



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 94 - 38

INFORME : REPRODUCCION Y RECLUTAMIENTO EN
FINAL SARDINA COMUN Y ANCHOVETA DE LA
ZONA CENTRO SUR

UNIDAD : INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA
EJECUTORA VIII REGION S.A.

Este documento ha sido inscrito en el registro
de propiedad intelectual N° 99.085
al nombre del Fondo de Investigación Pesquera.
No podrá ser reproducido, ni en su totalidad
ni en partes, por cualquier método o procedimiento,
sin una autorización por escrito del Secretario
Ejecutivo del Consejo de Investigación Pesquera.

**Instituto de Investigación Pesquera
Octava Región S.A.**



INFORME FINAL

PROYECTO FIP 94-38

**REPRODUCCION Y RECLUTAMIENTO DE
SARDINA COMUN Y ANCHOVETA EN LA
ZONA CENTRO-SUR**

Talcahuano, Septiembre de 1996.

TITULO DEL PROYECTO : Reproducción y reclutamiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur.

REQUIRENTE : Fondo de Investigación Pesquera (FIP).
Convenio aprobado por Decreto Supremo N° 18, de 09 de febrero de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

EJECUTOR : Instituto de Investigación Pesquera Octava Región S.A., Departamento de Pesquerías.

COPIA
DEFINITIVA

Departamento de Pesquerías
Instituto de Investigación Pesquera
Talcahuano - Chile

EQUIPO DE INVESTIGACION

Jefe de Proyecto : Luis Cubillos S.

Instituto de Investigación Pesquera :

Rubén Alarcón M.
Hugo Arancibia F.
Sergio Núñez
Doris Bucarey S.
Mariella Canales A.
Leonora Galaz O.
Aldo Hernández R.
Gabriel Claramunt Q.
Gustavo Herrera U.

Universidad de Concepción :

Irene Lépéz
Olga Aracena

RESUMEN EJECUTIVO

Se comunica los resultados relativos a la ejecución del proyecto FIP: "Reproducción y reclutamiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur", lo que involucra análisis de la actividad reproductiva y reclutamiento de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) en la zona centro-sur de Chile, entre febrero de 1995 y enero de 1996.

Debido a las bajas capturas de clupeiformes en la zona centro-sur, el plan de muestreo mensual sólo se cumplió parcialmente, particularmente en la zona de San Antonio. No obstante se pudo evaluar la conducta reproductiva y la estructura de tallas presente en las capturas de clupeiformes tanto en San Antonio como en Talcahuano.

La actividad reproductiva de sardina común y anchoveta se analiza en cuanto a la evolución temporal de la proporción de estados de madurez, índice gonadosomático, índice gonádico, índice compuesto de madurez sexual e índice gamético en las zonas de San Antonio y Talcahuano. Además, se describen los elementos ováricos que fueron utilizados en el cálculo y análisis del índice gamético.

El proceso de reclutamiento es analizado en relación a la composición de tallas en las capturas de sardina común y anchoveta en las zonas de San Antonio y Talcahuano, así como en relación a la proporción de individuos juveniles, menores a 10 cm de LT.

En relación a la actividad reproductiva de sardina, el análisis de la evolución temporal de la proporción de estados de madurez sexual, el índice gonadosomático, índice gonádico (IG) e índice gamético (IGam), revela la presencia de un período reproductivo principal en sardina común entre junio y septiembre de 1995, con máximo en julio-agosto. Además, la evolución temporal de los indicadores reproductivos macroscópicos (EMS, IGS e IG) y microscópicos (IGam), apoyados con la evolución temporal del IGS promedio mensual desde enero de 1991 hasta diciembre de 1995, señalan la ocurrencia de un período reproductivo secundario entre diciembre de 1994 y febrero de 1995.

El índice gonadosomático individual de las hembras de sardina común en la zona de estudio se explica en función del número o fracción de los elementos que constituyen el ovario y que sufren cambios en número y tamaño durante el ciclo de vida de la especie, es decir, el tejido y los espacios vacíos no son significativamente importantes en cuanto a los cambios temporales de la constitución ovárica. Al respecto, se ajustó una función de tipo polinomial.

En el caso de anchoveta de la zona centro-sur de Chile, el análisis de la evolución temporal de la proporción de estados de madurez sexual (EMS), el índice gonadosomático promedio (IGS), índice gonádico (IG), índice compuesto de madurez sexual (ICMS) e índice gamético (IGam), revela la presencia de un período reproductivo principal entre junio y octubre de 1995. Además, la evolución temporal de los indicadores reproductivos macroscópicos (EMS, IGS, IG, ICMS e IG) y microscópicos (IGam), no muestran la ocurrencia de un período reproductivo secundario en anchoveta.

El índice gonadosomático individual de las hembras de anchoveta en la zona de estudio (San Antonio y Talcahuano), también puede ser explicado en función del número o fracción de elementos ováricos, mediante una función polinomial.

La composición de tallas de sardina común en el desembarque presenta, en general, una estructura bimodal, tanto en la zona de San Antonio como en Talcahuano. Al respecto, en la zona de San Antonio se observa una moda importante de peces juveniles centrada entre 8,5 y 9,5 cm de longitud total entre febrero y julio de 1995.

En la zona de Talcahuano, en las capturas de sardina común, destaca la presencia de peces menores a 10 cm de LT que conformaron grupos modales entre junio y septiembre y entre noviembre de 1995 y enero de 1996. El grupo modal principal que apareció en febrero de 1995 habría sustentado la pesquería de sardina común en la zona de Talcahuano durante gran parte del período de estudio.

La estructura de tallas en el desembarque de anchoveta en la zona de San Antonio presentó distribuciones aparentemente unimodales, sin embargo, estuvo formada por dos componentes normales. Asimismo, en la zona de Talcahuano, la composición de tamaños de anchoveta presentó, en general, dos o más componentes o grupos modales, lo que se traduce en varias cohortes sustentando las capturas.

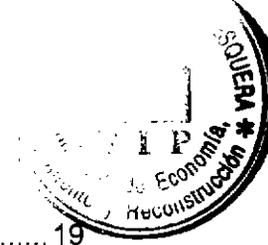
La proporción de juveniles, peces menores a 10 cm de LT, en el desembarque en número de anchoveta en la zona de San Antonio, superó el 30% entre febrero y abril y en julio de 1995. En enero de 1996, la fracción juvenil superó el 90% en número. En la zona de Talcahuano, la fracción juvenil de anchoveta apenas superó el 30% en abril de 1995 y en diciembre de 1995 y enero de 1996 sobrepasó el 70%.

En el caso de sardina común en la zona de San Antonio, se habrían producido dos pulsos de reclutamiento; uno entre febrero y abril de 1995 y otro en enero de 1996. En la zona de Talcahuano, se habrían producido, entre febrero de 1995 y enero de 1996, tres pulsos de reclutas de sardina común: en abril, junio y noviembre-diciembre de 1995.

En el caso de anchoveta, en la zona de San Antonio, se registró un solo pulso de reclutas, en enero de 1996. En cambio, en el desembarque de anchoveta en la zona de Talcahuano, se registraron dos pulsos de reclutas, en marzo y en abril de 1995.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen ejecutivo	i
Tabla de contenidos	iv
Listado de tablas	vi
Listado de figuras	x
1. Introducción	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivos específicos	3
2. Metodología de trabajo	4
2.1. Zona y periodo de estudio.....	4
2.2. Distribución espacio-temporal del proceso de reproducción	5
2.2.1. Muestreo biológico específico	7
2.2.3. Análisis microscópico de los ovarios	8
2.2.3.1. Aspectos de muestreo para el análisis microscópico	8
2.2.4. Análisis de la actividad reproductiva.	10
2.2.4.1. Indicadores macroscópicos	10
a) Índice gonadosomático	10
b) Índice gonádico	10
c) Frecuencia de estados de madures sexual	11
d) Índice compuesto de madurez sexual	12
2.2.4.2. Índices microscópicos	12
a) Índice gamético	12
2.3. Distribución espacio-temporal del proceso de reclutamiento.....	14
2.3.1. Antecedentes	14
2.3.2. Muestreo de frecuencia de talla	15
2.3.3. Análisis del proceso de reclutamiento	15
2.4. Identificación de indicadores macroscópicos y microscópicos en el seguimiento del proceso de reproducción y reclutamiento.	16
2.4.1. Indicadores reproductivos	16
2.4.2. Indicadores del proceso de reclutamiento	16
2.4.2.1. Composición por talla	16



2.4.2.2. Proporción de ejemplares juveniles	19
2.4.2.3. Determinación de valores máximos y mínimos de los indicadores reproductivos	19
3. Resultados y discusión	20
3.1. Distribución espacio-temporal del proceso de reproducción	20
3.1.1. Análisis microscópico de los ovarios	21
3.2. Análisis de la actividad reproductiva	25
3.2.1. Actividad reproductiva en sardina común.....	25
3.2.1.1. Frecuencia de estados de madurez sexual	25
3.2.1.2. Índice gonadosomático	28
3.2.1.3. Índice gonádico (IG).....	29
3.2.1.4. Índice compuesto de madurez sexual (ICMS).....	29
3.2.1.5. Índice gamético	30
3.2.2. Actividad reproductiva en anchoveta.....	34
3.2.2.1. Frecuencia de estados de madurez sexual	34
3.2.2.2. Índice gonadosomático	36
3.2.2.3. Índice gonádico	38
3.2.2.4. Índice compuesto de madurez sexual	38
3.2.2.5. Índice gamético	40
3.3. Distribución espacio-temporal del proceso de reclutamiento.....	42
3.3.1. Análisis del proceso de reclutamiento	42
3.3.1.1. Composición por tallas	42
• <i>Composición de tallas en sardina común</i>	44
• <i>Composición de tallas en anchoveta</i>	45
3.3.2. Proporción de ejemplares juveniles.....	47
3.3.2.1. Fracción juvenil en sardina común	47
3.3.2.2. Fracción juvenil en anchoveta	49
3.4. Valores máximo y mínimos de los indicadores reproductivos	51
4. Conclusiones	66
5. Consideraciones finales.....	70
6. Referencias bibliográficas.....	71
Figuras	75

LISTADO DE TABLAS

- Cuadro 1. Número de unidades básicas de muestreo para frecuencia de longitud, según la estructura de tallas de sardina común o anchoveta en el colector de 5 litros y/o en la bodega de la embarcación muestreada.
- Cuadro 2. Número de unidades básicas de muestreo mensuales en San Antonio y Talcahuano, distribuidas según categorías de tamaño de las embarcaciones.
- Cuadro 3. Tamaño mínimo de muestra para el análisis histológico de los ovarios de sardina común y anchoveta, por zona de estudio.
- Cuadro 4. Escala empírica de madurez sexual para hembras de sardina común (adaptada de Holden & Raitt, 1975).
- Cuadro 5. Escala empírica de madurez sexual para hembras de especies desovantes parciales (adaptada de Holden & Raitt, 1975).
- Tabla 1. Número mensual de unidades básicas de muestreo (UBM) de sardina común y anchoveta obtenidas en el área de Talcahuano y San Antonio. Entre paréntesis y junto al número de UBM se indica la diferencia respecto del número mínimo de UBM contempladas.
- Tabla 2. Número de embarcaciones participantes en la pesquería de sardina común y anchoveta en el área de Talcahuano y San Antonio, entre enero y mayo de 1995.
- Tabla 3. Tamaño de muestra semanal de ovarios para análisis histológicos de sardina común y anchoveta en la zona de San Antonio y Talcahuano. Entre paréntesis se indica la diferencia respecto del tamaño mínimo de muestra por zona de estudio (ver Cuadro 4).
- Tabla 4. Tamaño de muestra mensual para análisis biológico-específico de hembras de sardina común y anchoveta en la zona de San Antonio y Talcahuano.
- Tabla 5. Resultados del análisis de regresión múltiple para el IGS individual de sardina común ($r^2 = 0,853$; $P < 0,001$).
- Tabla 6. Análisis de varianza de la regresión múltiple para el IGS individual de sardina común.
- Tabla 7. Resultados del análisis de regresión múltiple para el IGS individual de anchoveta como función de los componentes ováricos ($r^2 = 0,834$; $P < 0,001$).
- Tabla 8. Análisis de varianza de la regresión múltiple para el IGS individual de anchoveta en función de los componentes ováricos.

- Tabla 9. Número de ejemplares muestreados mensualmente en las zonas de San Antonio y Talcahuano para determinar la composición de tallas en el desembarque de sardina común y anchoveta.
- Tabla 10a. Proporción de estados de madures sexual (EMS) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 10b. Proporción de estados de madures sexual (EMS) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 11a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 11b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 12a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 12b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 13a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) por mes en las hembras de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 13b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) por mes en las hembras de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 14. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 15a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 15b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para ovocitos hidratados (HIDR) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

- Tabla 15c. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos postovulatorios (FPO) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 15d. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos atrésicos (ATR) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 16a. Proporción de estados de madures sexual (EMS) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 16b. Proporción de estados de madures sexual (EMS) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 17a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 17b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 18a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 18b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 19a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 19b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 20a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 20b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para ovocitos hidratados (HIDR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.



