	82973	
1979	6228	2223	44232	182217	281616	342507	393113	103764	
1980	67337	16971	43287	348689	893762	605792	284019	39885	
1981	76983	38102	66179	383414	679621	667109	208496	47334	
1982	4662	7915	9998	95202	327813	563359	434656	56978	
1983	26	2915	48497	199773	334850	524720	340675	32988	
1984	11638	11231	42980	184815	501292	538376	147599	8112	
1985	22434	95911	261060	247807	302887	156780	56504	2358	
1986	7	7073	116028	455664	302784	84686	22132	486	
1987	33	815	33128	311277	476226	115464	7339	157	
1988	10962	59411	63139	256582	312863	29595	465	63	
1989	139	9762	154294	273727	198988	33413	631	8	
1990	221	1692	22420	155131	198020	51705	6503	11	
1991	1077	1994	26509	97770	100355	51358	8136	217	
1992	6317	5065	44766	194529	289805	146506	12697	150	
1993	335	3932	21563	44350	114560	72172	12483	891	
1994	138	2341	5824	7264	5682	6950	2359	467	
1995	4436	6848	18973	32084	18415	5268	479	22	
1996	62	17573	132768	250952	289667	133097	28477	228	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 6b

Biomasa desovante (t) del stock de sardina en la zona norte



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Anexo 6b. Biomasa desovante (t) del stock de sardina en la zona norte

Años	Edades								
	2	3	4	5	6	7	8	9	
1974	0	136810	1053807	681297	240121	92568	29977	9628	
1975	0	66081	1593988	1279440	614664	156487	37775	7704	
1976	0	184736	925117	1556305	1062882	442018	91246	17988	
1977	0	379510	2417915	1653737	1212147	766765	246471	38292	
1978	0	351260	2471241	1910212	1276932	801201	368207	82973	
1979	0	492013	3574583	3055155	1380268	795698	393113	103764	
1980	0	319607	3529303	3446811	2376466	810511	284019	39885	
1981	0	288805	3364995	3224948	2358999	1082454	208496	47334	
1982	0	224940	2644305	2865626	2198706	1323686	434656	56978	
1983	0	336536	1572467	2066468	1762510	1027507	340675	32988	
1984	0	559761	2156047	1682072	1465890	852710	147599	8112	
1985	0	420651	3335258	1845992	885519	301975	56504	2358	
1986	0	259615	2201299	2279431	773396	144502	22132	486	
1987	0	283772	1454069	1735940	808066	115464	8556	183	
1988	0	228985	1633789	1270900	565061	29800	465	63	
1989	0	192530	1398504	1265712	469822	60033	631	8	
1990	0	99306	1003179	998885	479923	79748	6503	11	
1991	0	33194	572853	844640	456802	104822	8136	217	
1992	0	51768	263690	477455	438300	156101	12697	150	
1993	0	144349	378759	182215	150327	72172	12787	912	
1994	0	238846	705777	291812	66600	10610	2359	467	
1995	0	491587	1927610	1002772	259560	40654	479	22	
1996	0	266745	2991898	1676475	783074	201713	28477	228	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

ANEXO 7

Estructura de la Base de Datos



Anexo 7. Estructura de la Base de Datos.

1. BASE DE DATOS

Directorio	BASE DATOS
Subdirectorio	REGION I-II; III-IV
Archivos	ANC94.XLS – SES94.XLS

Considera los archivos base de anchoveta y sardina española que se utilizan para la posterior creación de las cartografías en IDRISI. Además, los archivos base se utilizan para las estimaciones de capturas, esfuerzo de pesca, rendimiento y CPUE. Los archivos contienen los siguientes campos:

AÑO	: año.
MES	: mes.
CUAD	: cuadrícula.
CANC – CSES	: capturas mensuales por cuadrículas y especie.
VP _e	: esfuerzo estandarizado por especie.
VPANC – VPSES	: viajes con pesca nominales por especie.
CPUE	: captura por unidad de esfuerzo por especie.
REND	: rendimiento de pesca por especie.

2. ARCHIVOS DE LAS CUADRICULAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Subdirectorio	CUADR
Archivos	CUADR.XLS

Contiene el archivo con las ubicaciones (latitud/longitud) de las cuadrículas de la zona de estudio. El archivo contiene los siguientes campos:

CUADR	: número de la cuadrícula.
LATITUD	: latitud de la cuadrícula (punto medio).
LONGITUD	: longitud de la cuadrícula (punto medio).

3. ARCHIVOS DE LAS IMAGENES

Directorio	IDRISI
Subdirectorio	REGION I-II; III-IV
Subdirectorio	ANCHOA, SARDINA
Archivos	CAPTURA, CPUE, ESFUERZO Y RENDIM

Considera los archivos comprimidos de las imágenes de captura, CPUE, esfuerzo y rendimiento de pesca de anchoveta y sardina española, en formato IDRISI.



Unidad Técnica Promoción y Ediciones

IFOP
Valparaíso