- Tabla 20c. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos atrésicos (ATR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 21a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 21b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para ovocitos hidratados (HIDR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 21c. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos postovulatorios (FPO) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Tabla 21d. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos atrésicos (ATR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1. Area de estudio y subdivisión en las zonas de San Antonio y Talcahuano.
- Figura 2. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual en sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 3. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual en sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 4. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 5. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 6. Distribución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en sardina común entre enero de 1991 y diciembre de 1995 en el área de Talcahuano.
- Figura 7. Distribución mensual del Índice Gonádico (IG) promedio en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 8. Distribución mensual del Índice Gonádico (IG) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 9. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 10. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 11. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR) en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 12. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR) en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

- Figura 13. Índice gonadosomático individual de las hembras de sardina común (puntos) en función de los elementos ováricos. La línea representa el ajuste dado por una función polinomial calculada mediante análisis de regresión múltiple.
- Figura 14. Distribución de los residuos entre el índice gonadosomático individual de las hembras de sardina común y la función de ajuste.
- Figura 15. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual (EMS) de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 16. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 17. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 18. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 19. Distribución mensual del Índice Gonádico (gr/cm^3) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 20. Distribución mensual del Índice Gonádico (IG) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 21. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 22. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 23. Distribución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en anchoveta entre enero de 1991 y diciembre de 1995 en el área de Talcahuano.
- Figura 24. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR) en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 25. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR) en hembras de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

- Figura 26. Índice gonadosomático individual de las hembras de anchoveta (puntos) en función de los elementos ováricos. La línea representa el ajuste dado por una función polinomial calculada mediante análisis de regresión múltiple.
- Figura 27. Distribución de los residuos entre el índice gonadosomático individual de las hembras de anchoveta y la función de ajuste.
- Figura 28. Distribución espacial de los lugares o zonas de pesca de la flota sardinera-anchovetera industrial en enero de 1995.
- Figura 29. Composición mensual de tallas en las capturas de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 30. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos negros o llenos) y moda secundaria (círculos vacíos) en la estructura mensual de tallas en las capturas de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 31. Composición mensual de tallas en las capturas de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 32. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos llenos), moda secundaria (círculos vacíos) y grupos modales menores (cuadrados vacíos) en la estructura mensual de tallas de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 33. Composición mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 34. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos llenos), moda secundaria (círculos vacíos) y grupos modales menores (cuadrados vacíos) en la estructura mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 35. Composición mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 36. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos llenos), moda secundaria (círculos vacíos) y grupos modales menores (cuadrados vacíos) en la estructura mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.
- Figura 37. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de sardina común en la subzona de San Antonio. Período: febrero de 1995-enero de 1996.

- Figura 38. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de sardina común en la subzona de Talcahuano. Período: febrero de 1995-enero de 1996.
- Figura 39. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de anchoveta en la subzona de San Antonio. Período: febrero de 1995-enero de 1996.
- Figura 40. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de anchoveta en la subzona de Talcahuano. Período: febrero de 1995-enero de 1996.



1. INTRODUCCION

En Chile, las especies sardina común (*Strangomera bentincki*, Norman 1936) y anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns 1942) constituyen importantes recursos pesqueros distribuidos desde Coquimbo (29°S) hasta Chiloé (42°S), en el caso de la primera (Serra *et al.*, 1979; Arrizaga, 1981; Serra, 1983), y a lo largo de las costas de Perú y Chile, en el caso de la segunda (Cubillos & Arancibia, 1993a, 1993b, 1993c), principalmente en el sector nerítico, no más allá de las 30 a 35 millas de la costa.

Estas especies se caracterizan por presentar un ciclo de vida corto, con alrededor de cuatro años de longevidad; rápido crecimiento; elevada tasa de mortalidad natural; capturas fuertemente dependientes del reclutamiento; y, su abundancia y distribución puede ser notablemente afectada por cambios en las condiciones ambientales (Serra, 1978; Aguayo & Soto, 1978; Arrizaga, 1981; Arrizaga & Veloso, 1982; Fonseca *et al.*, 1986; Yáñez *et al.*, 1990; Cubillos & Arancibia, 1993a, 1993b; Cubillos *et al.*, 1994).

El Instituto de Investigación Pesquera, desde sus inicios, ha orientado sus esfuerzos al estudio de aspectos ecológicos y biológicos de estos recursos, a saber: (i) identificación de unidades de stock dinámicos mediante el análisis de información merística-morfométrica (Hernández, 1994; Hernández *et al.*, en revisión) y de la parasitofauna (Velázquez, 1994); (ii) estrategias reproductivas en relación a la variabilidad ambiental del área de Talcahuano (Aliste, 1994); (iii) variabilidad temporal y espacial de huevos y larvas de sardina común y anchoveta en el área de distribución de la pesquería de la Octava Región (Cubillos *et al.*, 1994); (iv) crecimiento (Orrego, 1993; Cubillos & Arancibia, 1993a; Barrueto, 1994) y análisis de la evolución temporal de la estructura de tallas en las capturas de ambas especies; y (v) aspectos reproductivos, como talla de primera madurez sexual, fecundidad parcial, y época y áreas de desove (Arancibia *et al.*, 1994).

Ambas especies presentan características de desovantes parciales, ello implica que en un período de tiempo dado, es probable encontrar ejemplares en diferentes estados de madurez sexual. Diversos estudios indican que el máximo de actividad reproductiva ocurre desde junio a

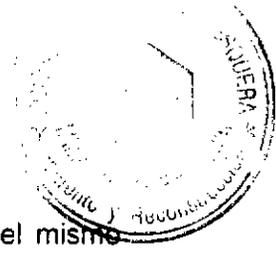
septiembre en sardina común, y desde junio a diciembre en anchoveta. Sin embargo, tanto sardina común como anchoveta pueden evidenciar un pico secundario de actividad reproductiva hacia el término del verano (marzo).

Estudios sobre la distribución de huevos y larvas de sardina común y anchoveta, frente a las costas de Chile central y centro-sur, indican una mayor concentración de huevos y larvas de estas especies asociadas a una franja entre 1-10 mn desde la costa, con núcleos de alta abundancia costera frente a la Octava Región (Serra *et al.*, 1994).

La talla de primera madurez sexual está centrada en torno a los 11 cm de longitud total (LT) para ambas especies, correspondiendo a la edad de 1 año (Cubillos & Arancibia, 1993; Arancibia *et al.*, 1994). La fecundidad parcial promedio para sardina común, en el área de Talcahuano, supera los 12.000 ovocitos/hembra y la fecundidad relativa promedio bordea los 400 ovocitos/gramo peso pez, sin ovarios (Arancibia *et al.*, 1994).

Para la especie sardina común, Cubillos *et al.* (1994), sostienen que el reclutamiento ocurre principalmente en los meses de noviembre y diciembre, a una longitud modal de 6-7 cm, entendiéndose como la longitud modal más pequeña vulnerada por la pesquería, proceso que se encuentra desfasado en 4 a 6 meses, aproximadamente, respecto del período de actividad reproductiva de la especie. Por el contrario, la anchoveta presenta dos pulsos de reclutamiento en el año, a una longitud modal de 8 cm de LT, desfasados 6 meses entre sí, en enero (reclutamiento principal) y julio-agosto (reclutamiento secundario) (Cubillos & Arancibia, 1993b, 1993c). En consecuencia, el reclutamiento de sardina común y anchoveta ocurre en primavera-verano, situación que en parte condiciona el carácter estacional de la pesquería, traduciéndose en una mayor operación de la flota y en la obtención de mayores capturas en la época estival de cada año.

En efecto, en 1995, casi el 40% del desembarque total en la zona centro-sur de Chile se realizó en el período noviembre-diciembre. Sin embargo, cabe destacar que el desembarque acumulado de ambas especies disminuyó prácticamente a la mitad en 1995, viéndose principalmente afectado el desembarque de sardina común, con una caída de más de un 63% respecto de 1994,



en comparación con el 38,3% en que disminuyó el desembarque de anchoveta en el mismo periodo (SUBPESCA, 1996).

En atención a los antecedentes expuestos, y considerando la importancia de ambas especies como recursos pesqueros en la zona centro-sur, resulta necesario evaluar y actualizar los conocimientos que se tienen respecto de los fenómenos reproductivos y de reclutamiento de los recursos sardina común y anchoveta. En este contexto, el Consejo de Investigación Pesquera ha identificado e incluido el proyecto "**Reproducción y reclutamiento de sardina común y anchoveta de la zona centro-sur**" en el programa de Investigación 1994, a fin de generar información sistemática acerca de los procesos de reproducción y de reclutamiento de estos importantes recursos pesqueros. La ejecución de este proyecto fue asignado al Instituto de Investigación Pesquera, quien ha venido desarrollando actividades de investigación y vigilancia de los principales indicadores biológicos y pesqueros de los recursos en consideración desde el año 1989. El presente documento informa los resultados alcanzados luego de doce meses de toma de muestras y análisis de información.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las características espacio-temporales y establecer indicadores para el seguimiento de los procesos de reproducción y reclutamiento de las especies sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) que se explotan en el litoral de la Regiones V a IX.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- i. Determinar la distribución espacio-temporal del proceso de reproducción, identificando el o los períodos de mayor intensidad para las especies sardina común y anchoveta.

- ii. Determinar la distribución espacio-temporal del proceso de reclutamiento, identificando el o los periodos de mayor intensidad para las especies sardina común y anchoveta.
- iii. Identificar indicadores macroscópicos y microscópicos para hacer un seguimiento durante 12 meses consecutivos de los procesos de reproducción y reclutamiento de las especies sardina común y anchoveta.
- iv. Determinar los valores máximos y mínimos de los indicadores mencionados en el objetivo específico 2.2.3, durante 12 meses consecutivos, y en especial durante el o los periodos de reproducción y de reclutamiento de sardina común y anchoveta.

2. METODOLOGIA DE TRABAJO

2.1. ZONA Y PERIODO DE ESTUDIO

Para los fines del presente proyecto, el área de estudio comprende aquellas zonas donde se ejerce la mayor actividad pesquera sobre sardina común y anchoveta en el país, y que se extienden a lo largo de las costas de la V y VIII Región. De esta manera, los límites del área de estudio se definieron entre 32°S, por el norte, y 38°30'S, por el sur.

Además, la zona de estudio se subdividió en dos grandes áreas, las que se denominarán como zonas de pesca de San Antonio (32° - 34°50'S) y de Talcahuano (34°50'S - 38°30'S), respectivamente (Fig. 1).

El período de estudio que se informa en el presente documento, considera doce meses desde febrero de 1995, fecha oficial de inicio del proyecto, hasta enero de 1996.

2.2. DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DEL PROCESO DE REPRODUCCION

Con el objeto de determinar la distribución espacio-temporal del proceso reproductivo e identificar el o los períodos de mayor actividad reproductiva de sardina común y anchoveta, la metodología general consistió en realizar muestreos de frecuencia de longitud y biológico-específicos periódicos y representativos de las capturas de ambos recursos, tanto a bordo de embarcaciones artesanales e industriales como en los principales sitios de desembarque correspondientes a las zonas de San Antonio y Talcahuano.

Para determinar la frecuencia de tallas en el desembarque de una embarcación, y obtener muestras para los análisis biológico-específicos, se usó un colector básico consistente en un balde de 5 litros de capacidad con el cual se extrae una muestra aleatoria de peces desde la bodega de una embarcación. Sin embargo, el número de ejemplares de sardina común que pueden ser colectados con esta unidad depende de la estructura de tallas presente en la bodega de la embarcación muestreada.

En base a la experiencia desarrollada por el Instituto de Investigación Pesquera en muestreos de sardina común y anchoveta en la VIII Región, luego de extraer la muestra con el colector, se debe obtener una submuestra para realizar las mediciones de los peces, ya sea para determinar la composición de tamaños o para los muestreos biológico-específicos respectivos. La submuestra se obtiene vaciando los peces colectados a bandejas de 30 cm largo, por 25 cm ancho y por 5 cm de alto (aproximadamente 3 litros de capacidad), que corresponde a la unidad básica de muestreo (UBM). El número de UBM nuevamente depende del tamaño de los peces, y se obtienen de acuerdo con los criterios expuestos en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de unidades básicas de muestreo para frecuencia de longitud, según la estructura de tallas de sardina común o anchoveta en el colector de 5 litros y/o en la bodega de la embarcación muestreada.

Tamaño de los peces (Longitud total, LT)	Muestra (UBM)
LT < 7 cm	½ UBM
7 cm < LT < 13 cm	1 UBM
LT ≥ 13 cm	2 UBM

Lo anterior indica, por ejemplo, que si la captura de una embarcación dada está compuesta por peces menores a 7 cm de longitud total (LT), 1/2 UBM tomada desde el colector de 5 litros es suficiente para caracterizar la frecuencia de tallas de sardina común y anchoveta que trae esa embarcación.

Estos criterios permiten optimizar el muestreo de cada embarcación sin la necesidad de medir un número elevado de peces; ya que, usualmente, la captura de cada embarcación está conformada por ejemplares de tamaños similares.

El muestreo de frecuencia de tallas y los muestreos biológico-específicos deben necesariamente compatibilizar la conducta operativa de la flota, la selección de unidades de pesca a muestrear en los sitios de desembarque y la capacidad máxima de muestreo por parte del personal técnico en los distintos sitios de desembarque.

El diseño de muestreo obedeció a un muestreo bi-etápico, esto es, el desarrollo de un muestreo aleatorio simple para obtener frecuencias de tallas de la captura de cada embarcación y un muestreo estratificado por grupos o tamaños de embarcaciones.

El plan de muestreo consistió en la obtención de un número mínimo de 42 muestras de frecuencia de longitud al mes para la zona de Talcahuano y 11 para San Antonio. Para evitar sesgos en la selección de los barcos, las 42 muestras de frecuencia de longitud mensuales se distribuyeron en las categorías de barcos que se muestran en el Cuadro 2, en base a las capturas y número de embarcaciones por categoría correspondiente a la estadística de 1993 y 1994 (Fuente: Instituto de Investigación Pesquera).

Lo anteriormente expuesto involucra un diseño de muestreo para ser ejecutado en tierra, cuyo objeto es determinar la composición por tallas en el desembarque. A su vez, con el objeto de realizar muestreos biológico-específicos (ver punto 2.2.1), aquellas muestras de frecuencia de tallas que fueran adecuadas para este propósito se llevaron al laboratorio para obtener antecedentes respecto del peso de los ejemplares, sexo y estados de madurez sexual.

Cuadro 2. Número de unidades básicas de muestreo mensuales en San Antonio y Talcahuano, distribuidas según categorías de tamaño de las embarcaciones.

Estratos de CB (m ³)	Nº de UBM	
	San Antonio	Talcahuano
≤ 40	1	5
41 - 90	5	20
91 - 150	2	7
≥ 151	3	10
Total	11	42

2.2.1. MUESTREO BIOLÓGICO ESPECÍFICO

A partir de muestras obtenidas para determinar la frecuencia de tallas de sardina común y anchoveta, obtenidas de acuerdo con las consideraciones antes señaladas, se realizó el muestreo biológico específico como sigue:

- a) De la unidad básica de muestreo, se separó al azar los ejemplares más grandes (≥ 8 cm de LT), a cada uno de ellos se les registró la longitud total y peso total. Se extrajeron los ovarios de las hembras de cada especie, se pesaron y luego se analizaron para clasificar el estado de madurez sexual, mediante examen macroscópico (visual).

De esta muestra, se submuestreó hembras de sardina común y anchoveta, cuyos ovarios se utilizaron en análisis microscópicos posteriores. Con el objeto de evitar los procesos de autólisis o destrucción del tejido ovárico, los ovarios son fijados en formalina al 10% neutralizada con fosfato de sodio dibásico y fosfato de sodio monobásico (Hunter, 1984).

- b) En el caso de los muestreos realizados a bordo, se registraron los mismos datos señalados en el punto anterior más la posición geográfica de la zona de pesca. Frecuentemente, el muestreo biológico-específico fue difícil de realizar a bordo, debido a falta de espacio en las embarcaciones, principalmente por su tamaño, por ejemplo, de tal manera que el muestreador debió desembarcar una muestra para ser analizada

posteriormente en el laboratorio. La muestra desembarcada para los análisis microscópicos fue fijada inmediatamente después de la captura, y llevada al laboratorio para su análisis.

2.2.3. ANALISIS MICROSCOPICO DE LOS OVARIOS

Para el análisis microscópico de los ovarios de las hembras de sardina común y anchoveta se aplica la técnica estereométrica (Weibel, 1969), que consiste en una placa de integración de 200 puntos, distribuidos uniformemente, y que permite la cuantificación de la proporción relativa de las estructuras ováricas. La fluctuación temporal de la proporción de estas estructuras permite describir los cambios histológicos ocurridos en el ovario durante el proceso de maduración de los ovocitos y de las estructuras post-desove, definiéndose entonces el o los períodos de desove.

En el análisis microscópicos de los ovarios de las hembras de sardina común y anchoveta, se consideró como unidad de muestreo al individuo, al que se le asignó un conglomerado de elementos cuyo número mínimo se determinó gráficamente después de efectuar una enumeración completa (censo) de las estructuras celulares de interés, a partir de las preparaciones histológicas de varios ejemplares. Una vez que la proporción de estos elementos se ha estabilizado, a pesar de que se haya aumentado las aplicaciones de la placa de integración, entonces se determina el número mínimo de elementos del conglomerado (o de aplicaciones de la placa) que debe considerarse en los cortes histológicos de cada ejemplar.

2.2.3.1. ASPECTOS DE MUESTREO PARA EL ANALISIS MICROSCOPICO

El análisis microscópico de los ovarios se realizó a partir de la obtención de muestras semanales aleatorias de ejemplares sobre 8 cm de longitud total, tanto de sardina común como de anchoveta, en las zonas de San Antonio y Talcahuano.

El diseño de muestreo original puso énfasis durante el período de mayor actividad reproductiva, considerando el estado de madurez sexual de las gónadas examinadas macroscópicamente. Es decir, una vez que en los muestreos biológicos específicos comience a aparecer una mayor proporción de ejemplares en maduración, se pretendió comenzar el muestreo intensivo para análisis microscópicos.

A partir del análisis de la evolución del índice gonadosomático (IGS) promedio de las hembras de sardina común y anchoveta durante el período comprendido entre enero de 1991 a diciembre de 1994 y, de acuerdo con los antecedentes proporcionados por Cubillos *et al.*, (1994) respecto de sardina común, se tiene que:

- i. En sardina común, la mayor intensidad reproductiva se extiende por 4 meses (junio a septiembre), durante el período invierno/primavera, más el mes de marzo.
- ii. En anchoveta, la mayor intensidad reproductiva se extendería por 7 meses durante el período invierno primavera (junio a diciembre), más el mes de marzo.

En consecuencia, el plan consiste en muestrear semanalmente e intensivamente durante 5 meses para la sardina común y durante 8 meses para la anchoveta, de acuerdo con los tamaños muestrales expuestos en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tamaño mínimo de muestra para el análisis histológico de los ovarios de sardina común y anchoveta, por zona de estudio.

Zona	Especie	Tamaño de muestras (N° de ejemplares)		
		Semanal	Mensual	Total
Talcahuano	Sardina	25	100	500
	Anchoveta	25	100	500
San Antonio	Sardina	15	60	300
	Anchoveta	15	60	480

El tamaño de muestra se considera adecuado dado el costo de las preparaciones histológicas. Sin embargo, el número mensual contemplado será siempre mayor que el utilizado para otras especies similares (Goldberg, 1977, 1978, 1980 y 1982).

2.2.4. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA.

Para analizar la actividad reproductiva de sardina común y anchoveta se identifican indicadores reproductivos, basados tanto en el examen macroscópico del desarrollo de los ovarios como en análisis histológicos (indicadores microscópicos).

2.2.4.1. INDICADORES MACROSCOPICOS

a) Índice Gonadosomático

El índice gonadosomático (IGS), expresa las fluctuaciones de tamaño del ovario respecto del peso del pez, en consecuencia, se tiene valores altos de IGS durante los máximos de actividad reproductiva. El IGS se define como la razón porcentual entre el peso de la gónada (ovario) y el peso corporal del pez (peso sin ovario), según la expresión

$$IGS = \frac{PO}{(PT - PO)} \times 100 \quad 1$$

donde PO es el peso del ovario (gr); PT es el peso total del pez (gr).

b) Índice Gonádico

El índice gonádico (IG), de forma similar al índice gonadosomático, expresa las fluctuaciones de tamaño del ovario, en este caso, en relación a la longitud cúbica del pez. El índice gonádico se expresa por



$$IG = \left(\frac{PO}{LT^3} \right) \times 10000$$

donde PO es el peso del ovario (gr) y LT es la longitud total (cm).

c) Frecuencia de Estados de Madures Sexual

La frecuencia de hembras maduras se determinó de acuerdo a la proporción total de hembras en estado de madurez III y IV respecto del total de estados de madurez que aparecen en cada muestreo. Los estados de madurez corresponden a datos provenientes del examen visual de los ovarios de acuerdo a la escala de madurez de cinco puntos, adaptada de Holden y Raitt (1975), para peces con reproducción parcial (Cuadro 4).

Cuadro 4. Escala empírica de madurez sexual para hembras de especies desovantes parciales (adaptada de Holden & Raitt, 1975).

FASE	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro	Ovarios ocupan cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal, rosáceos, traslúcidos, ovocitos invisibles a simple vista.
II	Virgen madurando y en recuperación	Ovarios ocupan casi la mitad de la longitud la cavidad abdominal. Color rosado y ovocitos invisibles a simple vista.
III	Maduro	Ovarios turgescientes, de gran volumen, aspecto granular, ocupan 2/3 de la cavidad abdominal. Color amarillo a anaranjado opaco. Los ovocitos son grandes e indistinguibles a simple vista. Se observan vasos sanguíneos superficiales.
IV	Hidratado	Los ovarios ocupan toda la cavidad abdominal. Color anaranjado opaco a rosado, casi transparentes, con vasos sanguíneos superficiales poco visibles. Al presionar fluyen ovocitos hidratados, transparentes, del doble de tamaño que los ovocitos de una gónada madura.
V	En regeneración	Ovarios flácidos, distendidos, contraídos a la mitad de la cavidad abdominal. Las paredes son delgadas, flojas y lumen grande. Los ovarios pueden contener aún restos de ovocitos opacos, maduros y en desintegración, oscurecidos o traslúcidos, muy sanguinolientos. Este ovario pasa a la etapa II de esta escala.

La proporción relativa o frecuencia de cada estado determina la situación reproductiva de la población en un momento dado.

d) Índice Compuesto de Madurez Sexual

El índice compuesto de madurez sexual (ICMS), también indica fluctuaciones del tamaño del ovario respecto del peso total del individuo en un determinado estado de madurez. Este se define como

$$ICMS = \left(\frac{PO}{PT} \times \frac{n_i}{N} \right) \quad 3$$

donde PO es el peso del ovario (gr), PT es el peso total del pez (gr), n_i/N es la proporción de ejemplares en la muestra de estado de madurez i .

2.2.4.2. INDICES MICROSCOPICOS

a) Índice Gamético

El índice gamético (IGam) indica la proporción de células maduras (con vitelo) en relación al conjunto de elementos celulares presentes en el ovario. Este se define como

$$IGam = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{nm} = \frac{\sum_{i=1}^n IGam_i}{n} \quad 4$$

$$IGam_i = \frac{a_i}{m} \quad 5$$

donde $IGam_i$ es la proporción de células maduras en el i -ésimo individuo de la muestra; a_i = número de células maduras en el conglomerado de m elementos en el i -ésimo individuo de la muestra; m = número de elementos del conglomerado; y n es el número total de individuos de la muestra. El estimador de varianza de la proporción de células maduras está dado por la expresión:

$$VAR(IGam) = \frac{(1-f)}{n} \times \frac{\sum_{i=1}^n (IGam_i - \hat{IGam})^2}{n-1} \quad 6$$

donde f es la fracción de muestreo, considerada despreciable.

Se destaca que este mismo estimador se puede utilizar para otras estructuras histológicas presentes en los ovarios.

Para determinar la evolución espacio-temporal del proceso reproductivo de sardina común y anchoveta, durante el período de estudio, se tendrá en cuenta los indicadores propuestos, para realizar los siguientes análisis:

- a) Distribución de frecuencia mensual de los estados de madurez sexual de las hembras en las zonas de San Antonio y Talcahuano.
- b) Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS), Índice Gonádico (IG), e Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS), promedio de las hembras, por zona de estudio.
- c) Evolución temporal del Índice Gamético (IGam) por zona de estudio.

Los criterios utilizados para discernir los fenómenos reproductivos, dicen relación con:

- (i) la mayor frecuencia porcentual de los estados de madurez sexual III y IV (Cuadro 4), respecto del total; lo que indica si los ejemplares están madurando, se encuentran maduros, o bien si van a presentar un desove inmediato;
- (ii) valores promedio máximos del Índice Gonadosomático, Índice Gonádico e Índice Compuesto de Madurez Sexual, lo que indica mayor actividad reproductiva; y
- (iii) fluctuaciones del Índice Gamético para células maduras, donde valores máximos señalan maduración (máxima) y valores mínimos indican desove.

El análisis espacial de la actividad reproductiva de sardina común y anchoveta está condicionado a las zonas de San Antonio y Talcahuano, considerando los muestreos realizados a bordo de embarcaciones, complementados con muestreos realizados en tierra. El análisis de los aspectos anteriormente expuestos permite describir el proceso reproductivo de las especies en cuestión, en términos espaciales y temporales.

2.3. DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DEL PROCESO DE RECLUTAMIENTO

2.3.1. ANTECEDENTES

La época de reclutamiento de sardina común en el área de Talcahuano ocurre entre noviembre y diciembre (Cubillos *et al.*, 1994), a la forma de un pulso representado por ejemplares de una longitud modal de 6 a 7 cm (longitud total), como consecuencia de los ejemplares generados durante la estación reproductiva de invierno-primavera. Por otra parte, resultados no publicados, indican que la anchoveta presenta dos períodos de reclutamiento, uno en enero a una longitud modal de 8 cm (longitud total), y otro en agosto a una longitud modal de 7 cm (longitud total). En consecuencia, en la anchoveta se identifica la presencia de dos cohortes principales dominando las capturas del área de Talcahuano, siendo una de éstas de mayor importancia relativa en abundancia que la otra (Fuente: Boletines Técnicos del Instituto de Investigación Pesquera).

Para los fines del presente proyecto, se identificará como ejemplares juveniles a aquellos individuos de longitud inferior a 10 cm de LT, tanto de sardina común como de anchoveta, dado que este límite representa el inicio de la primera madurez sexual en ambas especies (Cubillos & Arancibia, 1993b). De acuerdo a lo anterior, los ejemplares reclutas estarán definidos como aquellos ejemplares juveniles que conformen un grupo modal bien definido en la estructura de tallas presente en las capturas de ambos recursos. El proceso de reclutamiento, en cambio, dice relación con la mayor presencia de estos ejemplares reclutas en la pesquería durante un período de tiempo dado. Estos ejemplares reclutas, posteriormente serán capturados mientras crecen a lo largo de su vida.

2.3.2. MUESTREO DE FRECUENCIA DE TALLA

Con el objeto de determinar la distribución espacio-temporal del proceso de reclutamiento de sardina común y anchoveta, la metodología general consiste en realizar un número adecuado de muestreos de frecuencia de longitud, de acuerdo a las consideraciones planteadas en la Sección 2.2, en relación al número de unidades muestrales necesario para caracterizar la estructura de tamaños del desembarque, en los puertos de la zona de San Antonio y Talcahuano (Tomé, Talcahuano, San Vicente, y Coronel), como a bordo de embarcaciones artesanales o industriales.

2.3.3. ANALISIS DEL PROCESO DE RECLUTAMIENTO

Con el objeto de evaluar la distribución espacio-temporal del proceso de reclutamiento de sardina común y anchoveta, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) Evolución mensual de la composición de tallas en el desembarque de las zonas de San Antonio y Talcahuano, con énfasis en la presencia de grupos de ejemplares que están siendo removidos por la pesquería desde que se reclutan hasta que desaparecen de ella.
- b) Estimación de la fracción juvenil, con el objeto de analizar la proporción de ejemplares juveniles que aparece mensualmente en la pesquería.

Como criterio para discernir la existencia de reclutas, se utiliza: (i) presencia de la longitud modal más pequeña de los ejemplares juveniles en la composición por tallas y el desplazamiento temporal del respectivo grupo modal, suponiendo que un grupo de ejemplares está siendo capturado sucesivamente a lo largo del tiempo; (b) frecuencia porcentual (mayor al 50%) de ejemplares juveniles presentes en las capturas, para cada una de las zonas de estudio.

2.4. IDENTIFICACION DE INDICADORES MACROSCOPICOS Y MICROSCOPICOS EN EL SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE REPRODUCCION Y RECLUTAMIENTO.

2.4.1. INDICADORES REPRODUCTIVOS

Con el objeto de evaluar el proceso reproductivo de sardina común y anchoveta en las zonas de San Antonio y Talcahuano, se identificaron dos clases de indicadores reproductivos (sección 2.2.4.), relacionados directamente con la serie de cambios que ocurren en los ovarios.

2.4.2. INDICADORES DEL PROCESO DE RECLUTAMIENTO

2.4.2.1. Composición por talla

La composición mensual de tallas en el desembarque se determina de acuerdo a la suma de las frecuencias de tallas obtenidas de cada embarcación muestreada en el mes. Sin embargo, debido a que algunas embarcaciones podrían operar en áreas donde la estructura de tallas sea distinta a la estructura de tallas de otras embarcaciones operando en otras áreas, a la frecuencia de tallas de cada embarcación muestreada se le asignará una ponderación, que estará dada por la razón entre la captura de la embarcación muestreada y el peso de la muestra medida; *i.e.*,

$$FP_i = \frac{C_i}{WM_i} \quad 7$$

donde FP_i es el factor ponderador para las frecuencias de tallas que se estima del barco i , C_i es la captura (toneladas) de la embarcación " i " muestreada y WM_i es el peso de la muestra obtenida de la embarcación " i ". Por lo tanto, la frecuencia mensual a una longitud dada estará dada por la siguiente expresión

$$f_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{i,j,t} * FP_i}{\sum_{i=1}^n FP_i} \quad 8$$

donde $f_{j,t}$ es la frecuencia de la longitud " j " en el mes " t ", $f_{i,j,t}$ es la frecuencia de la longitud " j " en el mes " t " del barco " i "; y FP_i es el factor ponderador para el barco " i ", y " n " es el número total de frecuencias de tallas obtenidas durante el mes " t ". Este procedimiento genera distribuciones de frecuencia de tallas insesgadas con respecto a la magnitud de las capturas en las embarcaciones muestreadas.

Una vez obtenida la distribución de frecuencias de talla para el mes " t ", el número de peces en el desembarque por talla o composición por tallas del desembarque, se estima expandiendo la distribución de frecuencias de talla al desembarque, según el siguiente factor de expansión,

$$FE_t = \frac{C_t}{\sum_{j=1}^n w_{j,t} * f_{j,t}} \quad 9$$

donde FE_t es el factor de expansión en el mes " t ", C_t es el desembarque en el mes " t " (toneladas), $w_{j,t}$ es el peso promedio de los ejemplares de la clase de longitud " j " en el mes " t "; y $f_{j,t}$ es la frecuencia (ponderada) de ejemplares de la clase de longitud " j " en el mes " t ". El peso promedio de las clases de longitud se calcula con la ayuda de los parámetros de la relación longitud-peso a través de la siguiente expresión (Beyer, 1987):

$$w_{j,t} = \frac{l}{L_j 2 - L_j l} * \frac{a}{b+1} (L_j 2^{(b+1)} - L_j l^{(b+1)}) \quad 10$$

donde a y b son los parámetros de la relación longitud-peso, L_{j1} y L_{j2} son los límites inferior y superior de la clase de longitud j (intervalo de la clase de longitud).

El factor de expansión posteriormente se multiplica por cada una de las frecuencias de los ejemplares de cada clase de longitud, para obtener la composición por tallas en el desembarque. Los procedimientos descritos se aplican al desembarque obtenido por toda la flota sardinera-anchovetera en la zona de estudio.

Además, en la estructura de tallas de sardina común y anchoveta en ambas zonas de estudio, se identificó los distintos grupos modales a través del análisis de mezclas distribucionales de las frecuencias de tamaños en la captura (MacDonald y Pitcher, 1979), el que ha sido utilizado en el langostino colorado por Roa (1993a, 1993b), Roa y Bahamonde (1993), Roa *et al.* (1993), Roa *et al.* (1995a, 1995b).

El análisis de mezclas distribucionales implementado en el programa estadístico MIX (MacDonald y Pitcher, 1979) se basa en el método de estimación de parámetros vía principio de máxima verosimilitud. La mezcla distribucional, cuya forma observable es un histograma, queda representada por:

$$g(s) = \pi_1 f_1(s) + \dots + \pi_k f_k(s) \quad 11$$

donde: π_i es la proporción de representación de la distribución i en la mezcla; $f_i(s)$ es una función densidad de probabilidad. Existen k de esas funciones en la mezcla distribucional. En este caso la variable s es la talla, y las funciones son clases anuales, que corresponden a la función densidad de probabilidad normal.

Cada función normal está caracterizada por dos parámetros: la media y la varianza, por lo que al ajustar una mezcla distribucional de un histograma de frecuencias de talla de sardina común o anchoveta, se requiere estimar $3k$ parámetros, k medias, k varianzas, y k proporciones, cuando no se impone ninguna restricción al análisis, excepto las naturales que cada varianza sea mayor que 0 y que las medias de las k clases anuales siempre vayan en orden creciente.

2.4.2.2. PROPORCION DE EJEMPLARES JUVENILES

La estimación de la proporción de juveniles bajo la talla de 10 cm de LT, se estima según:

$$P_{(LT < LT_1)} = \frac{N_{(LT < LT_1)}}{N} \quad 12$$

donde $P_{(LT < LT_1)}$ es la proporción de juveniles bajo la talla de 10 cm de LT; $N_{(LT < LT_1)}$ es el número de peces contenidos en la clase de juveniles ($LT_1 = 10$ cm); y N es el número total de ejemplares en la muestra.

La estimación de la varianza de la proporción de juveniles está dada por el estimador de máxima verosimilitud:

$$VAR[P_{LT < LT_1}] = \frac{P_{LT < LT_1} [1 - P_{LT < LT_1}]}{N} \quad 13$$

2.4.2.3. DETERMINACION DE VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS INDICADORES REPRODUCTIVOS

Para efectos del presente informe, se presenta los valores de (i) la proporción de estados de madurez sexual y, los valores promedio, mínimo y máximo de los indicadores reproductivos: (ii) índice gonadosomático, (iii) índice gonádico, (iv) índice compuesto de madures sexual y (v) índice microscópico de actividad de la gónada, entre febrero de 1995 y enero de 1996.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DEL PROCESO DE REPRODUCCION

El número mensual de unidades básicas de muestreo obtenidas en cada zona del área de estudio, *i.e.*, San Antonio y Talcahuano, se presenta en la Tabla 1. Se observa que en febrero básicamente no se pudo realizar muestreos de sardina común en San Antonio, lo que en parte se debe al retraso propio de la puesta en marcha del proyecto (que oficialmente comenzó en febrero). Además, entre septiembre y diciembre de 1995, prácticamente, no se registró desembarque de sardina común y anchoveta en la V Región lo que, obviamente, fue en desmedro del estudio del proceso reproductivo y de reclutamiento en ambas especies en dicha Región.

Tabla 1. Número mensual de unidades básicas de muestreo (UBM) de sardina común y anchoveta obtenidas en el área de Talcahuano y San Antonio. Entre paréntesis se indica la diferencia respecto del número mínimo de UBM contempladas.

MES	San Antonio		Talcahuano	
	Mín. = 11		Mín. = 42	
FEB	1	(-10)	11	(-31)
MAR	14	(+3)	35	(-7)
ABR	11	(0)	26	(-16)
MAY	11	(0)	42	(0)
JUN	10	(-1)	12	(-30)
JUL	6	(-5)	26	(-16)
AGO	3	(-8)	18	(-24)
SEP	-	-	39	(-3)
OCT	-	-	43	(+1)
NOV	-	-	25	(-17)
DIC	-	-	54	(+12)
ENE	9	(-2)	53	(+11)

Asimismo, se observa que a veces no fue posible completar el número mínimo de unidades básicas de muestreo por mes, lo que se atribuye a la irregularidad observada en la operación de la flota, bajas capturas y rendimientos de la flota sardinera-anchovetera, en la reciente temporada de pesca.

Por otro lado, el no cumplimiento del número mínimo de unidades básicas de muestreo en noviembre de 1995, se debió a la aplicación, por Decreto N° 224 Exento del 9 de noviembre de 1995, de un período de veda reproductiva para ambas especies entre el 13 de noviembre y el 3 de diciembre (Diario Oficial, 11 de noviembre de 1995).

3.1.1. ANALISIS MICROSCOPICO DE LOS OVARIOS

El análisis microscópico de cortes histológicos de ovarios de sardina común y anchoveta revela la presencia de 8 elementos, cuyas características se resumen en el Cuadro 5.

De acuerdo a lo señalado en la Sección 3.2.2 de la Oferta Técnica, el diseño de muestreo de gónadas de sardina común y anchoveta para análisis histológicos implicó la toma de muestras semanales, con especial énfasis en los períodos de máxima actividad reproductiva, a saber: marzo y junio-septiembre, en el caso de sardina común y, en el caso de anchoveta, marzo y junio-diciembre. No obstante, se muestreó semanalmente ovarios de sardina común y anchoveta desde abril, tanto en las zonas de San Antonio como de Talcahuano. Sin embargo, existen semanas donde se careció de muestras debido principalmente a cuatro factores:

- malas condiciones climáticas, lo que dificultó la operación de embarcaciones menores (artesanales).
- ausencia total de desembarque, especialmente en la zona de San Antonio entre septiembre y diciembre de 1995.
- mala calidad de las muestras, esto es, ejemplares demasiado maltratados, con ausencia de masa visceral o demasiado pequeños.
- reorientación del esfuerzo de pesca de algunas embarcaciones industriales hacia la captura de jurel, que forma grandes agregaciones cercanas a la costa durante el período invernal.

Cuadro 5. Caracterización de los elementos ováricos de peces (Wallace & Selman, 1981; Hunter & Macevicz, 1985) modificado para clupeidos.

ELEMENTO	CARACTERISTICAS CITOLOGIAS
Ovocito Previtelogénico	Ovocitos no vitelados rodeados por delgadas células foliculares. Vesícula germinativa grande, central con prominentes nucléolos esféricos y periféricos. Citoplasma escaso, finamente granular y fuertemente basófilo. En ovocitos previtelogénicos tardíos debuta la presencia de pequeñas vesículas periféricas.
Ovocito Vitelogénico I	Ovocitos en estado temprano de depositación de vitelo el cual no abarca más de las 3/4 partes del citoplasma, destacando la presencia de vesículas periféricas. Vesícula germinativa grande y central, con múltiples nucléolos periféricos y rodeada por pequeñas gotas de lípidos que inician su fusión. La zona radiata es delgada, subyacente a células foliculares de poca altura.
Ovocito Vitelogénico II	Ovocitos cargados de glóbulos de vitelo distribuido desde la periferia hasta la región perinuclear. La vesícula germinativa mantiene su posición central, permaneciendo los nucléolos en la periferia. Zona radiata bien desarrollada. Células foliculares cúbicas bajas con núcleo esférico, central y el citoplasma finamente granular, ligeramente basófilo.
Ovocito Vitelogénico II	Citoplasma con grandes glóbulos de vitelo (término de la depositación de vitelo) y vesículas lipídicas que coalescen (2 a 3), ubicándose al lado opuesto de la dirección de migración de la vesícula germinativa, la que es excéntrica, migrante hacia el polo animal, con alto número de nucléolos periféricos. Células foliculares de cúbicas altas a cilíndricas con núcleo desplazado a la base. Citoplasma claro, de aspecto espumoso, areolar.
Ovocito Hidratado	Con o sin vesícula germinativa en el polo animal, según se haya iniciado la maduración. Por incorporación de fluidos el ovocito incrementa considerablemente su tamaño. El vitelo se presenta en forma de placas por ingreso de líquido al citoplasma, dándole un aspecto hialino. La granulosa y zona radiata pierden espesor.
Folículo Atrésico	Presentan claras evidencias de atresia folicular, degeneración y reabsorción de los elementos que constituían el folículo.
Folículo Post-Ovulatorio	Corresponden a aquellos folículos en los cuales el ovocito ha sido desovado, el tejido aparece desgarrado, persisten las células foliculares. En los folículos más viejos se observan procesos de reabsorción celular.
Espacios Vacíos	Áreas vacías presentes, tanto en el tejido conectivo, como en el interior de los folículos. Estos se producen, principalmente por efecto de los procesos de fijación e inclusión.

Al respecto, el número de embarcaciones que operó durante el período enero-agosto de 1995, en la pesquería de sardina común y anchoveta disminuyó, principalmente en el área de Talcahuano. Consecuentemente, el incremento en el número de embarcaciones en el área de San Antonio entre enero y marzo, se debería a que naves que operaban en la zona de Talcahuano migraron hacia esta región (Fuente: Instituto de Investigación Pesquera).

Tabla 2. Número de embarcaciones participantes en la pesquería de sardina común y anchoveta en el área de Talcahuano y San Antonio, entre enero y diciembre de 1995.

MES	San Antonio	Talcahuano
ENE	15	159
FEB	32	160
MAR	36	122
ABR	29	78
MAY	23	79
JUN	14	58
JUL	9	62
AGO	10	35
SEP	-	88
OCT	-	101
NOV	-	72
DIC	-	152

El incremento del número de naves entre noviembre de 1995 y enero de 1996, principalmente en la zona de Talcahuano, se atribuye al mejoramiento de las condiciones climáticas durante la época primaveral y estival, a la mayor disponibilidad del recurso producto de la presencia de densas agrupaciones de reclutas y, a que muchas embarcaciones, principalmente industriales, que durante la época invernal orientaban su esfuerzo a la captura de jurel, ahora lo hacen hacia la pesca de sardina común y anchoveta.

La Tabla 3 resume el número de muestras semanales de ovarios de sardina común y anchoveta para la zona de San Antonio y Talcahuano desde abril de 1995 a enero de 1996. El tamaño mínimo de muestra propuesto para análisis histológico frecuentemente ha sido superado (Cuadro 3).

Tabla 3.

Tamaño de muestra semanal de ovarios para análisis histológicos de sardina común y anchoveta en la zona de San Antonio y Talcahuano. Entre paréntesis se indica la diferencia respecto del tamaño de muestra mínimo por zona de estudio.

Mes	San Antonio		Talcahuano	
	Sard. común	Anchoveta	Sard. común	Anchoveta
Abril	-	-	-	26 (+1)
	20 (+5)	20 (+5)	25 (0)	25 (0)
	17 (+2)	20 (+5)	25 (0)	25 (0)
Mayo	18 (+3)	19 (+4)	25 (0)	25 (0)
	19 (+4)	-	25 (0)	25 (0)
	-	18 (+3)	-	-
Junio	-	20 (+5)	25 (0)	25 (0)
	-	21 (+6)	-	-
	-	20 (+5)	25 (0)	25 (0)
	-	15 (0)	25 (0)	25 (0)
	-	-	25 (0)	25 (0)
Julio	-	15 (0)	25 (0)	25 (0)
	16 (+1)	20 (+5)	-	-
	-	20 (+5)	-	-
Agosto	-	20 (+5)	25 (0)	25 (0)
	-	-	25 (0)	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
Septiem.	-	-	-	-
	-	-	25 (0)	25 (0)
Octubre	-	-	25 (0)	-
	-	-	25 (0)	-
	-	-	25 (0)	25 (0)
Noviem.	-	-	25 (0)	-
	-	-	25 (0)	25 (0)
	Veda	Veda	Veda	Veda
	Veda	Veda	Veda	Veda
	Veda	Veda	Veda	Veda



Tabla 3. Continuación.

Mes	San Antonio		Talcahuano	
	Sard. común	Anchoveta	Sard. común	Anchoveta
Diciem.	-	-	-	25 (0)
	-	-	25 (0)	25 (0)
	-	-	25 (0)	-
	-	-	25 (0)	-
Enero	-	-	25 (0)	25 (0)
	-	-	25 (0)	25 (0)
	-	-	25 (0)	25 (0)
	17 (+2)	-	25 (0)	25 (0)
	-	17 (+2)	25 (0)	25 (0)

3.2. ANALISIS DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

El análisis de la actividad reproductiva de sardina común y anchoveta de la zona centro-sur de Chile, subdividida en las zonas de San Antonio y Talcahuano (Fig. 1), se realizó a escala mensual desde febrero de 1995 hasta enero de 1996. Para este análisis se identificaron cinco indicadores reproductivos (Sección 2.2.4). El número de individuos muestreados con este propósito en la zona de San Antonio y Talcahuano se presenta en la Tabla 4.

3.2.1. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN SARDINA COMUN

3.2.1.1. FRECUENCIA DE ESTADOS DE MADUREZ SEXUAL

La evolución temporal de la frecuencia de estados de madurez sexual (EMS) de sardina común (Cuadro 4), en la V Región (zona de San Antonio) se revela discontinua debido, principalmente, a la ausencia de este recurso en el desembarque de clupeiformes en dicha Región entre agosto y diciembre de 1995.

**COPIA
INFORMATIVA**

Tabla 4. Tamaño de muestra mensual para análisis biológico-específicos de hembras de sardina común y anchoveta en la zona de San Antonio y Talcahuano.

MES	San Antonio		Talcahuano	
	Sard. común	Anchoveta	Sard. común	Anchoveta
FEB	37	43	48	48
MAR	139	250	331	255
ABR	208	224	178	150
MAY	48	242	192	213
JUN	-	252	190	177
JUL	52	181	169	140
AGO	-	56	175	52
SEP	-	-	134	105
OCT	-	-	178	51
NOV	-	-	120	50
DIC	-	-	197	65
ENE	50	66	243	227

En febrero de 1995 se observó el predominio de hembras en maduración (EMS III) y la presencia de una pequeña fracción de hembras hidratadas (EMS IV). Esta proporción de estados de madurez cambió radicalmente en marzo, donde prevalecieron las hembras inmaduras (EMS II), desapareciendo las hembras hidratadas (Fig. 2). Además, la proporción de hembras en maduración, fuertemente representada en febrero, se redujo a una pequeña fracción, para posteriormente iniciar una tendencia creciente hasta junio de 1995, donde constituyeron la mayoría absoluta. A su vez, las hembras inmaduras fueron disminuyendo. En enero de 1996, la fracción predominante correspondió a las hembras inmaduras (Fig. 2).

En la zona de Talcahuano, a diferencia de lo que ocurrió en la zona de San Antonio, en febrero predominaron las hembras inmaduras (EMS II). Además, cabe destacar la presencia de hembras desovadas (EMS V), así como la ausencia de hembras hidratadas (Fig. 3).

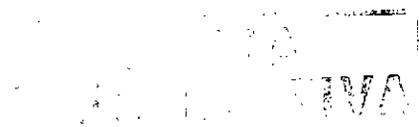
Entre marzo y abril, también se observó el predominio de hembras inmaduras, de forma similar a lo ocurrido en el área de San Antonio, las que fueron dando paso al predominio de hembras en maduración (EMS III) a partir de mayo, situación que se mantuvo hasta octubre de 1995 (Fig. 3).

Entre noviembre de 1995 y enero de 1996, predominaron nuevamente las hembras inmaduras. Sin embargo, cabe destacar la presencia de hembras hidratadas (EMS IV) entre junio de 1995 y enero de 1996, a excepción de noviembre, cuya proporción fue importante en agosto (34,3%)(Fig. 3). Además, entre agosto de 1995 y enero de 1996 (exceptuando septiembre), se observó la presencia de hembras desovadas, las que en noviembre constituyeron el 42% de los ejemplares muestreados (Fig. 3).

Al respecto, cabe hacer notar que la presencia de hembras desovadas (EMS V) en el desembarque sólo fue evidenciada dos meses después de la aparición de hembras hidratadas. Así mismo, la presencia de hembras desovadas, que fue importante entre octubre y diciembre de 1995, fue consecuente con la disminución de la fracción de hembras hidratadas y el incremento en la proporción de hembras inmaduras (EMS II)(Fig. 3).

El predominio de hembras de sardina común en maduración y la presencia de hembras hidratadas en San Antonio en febrero de 1995, así como la aparición de hembras desovadas (EMS V) en la zona de Talcahuano en el mismo período, se habría debido a la ocurrencia de un período de actividad reproductiva secundaria, históricamente observado en marzo (Cubillos & Arancibia, 1993b, 1993c; Arancibia *et al.*, 1994; Cubillos *et al.*, 1994).

Por otro lado, el cambio en la proporción de estados de madurez sexual que se produjo en mayo; esto es, cambio en el predominio del EMS II en el primer trimestre (febrero-abril) a un predominio de hembras en maduración (EMS III), entre mayo y septiembre (segundo y tercer trimestre de estudio), sería consecuencia del inicio, en el mes de junio de 1995, del período principal de actividad reproductiva, cuyo máximo habría tenido lugar en agosto-septiembre, meses donde coexistió una considerable fracción de hembras hidratadas (especialmente en agosto de 1995, EMS IV = 34,3%) con una creciente fracción de hembras desovadas (EMS V), así como la total ausencia de hembras inmaduras en agosto (Fig. 3).



3.2.1.2. INDICE GONADOSOMATICO

La evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio de las hembras de sardina común en la zona de San Antonio (Fig. 4), presenta la misma característica de discontinuidad señalada en el caso de la frecuencia de estados de madurez sexual (Fig. 2). Al respecto, la distribución mensual del IGS promedio evidencia una clara tendencia ascendente entre febrero y marzo de 1995, alcanzando su valor máximo promedio en julio (Fig. 4).

La ausencia de registros, producto de la carencia de desembarque de sardina común y anchoveta entre agosto y diciembre de 1995 hace imposible establecer mayores consideraciones en cuanto a la evolución temporal del IGS promedio en la zona de San Antonio, hecho que fuera destacado anteriormente en relación a la evolución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual (Sección 3.2.1.1).

En la zona de Talcahuano, la evolución temporal del índice gonadosomático promedio presenta una tendencia decreciente entre febrero y marzo (Fig. 5), situación que estaría asociada (en dicho período) a la disminución de la fracción de hembras en maduración (EMS III, Fig. 3). Esta tendencia decreciente se revierte a contar de mayo, iniciando el IGS un progresivo incremento hasta alcanzar magnitudes máximas promedio cercanas a 9% en agosto de 1995 (Fig. 5).

Entre septiembre y noviembre de 1995, el índice gonadosomático promedio adoptó nuevamente una tendencia decreciente, alcanzando un mínimo promedio en noviembre, para luego incrementarse entre diciembre de 1995 y enero de 1996 (Fig. 5).

La tendencia creciente del IGS promedio a partir de abril-mayo, tanto en la zona de San Antonio como en la zona de Talcahuano, estaría relacionada con el inicio de la época reproductiva principal de sardina común, que históricamente se evidencia entre junio y septiembre (Arancibia *et al.*, 1994), como se desprende de la evolución mensual del IGS promedio entre enero de 1991 y diciembre de 1995 (Fig. 6)(Fuente: Instituto de Investigación Pesquera), situación que también habría ocurrido durante el período de estudio que se informa.

3.2.1.3. INDICE GONADICO (IG)

La distribución mensual del Índice Gonádico (IG, gr/cm^3) promedio en hembras de sardina común en la zona de San Antonio (Fig. 7), presenta características idénticas a las descritas en relación al índice gonadosomático, esto es:

- discontinuidad,
- tendencia creciente entre febrero y marzo de 1995 y,
- valor máximo en julio (Fig. 7).

Por otro lado, la distribución mensual del índice gonádico promedio en el área de Talcahuano (Fig. 8), presenta las mismas características descritas respecto del índice gonadosomático en igual zona, esto es, una tendencia decreciente entre febrero y marzo, creciente entre a partir de mayo, alcanzando un máximo promedio en agosto y, decreciente entre septiembre y noviembre de 1995 (Fig. 8).

La similitud que se aprecia en la distribución mensual del IGS y del IG (Figs. 5 y 8), se debe a la forma en que estos indicadores son calculados, donde ambos evalúan los cambios en el peso del ovario, respecto del peso sin gónada (IGS) o de la longitud total (IG). *i.e.*,

$$IGS = \frac{PO}{(PT - PO)} \times 100 \quad IG = \frac{PO}{LT^3} \times 10000$$

3.2.1.4. INDICE COMPUESTO DE MADUREZ SEXUAL (ICMS)

La evolución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) en las hembras de sardina común en la zona de San Antonio, al igual que los anteriores indicadores reproductivos (EMS, IGS e IG), se presenta discontinua (Fig. 9). Al respecto, se observa una pendiente positiva suave entre febrero y mayo de 1995, y un incremento brusco en julio (Fig. 9).

La evolución mensual del índice compuesto de madurez sexual de las hembras de sardina común en el área de Talcahuano presenta, al igual que en el área de San Antonio, una pendiente suave en el primer trimestre de estudio (febrero-abril), para luego dar paso a un fuerte incremento de las magnitudes promedio entre mayo y junio, cuyo máximo se alcanzó en julio (Fig. 10), a diferencia del IGS (Fig. 5) y el IG (Fig. 8) donde el máximo promedio, se alcanzó en agosto de 1995.

Asimismo, el ICMS presentó una pendiente negativa (tendencia decreciente) entre agosto y noviembre de 1995, siendo éste último el mes donde el ICMS alcanzó el valor promedio más bajo (Fig. 10), de la misma forma que ocurriera con el IGS e IG.

La distribución mensual del índice compuesto de madurez sexual en ambas zonas de estudio, aunque presenta características similares a las descritas respecto del índice gonadosomático e índice gonádico, no permite evidenciar la presencia de la época reproductiva secundaria que habría tenido lugar en febrero-marzo, de acuerdo a lo que se observara en relación a la frecuencia de estados de madurez sexual (Sección 3.2.1.1, Figs. 2 y 3).

El incremento que presentaron los valores promedio del IGS, IG e ICMS, en la zona de Talcahuano, entre diciembre de 1995 y enero de 1996, podría estar indicando el inicio de una nueva época de actividad reproductiva secundaria en esta zona (Figs. 5, 8 y 10). Esta situación estaría avalada por la presencia de hembras hidratadas (EMS IV) e dicho período (Fig. 3). Al respecto, la presencia de un período reproductivo secundario no podrá ser confirmado, al menos, hasta dentro de cuatro o cinco meses más, esto es, mayo-junio de 1996.

3.2.1.5. INDICE GAMETICO

El índice gamético (IGam) indica la proporción de células maduras (con vitelo, CM), en relación al conjunto de elementos presentes en el ovario, sin embargo, éste estimador se utiliza también para otras estructuras celulares. En este sentido, fue calculado también el índice gamético para

ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO), y folículos atrésicos (ATR), cuyas características citológicas se describen en el Cuadro 5.

Al respecto, la presencia de ovocitos hidratados (HIDR) indica que las hembras de sardina común o anchoveta (ver Sección 3.2.2.5) se encuentran en maduración plena y el desove es inminente. Además, la presencia de folículos postovulatorios (FPO) indica que el desove ha ocurrido recientemente, o bien, ha pasado poco tiempo de ello si se evidencia la presencia de folículos atrésicos (ATR). Sin embargo, cabe destacar que, aunque los ovocitos hidratados constituyen el más alto grado de maduración citológica, se consideró importante tratarlos por separado.

En el análisis de la actividad reproductiva de sardina común y anchoveta (Sección 3.2.2.5), tanto en la zona de San Antonio como en la zona de Talcahuano, no se consideró los espacios vacíos, por cuanto ellos, generalmente, son un artificio producto de los procesos de fijación e inclusión. Asimismo, el "Tejido" fue dejado de lado ya que corresponde a estructuras celulares fusiformes que siempre se encuentran presente y constituyen el soporte para el desarrollo y crecimiento de los vectores reproductivos femeninos (ovocitos).

En el caso de sardina común en la zona de San Antonio, sólo se cuenta con registros del índice gamético para células maduras entre abril y junio de 1995 (Fig. 11). Al respecto, dada la ausencia de observaciones, no es posible hacer mayores consideraciones respecto de la evolución temporal del índice gamético en esta zona.

En la zona de Talcahuano, la distribución mensual del índice gamético para células maduras (CM, Fig. 12) en sardina común, presenta una estructura similar a la evolución temporal del estado de madurez sexual III, a excepción de octubre de 1995 (Fig. 3). Al respecto, la evolución temporal del IGam para células maduras presenta una fase de crecimiento entre abril y mayo de 1995, una tendencia decreciente entre junio y septiembre, para incrementarse otra vez entre noviembre de 1995 y enero de 1996 (Fig. 12).

Por otro lado, en relación a la evolución temporal del índice gamético para ovocitos hidratados (HIDR, Fig. 12), se puede destacar que ellos fueron encontrados en abril de 1995, junto con la

presencia de folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR), situación que podría estar asociada a la ocurrencia de un período reproductivo secundario en sardina común durante el primer trimestre de estudio en la zona de Talcahuano (Fig. 12).

En este mismo sentido, se observó la presencia de ovocitos hidratados (HIDR) entre junio y octubre de 1995 (Fig. 12), de forma similar a la presencia de hembras hidratadas (EMS IV) en dicho período (Fig. 3), aunque con magnitudes diferentes. Además, cabe destacar la presencia de folículos atrésicos (ATR) entre octubre de 1995 y enero de 1996 (Fig. 12) hecho que confirma la presencia de hembras desovadas (EMS V) en el período señalado (Fig. 3).

Arancibia *et al.* (1994) señalan que sardina común es un desovante parcial, carácter que queda claramente de manifiesto en la coexistencia de distintos estados de madurez sexual (Sección 3.2.1.1., Figs. 2 y 3), así como en la presencia de ovocitos en diferentes estados de desarrollo en un período determinado (Fig. 12).

Por otro lado, el incremento en la fracción de hembras en maduración (EMS III) y la presencia de hembras hidratadas (EMS IV, Fig. 3), como consecuencia del mayor número de ovocitos maduros (con vitelo) y ovocitos hidratados (Fig. 12), respectivamente, explicarían la evolución temporal del índice gonadosomático promedio (IGS) en las hembras de sardina común, tanto en la zona de San Antonio como en la zona de Talcahuano.

En efecto, el análisis de regresión múltiple, realizado con el paquete estadístico SYSTAT, revela que el IGS individual puede ser explicado en función del número o fracción de ovocitos previtelogénicos (PVIT), ovocitos vitelogénicos I (VIT1), ovocitos vitelogénicos II (VIT2), ovocitos vitelogénicos III (VIT3), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR).

A continuación se presenta la ecuación polinomial mediante la cual puede ser descrito el índice gonadosomático individual de las hembras de sardina común (Fig. 13), cuyos parámetros y valores estadísticos se muestran en las Tabla 5 y 6. La **Figura 14** muestra la distribución de los residuos.



$$\text{IGS} = a\text{PVIT} + b\text{VIT1} + c\text{VIT2} + d\text{VIT3} + e\text{HIDR} + f\text{FPO} + g\text{ATR} \quad 14$$

Tabla 5. Resultados del análisis de regresión múltiple para el IGS individual de sardina común ($r^2 = 0,853$; $P < 0,001$).

Coefficiente	Valor	Error estándar	T	P
a	1,190	0,315	3,777	0,000
b	6,372	0,574	11,106	0,000
c	10,076	0,300	33,534	0,000
d	45,295	9,153	4,949	0,000
e	32,448	1,133	28,635	0,000
f	16,490	7,148	2,307	0,021
g	22,151	4,538	4,881	0,000

Tabla 6. Análisis de varianza de la regresión múltiple para el IGS individual de sardina común.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón F
Regresión	16094,248	7	2299,178	535,059
Residual	2784,491	648	4,297	

En este análisis fue descartada la participación de los elementos celulares que componen el tejido y, los espacios vacíos, por cuanto su incidencia en el valor del IGS individual fue muy poco significativa.

Por último, tanto la evolución temporal de la frecuencia de estados de madurez sexual (Sección 3.2.1.1. Figs. 2 y 3), índice gonadosomático (Sección 3.2.1.2. Fig. 5), índice gonádico (Sección 3.2.1.3. Fig. 8) e índice gamético (Fig. 10), indicaría la presencia de un período reproductivo secundario durante el primer trimestre de estudio. Al respecto, como se desprende de la evolución temporal del índice gonadosomático promedio mensual entre enero de 1991 y

diciembre de 1995 (Fig. 6), efectivamente habría ocurrido un período reproductivo secundario en sardina común, en la zona de Talcahuano.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurrió entre 1991 y 1994, el período reproductivo secundario en 1995 habría comenzado antes, esto es, en diciembre de 1994 (Fig. 6).

3.2.2. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN ANCHOVETA

3.2.2.1. FRECUENCIA DE ESTADOS DE MADUREZ SEXUAL

La distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual (EMS) de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996, de forma similar a lo observado en el caso de sardina común (Sección 3.2.1.1), se encuentra interrumpida entre septiembre y diciembre de 1995 (Fig. 15), por las mismas razones que fueran expuestas respecto de la distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de sardina común en la V Región, esto es:

- malas condiciones climáticas,
- reorientación del esfuerzo de pesca,
- ausencia total de desembarque, y
- malas condiciones organolépticas de las muestras.

La evolución mensual de la frecuencias de estados de madurez sexual de anchoveta en la zona de San Antonio revela la presencia de hembras hidratadas (EMS IV) y el predominio de hembras en maduración (EMS III) en febrero de 1995 (Fig. 15), situación similar al comportamiento registrado en sardina común en el mismo período y zona.

En mayo de 1995, en cambio, la proporción de estados de madurez cambia bruscamente, registrándose el predominio de hembras inmaduras (EMS II), situación que se prolonga hasta mayo (Fig. 13). La fracción de hembras inmaduras, fuertemente representada en abril de 1995,

disminuyó gradualmente hasta agosto de 1995, con el consecuente incremento de la fracción de hembras en maduración (EMS III), las que fueron predominantes entre junio y agosto (Fig. 15). Sin embargo, en ningún momento constituyeron mayoría absoluta, como ocurriera en julio de 1995 en relación a los estados de madurez sexual de sardina común (Sección 3.2.1.1, Fig. 2).

En enero de 1996, las hembras en maduración fue la fracción predominante (Fig. 15), hecho completamente diferente a lo observado en el mismo período para sardina común (Fig. 2).

La distribución de frecuencia de estados de madurez en sardina común y anchoveta en la V Región presenta características similares, al menos en el primer semestre de estudio (febrero-julio de 1995), tanto en relación al cambio en la proporción de estados de madurez sexual, donde las hembras en maduración (EMS III) estuvieron mayormente representadas en febrero, dando lugar al predominio de hembras inmaduras entre marzo y mayo, así como en cuanto a la presencia de hembras hidratadas en febrero de 1995.

En la zona de Talcahuano, la distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de anchoveta (Fig. 16), difiere de lo observado en la zona de San Antonio. En efecto, en la zona de Talcahuano el predominio de hembras en maduración (EMS III) en febrero de 1995 no es tan evidente, ya que existe una fuerte presencia de hembras inmaduras (EMS II), así como una significativa fracción de hembras desovadas (EMS V). Además, no se observó un cambio brusco en la proporción de estados de madurez en marzo (Fig. 16).

Entre abril y septiembre de 1995, se observó un paulatino incremento en la proporción de hembras en maduración (EMS III), hecho que se prolongó hasta enero de 1996, con excepción de octubre de 1995, donde predominaron las hembras inmaduras (Fig. 16). Además, en abril, entre junio y noviembre y en diciembre, se observa la presencia de hembras hidratadas (Fig. 16), situación que no ocurriera en la zona de San Antonio (Fig. 15).

Al respecto, la presencia de hembras hidratadas (EMS IV) fue más significativa en julio de 1995. Por otro lado, cabe destacar la presencia de hembras desovadas en diciembre de 1995 (Fig. 16).

La distribución de frecuencias de estados de madurez sexual de anchoveta en la zona de Talcahuano (Fig. 16) es similar a la distribución de EMS de sardina común en la misma área entre febrero y septiembre de 1995, dado que en ambas especies se observó la presencia de hembras desovadas en febrero, y de hembras hidratadas entre junio y septiembre (Figs. 3 y 16). No obstante, la transición entre el predominio de hembras inmaduras en marzo, al predominio de hembras en maduración (EMS III) entre abril y julio, es gradual (Fig. 16), situación contraria a lo observado en sardina común. Además, en el caso de anchoveta, sólo se observó la presencia de hembras desovadas en diciembre de 1995.

El cambio en la proporción de estados de madurez sexual de hembras de anchoveta que se produjo en mayo-junio de 1995 en la zona de San Antonio, y mayo-abril en la zona de Talcahuano, indicaría el inicio del período reproductivo principal en ambas especies. En este sentido, el período reproductivo principal de anchoveta habría tenido lugar en el período junio-diciembre de 1995, a pesar de la ausencia o muy baja representatividad de hembras desovadas (EMS V) en este período (Fig. 16).

3.2.2.2. INDICE GONADOSOMATICO

La evolución mensual del índice gonadosomático (IGS) promedio de las hembras de anchoveta en el área de San Antonio presenta una tendencia decreciente entre febrero y marzo, y creciente entre mayo y julio de 1995, donde alcanzó un valor máximo cercano a 6%, descendiendo levemente en agosto (Fig. 17). En enero de 1996, el índice gonadosomático promedio alcanzó una magnitud cercana a 7% (Fig. 17).

Tal como ocurriera respecto de los índices reproductivos macroscópicos de sardina común en la V Región, y en relación a los estados de madurez sexual de anchoveta (Sección 3.2.2.1), la falta de información entre septiembre y diciembre de 1995 no permite hacer mayores consideraciones respecto de la evolución del IGS promedio mensual en la zona de San Antonio.

En la zona de Talcahuano, en el caso de anchoveta, el índice gonadosomático promedio mensual decrece entre febrero y marzo de 1995 sin embargo, luego inicia una tendencia creciente hasta alcanzar un máximo promedio en julio (Fig. 18). Entre agosto y octubre, el IGS promedio decae progresivamente hasta llegar a un mínimo promedio cercano a 2% en octubre, momento a partir del cual se recupera mostrando una fase de crecimiento hasta enero de 1996 (Fig. 18).

La fase de crecimiento que presentó el índice gonadosomático promedio entre abril y junio, con máximo en julio, sería consecuencia del progresivo incremento en la proporción de hembras en maduración (EMS III) y de la presencia de hembras hidratadas (EMS IV), particularmente entre junio y agosto de 1995 (Fig. 16).

Por otro lado, la fase de decaimiento en la evolución mensual del IGS promedio de anchoveta en la zona de Talcahuano (Fig. 18) se atribuye al resurgimiento, como fracción predominante, de la proporción de hembras inmaduras (EMS II), principalmente en septiembre y octubre de 1995 (Fig. 18).

En consecuencia, tomando en consideración la fase de crecimiento del índice gonadosomático promedio mensual, y la fase de decaimiento (Fig. 18), el período reproductivo principal habría ocurrido entre junio y noviembre de 1995. Esto tiene su fundamento en la presencia de hembras hidratadas entre junio y noviembre, y la presencia de hembras desovadas en diciembre de 1995 (Fig. 16).

El índice gonadosomático promedio mensual de anchoveta en la zona de Talcahuano presenta características similares a la evolución del IGS promedio en la zona de San Antonio, al menos en relación al primer semestre de estudio. En ambos casos existió una fase de crecimiento entre mayo y junio, zona de San Antonio, y abril-junio en la zona de Talcahuano (Figs. 17 y 18). Además, el máximo promedio se alcanzó en julio de 1995, en ambas zonas de estudio.

3.2.2.3. INDICE GONADICO

La evolución mensual del Índice Gonádico promedio (IG, gr/cm^3) de las hembras de anchoveta en la zona de San Antonio presenta similares características que la distribución mensual del índice gonadosomático, esto es:

- pendiente negativa entre febrero y marzo y
- pendiente positiva entre mayo y julio, donde alcanzó el máximo promedio y,
- decrecimiento en agosto de 1995 (Fig. 19).

En la zona de Talcahuano, la evolución mensual del índice gonádico es diferente a la evolución mensual del IG en la zona de San Antonio. Al respecto, en Talcahuano se observó un descenso de las magnitudes promedio entre febrero y marzo, y un incremento sostenido entre abril y junio (Fig. 19), situación similar a lo observado respecto del índice gonadosomático promedio en la misma área de estudio (Fig. 18). Además, en la zona de Talcahuano, el máximo promedio también se alcanzó en julio, sin embargo, este no resultó ser significativamente diferente del valor registrado en junio de 1995 (Fig. 20).

Por otro lado, de forma similar al comportamiento registrado en el caso del índice gonadosomático promedio de anchoveta entre agosto y octubre de 1995, el índice gonádico presentó una pendiente negativa, que se revirtió entre noviembre de 1995 y enero de 1996 (Fig. 20).

3.2.2.4. INDICE COMPUESTO DE MADUREZ SEXUAL

En la zona de San Antonio, la distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) de las hembras de anchoveta, presentó una tendencia decreciente entre febrero y marzo, y creciente entre abril y julio (Fig. 21). En julio, el incremento neto en el índice compuesto de madurez sexual es aproximadamente 2,5 veces el valor del ICMS del mes precedente. Además, al igual que en relación al IGS e IG, se observó un descenso de la magnitud promedio del ICMS

en agosto de 1995 (Fig. 21). En enero de 1996, el índice compuesto de madurez sexual promedio alcanzó un valor cercano a 5,7% (Fig. 21).

La distribución mensual del índice compuesto de madurez sexual en la zona de Talcahuano, presenta una pendiente negativa entre febrero y marzo (Fig. 22), similar a lo ocurrido en la zona de San Antonio (Fig. 21), y en los índices gonadosomático (Fig. 18) y gonádico (Fig. 20) en la misma área. Además, se observa una tendencia creciente entre abril y junio que se convierte en decreciente en julio (Fig. 22), a diferencia de lo que ocurre en la zona de San Antonio, donde el ICMS se duplica (Fig. 21).

Sin embargo, la tendencia decreciente registrada en el índice compuesto de madurez sexual en julio se revirtió e hizo creciente entre agosto y septiembre, mes donde se registró el máximo promedio mensual dentro del período de estudio que se informa (Fig. 22).

Por otro lado, en octubre de 1995 se produjo un brusco descenso de la magnitud promedio del ICMS de anchoveta en la zona de Talcahuano (Fig. 22) situación que se habría debido a la presencia de una fuerte fracción de hembras inmaduras (Fig. 16). No obstante, esta condición cambió entre noviembre de 1995 y enero de 1996, aunque con notorias fluctuaciones (Fig. 22).

Finalmente, el análisis de la distribución mensual de los índices gonadosomático, gonádico y compuesto de madurez sexual en las zonas de San Antonio y Talcahuano, no revela la ocurrencia de un período reproductivo secundario en anchoveta en febrero-marzo, fenómeno que sí habría ocurrido en sardina común (Sección 3.2.1).

En este sentido, el comportamiento temporal del índice gonadosomático promedio mensual durante el período de estudio, presenta notables diferencias respecto del comportamiento temporal del IGS observado entre enero de 1991 y diciembre de 1995 donde, las magnitudes promedio fueron mucho mayores y ocurrieron entre septiembre y diciembre (Fig. 23). En consecuencia, en anchoveta de la zona de Talcahuano se ha producido un adelantamiento de la época reproductiva principal (Fig. 23).

3.2.2.5. INDICE GAMETICO

En la zona de San Antonio, la evolución temporal del índice gamético para células maduras (Fig. 24) entre abril y agosto de 1995, de forma similar a lo que se observó en el caso de sardina común en la zona de Talcahuano, presenta características similares a la evolución temporal de la fracción de hembras en maduración (Sección 3.2.2.1, Fig. 15). Al respecto, el IGam para células maduras evidenció una tendencia creciente entre abril y agosto de 1995, alcanzando en este último mes el valor máximo promedio (Fig. 24). Sin embargo, como en el caso de sardina común en la zona de San Antonio, la ausencia de registros entre septiembre de 1995 y enero de 1996, no permite mayores consideraciones respecto del comportamiento del índice gamético de las hembras de anchoveta en la V Región.

No obstante, en la zona de San Antonio, cabe destacar la presencia de hembras con ovocitos hidratados (HIDR) entre mayo y julio de 1995, situación que no fuera detectada en relación a la distribución mensual de estados de madurez sexual (Sección 3.2.2.1, Fig. 15).

En la zona de Talcahuano, de manera similar a lo que ocurriera en la zona de San Antonio, en el caso de anchoveta, y en la zona de Talcahuano en relación a sardina común, la evolución temporal del índice gamético para células maduras (Fig. 25) presenta características similares a la evolución temporal del estado de madurez sexual III (Fig. 16), a pesar de que las fluctuaciones son menos notorias.

Por otro lado, en relación al índice gamético para ovocitos hidratados (HIDR), cabe señalar que estos fueron encontrados entre junio y agosto de 1995 y en noviembre y diciembre (Fig. 25). Al respecto, la ausencia de hembras con ovocitos hidratados en septiembre y octubre de 1995 se debe a la baja presencia de éstas en el desembarque, como se desprende de la evolución temporal de los estados de madurez sexual (Sección 3.2.2.1, Fig. 16). Caso contrario es lo que ocurrió entre junio y agosto de 1995, donde la presencia de hembras con ovocitos hidratados fue mucho más relevante (Fig. 16), como la destaca el índice gamético para este componente ovárico (Fig. 25).

De la misma forma que en el caso de sardina común, el índice gonadosomático (IGS) de las hembras de anchoveta puede ser explicado en función de aquellos elementos ováricos que sufren cambios en número y tamaño durante el ciclo de vida de los peces, a saber: ovocitos previtelogénicos (PVIT), ovocitos vitelogénicos I (VIT1), ovocitos vitelogénicos II (VIT2), ovocitos vitelogénicos III (VIT3), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR).

La función polinomial calculada mediante análisis de regresión múltiple que describe al IGS individual, cuyos parámetros y valores estadístico se muestran en las Tablas 7 y 8, se presenta a continuación. La Figura 27 muestra la distribución de los residuos.

$$\text{IGS} = a\text{PVIT} + b\text{VIT1} + c\text{VIT2} + d\text{VIT3} + e\text{HIDR} + f\text{FPO} + g\text{ATR} \quad 15$$

Tabla 7. Resultados del análisis de regresión múltiple para el IGS individual de anchoveta como función de los componentes ováricos ($r^2 = 0,834$; $P < 0,001$).

Coefficiente	Valor	Error estándar	T	P
a	1,394	0,373	3,738	0,000
b	4,992	0,590	8,463	0,000
c	10,927	0,345	31,662	0,000
d	79,217	28,274	2,802	0,000
e	13,807	1,168	11,820	0,000
f	-268,776	433,454	-0,620	0,535
g	12,474	9,082	1,373	0,170

Tabla 8. Análisis de varianza de la regresión múltiple para el IGS individual de anchoveta en función de los componentes ováricos.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón F
Regresión	14423,818	7	2060,545	439,813
Residual	2867,251	612	4,685	

Por último, tanto en el caso de sardina común como en el caso de anchoveta en la zona de San Antonio y Talcahuano, el análisis de las estructuras ováricas, en relación a su composición y



evolución temporal, concuerda con el análisis de la evolución temporal de los índices reproductivos macroscópicos, estados de madurez sexual (EMS), índice gonadosomático (IGS), índice gonádico (IG) e índice compuesto de madurez sexual (ICMS).

Además, también queda de manifiesto que, en el caso de sardina común, la época reproductiva principal habría ocurrido entre junio y octubre y, en el caso de anchoveta, entre junio y diciembre de 1995.

3.3. DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL DEL PROCESO DE RECLUTAMIENTO

3.3.1. ANALISIS DEL PROCESO DE RECLUTAMIENTO

3.3.1.1. COMPOSICION POR TALLAS

El número de ejemplares de sardina común y anchoveta que fueron muestreados para estimar la composición por talla, en sardina común y anchoveta, se presenta en la Tabla 9. Sin embargo, se destaca que, con el objeto de evitar sesgos en la estimación de las composiciones por talla, las distribuciones de frecuencia de talla han sido ponderadas por la captura de las embarcaciones muestreadas, siendo estas las frecuencias relativas que se indican en las figuras, esto debido a que algunas embarcaciones operaron en áreas donde la estructura de tallas fue distinta a la estructura de tallas de otras embarcaciones que operaron en otras áreas.

Tabla 9. Número de ejemplares muestreados mensualmente en las zonas de San Antonio y Talcahuano para determinar la composición de tallas en el desembarque de sardina común y anchoveta.

MES	San Antonio		Talcahuano	
	Sard. común	Anchoveta	Sard. común	Anchoveta
FEB	260	509	961	841
MAR	927	2258	2757	2757
ABR	567	1567	1023	3173
MAY	285	1495	1993	4427
JUN	164	1627	343	1355
JUL	53	985	1245	3038
AGO	-	597	1326	394
SEP	-	-	1461	4372
OCT	-	-	3259	2643
NOV	-	-	2103	1241
DIC	-	-	5545	377
ENE	1320	459	5540	379

Al respecto, y a modo de ejemplo, en enero de 1995 la flota sardinera-anchovetera industrial realizó actividades de pesca en, al menos, cinco sectores (Fig. 28), a saber:

- i. al oeste de la Isla Mocha ($38^{\circ}30'S - 74^{\circ}15'W$),
- ii. en el sector costero frente a Tirúa ($38^{\circ}30'S - 73^{\circ}30'W$),
- iii. este de la Isla Santa María ($37^{\circ}S$),
- iv. frente a San Vicente y en la boca de la bahía de Concepción, y
- v. Frente a Punta Nugurúe (Fuente: Base de datos del Instituto de Investigación Pesquera).

Además, cabe destacar el carácter netamente costero de la distribución de la flota industrial de cerco sardinera-anchovetera, cuyas capturas más alejadas, en general, no superaron las 30-35 millas de la costa.

- **Composición de tallas en sardina común**

La composición mensual de tallas en las capturas de sardina común en la zona de San Antonio presentó, en general, una estructura bimodal (Fig. 29), con una moda principal que, en febrero de 1995, se encontró alrededor de 8 cm de longitud total (LT), para luego desplazarse hacia tallas más grandes (10,5 cm de LT en junio y 9,5 cm de LT en julio). La moda secundaria fue más importante en febrero y entre abril y mayo de 1995, y estuvo conformada por peces de entre 13,5 y 14 cm de LT (Fig. 29).

En enero de 1996, la estructura de tallas de sardina común presentó una estructura prácticamente unimodal (Fig. 29), con una moda centrada alrededor de 7,5 cm de LT. Además, la longitud máxima registrada en ese mes no superó los 12,5 cm de LT (Fig. 29).

En la **Figura 30** se observa el desplazamiento temporal de la moda principal (círculos llenos o negros) y de la moda secundaria (círculos vacíos), en la estructura mensual de tallas de sardina común en la zona de San Antonio. Además, cada punto representa la talla promedio del grupo modal respectivo.

En la zona de Talcahuano, la composición mensual de tallas en las capturas de sardina común, al igual que en la zona de San Antonio, presentó generalmente una estructura bimodal, sin embargo, el rango de tallas normalmente fue superior (Fig. 31). Además, la estructura de tallas es diferente entre meses.

En febrero de 1995, la flota sardinera-anchovetera capturó, principalmente, peces de entre 10 y 13,5 cm de LT, disminuyendo la importancia de los primeros en marzo, donde el aporte de individuos más grandes fue más significativo (Fig. 31). Esta situación se revirtió en abril, donde la moda principal se ubicó alrededor de 9,5-10 cm de LT (Fig. 31). Además, en abril de 1995 cabe destacar la presencia de un pequeño grupo modal alrededor de los 6,5 cm de LT que también pudo ser observado en mayo (Fig. 32, cuadrados vacíos). Sin embargo, este grupo perdió fuerza rápidamente, por cuanto no se lo encontró en los meses sucesivos.

La **Figura 32** muestra el desplazamiento temporal de la moda principal (círculos negros o llenos), moda secundaria (círculos vacíos) y grupo modales menores (cuadrados vacíos), de las distribuciones de frecuencias de talla de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996. Al respecto, tal como se señalara en relación a la distribución de frecuencias de talla en la zona de San Antonio, los grupos modales fueron separados mediante la identificación de componentes normales.

En este sentido, en febrero de 1995, la distribución de frecuencias de talla estuvo conformada por dos grupos modales, el primero o grupo modal principal, se encontró alrededor de 10 cm de LT, y el segundo (grupo modal secundario), cercano a 13 cm de LT (Fig. 32). En marzo de 1995, el grupo modal secundario corresponde a aquel que constituyera el grupo modal principal en el mes precedente (Figs. 31 y 32).

Por otro lado, cabe destacar la presencia de un grupo modal secundario en junio de 1995, con una longitud promedio de 5,5 cm de LT (Fig. 32, círculo vacío) que siguió evolucionando como tal (grupo modal secundario) hasta septiembre de 1995, momento a partir del cual prácticamente desaparece. Dicho componente normal prosiguió como grupo modal principal hasta noviembre de 1995, momento a partir del cual pasó a ser un grupo modal secundario, en diciembre de 1995 y enero de 1996 (Fig. 32).

Finalmente, también cabe resaltar la presencia de un grupo modal secundario en noviembre de 1995, alrededor de 5 cm de LT, el que pasó a constituirse en grupo modal principal en diciembre de 1995 y enero de 1996 (Figs. 31 y 32, cuadrados llenos), sosteniendo la pesquería de este recurso en dicho período.

• ***Composición de tallas en anchoveta***

La composición mensual de tallas en las capturas de anchoveta en el área de San Antonio presentó, en general, una sola moda (Fig. 33) sin embargo, al aplicar la metodología de separación de componentes normales, se descubrió que en todo el período de estudio la

distribución de frecuencias de talla de anchoveta estuvo conformada por dos grupos modales o componentes normales, con la excepción de enero de 1996, donde habrían coexistido tres (Fig. 34). En febrero de 1995, la composición de tallas de anchoveta presentó una estructura trimodal, sin embargo, al análisis de componentes normales revela la existencia de dos grupos modales (Figs. 33 y 34). Esta misma situación pudo ser observada en julio, donde además, se registró la presencia de un pequeño grupo de individuos con la mayor longitud total registrada en el período de estudio, alrededor de 18 cm de LT (Fig. 33).

Entre febrero y junio de 1995, se pudo observar el desplazamiento temporal de la moda principal (o componente normal principal) desde 11 cm de LT hasta, aproximadamente 13,5 cm de LT (Fig. 34). Sin embargo, en julio y agosto de 1995, el componente normal principal tuvo una longitud promedio que fluctuó alrededor de los 10,5 cm de LT (Fig. 34). En consecuencia, en julio de 1995, se habría producido un reemplazo del grupo o componente normal principal por aquel que entre febrero y junio fuera un grupo modal secundario. Por último, en enero de 1996, el grupo modal principal presentó una longitud total promedio de 9 - 9,5 cm de LT (Fig. 34).

En la zona de Talcahuano (Fig. 35), la distribución de frecuencias de talla de anchoveta estuvo compuesta por dos o más componentes normales (Fig. 36). En febrero de 1995, la estructura de tallas en el desembarque presentó dos componentes normales. El primer componente normal, grupo modal principal, se encontró alrededor de 12 cm de LT (Fig. 36, círculo lleno), y el grupo modal secundario, cercano a los 15 cm de LT (Fig. 36, círculo vacío). Además, el grupo modal principal continuó su evolución temporal hasta enero de 1996, manteniendo su condición de componente principal en abril y mayo de 1995. En marzo y junio de 1995 y enero de 1996, fue un grupo modal secundario (Fig. 36, círculos vacíos). Por otro lado, en septiembre y octubre de 1995, su aporte relativo al desembarque tuvo menos importancia (Fig. 36, cuadrados vacíos).

En mayo de 1995, la composición de tamaños de anchoveta en la zona de Talcahuano estuvo conformada por tres grupos modales. En este sentido, el grupo modal principal (tercer componente normal) se encontró alrededor de 14 cm de LT (Fig. 36, círculo lleno). Además, el primer componente normal, con una longitud cercana a 6,5 cm de LT, presentó un desplazamiento temporal, como grupo modal principal, entre junio y diciembre de 1995,

alcanzando una longitud total promedio de 12,1 cm (Figs. 35 y 36). En enero de 1996, la estructura de tallas de anchoveta estuvo conformada por tres grupos modales, el primero, con menor importancia relativa, presentó una talla modal alrededor de 10 cm de LT; el segundo, correspondiente al grupo modal principal, presentó una longitud modal de 14 cm de LT. Por último, el tercer grupo modal presentó una longitud promedio cercana a 17 cm de LT (Figs. 35 y 36).

Finalmente, se destaca la presencia de al menos cuatro cohortes presentes en el stock de anchoveta en la zona de Talcahuano, las que en determinado momento habrían constituido un grupo modal principal (Fig. 36, círculos llenos). Se destaca que el grupo modal que apareció en mayo de 1995, habría sostenido la pesquería de anchoveta en la zona de Talcahuano durante gran parte del período de estudio. Las cohortes o grupo modales se señalan en la Figura 36 con líneas punteadas.

3.3.2. PROPORCION DE EJEMPLARES JUVENILES

3.3.2.1. FRACCION JUVENIL EN SARDINA COMUN

En la zona de San Antonio, la fracción juvenil o reclutas de sardina común; esto es, aquellos individuos de longitud total menor a 10 cm, están presentes prácticamente durante todo el período de estudio. Al respecto, en febrero de 1995, la fracción juvenil representó el 80% del desembarque en dicha Región (Fig. 37), situación consecuente con la presencia de un grupo modal principal alrededor de 8,5 cm de LT (Fig. 30).

Entre marzo y junio de 1995, la fracción juvenil presentó una tendencia decreciente (Fig. 37), la que se atribuye al crecimiento de aquellos ejemplares que entre febrero y junio constituyeron un grupo modal principal (Figs. 29 y 30). Por otro lado, en julio de 1995, se observó un incremento en la fracción juvenil (Fig. 37), situación que se debió a que la composición de tamaños de

sardina común en la zona de San Antonio estuvo conformada por un solo grupo modal (Figs. 29 y 30) con una longitud promedio inferior a 9 cm de LT.

Por último, en enero de 1996, la fracción juvenil superó el 95% del desembarque en número en la zona de San Antonio (Fig. 37), situación que se atribuye a la presencia de ejemplares reclutas que habrían ingresado a la pesquería a una longitud total promedio de 7,2 cm (Fig. 30), conformando un solo grupo modal en dicho período (Fig. 29).

En la zona de Talcahuano, la proporción de individuos menores a 10 cm de LT es diferente de lo observado en la zona de San Antonio, al menos en lo que se refiere al primer semestre de estudio (febrero-julio de 1995). Al respecto, en general, la fracción juvenil no superó el 15% en número en el desembarque de sardina común entre febrero y noviembre de 1995 (Fig. 38). En este mismo período, sólo en abril y junio, la fracción juvenil alcanzó el 30% en el desembarque, situación que se atribuye a que, en abril, el grupo modal principal presentó una longitud promedio cercana a 10 cm de LT y, en junio se evidenció la presencia de individuos de longitud total menor a 7 cm (Figs. 31 y 32).

En diciembre de 1995 y enero de 1996, la proporción de peces menores a 10 cm de LT superó el 70% en número en el desembarque en la zona de Talcahuano (Fig. 38) hecho que fue consecuencia de la presencia de un grupo modal principal con una longitud promedio de 6,5 cm de LT en diciembre de 1995 y 7,5 cm de LT en enero de 1996. (Figs. 31 y 32).

En consecuencia, en la zona de San Antonio se habrían producido dos pulsos de reclutas; el primero, entre febrero y abril de 1995 (Fig. 37), originado por el ingreso a la pesquería de peces de 8-8,5 cm de LT, por cuanto constituyeron un grupo modal en dicho período, el que se mantuvo en el tiempo hasta junio-julio de 1995 (Figs. 29 y 30). El segundo pulso de reclutas se observó en enero de 1996, producido por individuos que conformaron un solo grupo modal con una longitud promedio de 7,2 cm de LT en dicho período (Fig. 29).

Por otro lado, en la zona de Talcahuano se habrían producido, entre febrero de 1995 y enero de 1996, tres pulsos de reclutas; en abril, junio y noviembre-diciembre de 1995, respectivamente (Fig. 32).

Al respecto, el pulso de reclutas que se observó en abril de 1995 se produjo por el ingreso a la pesquería de peces de 6-6,5 cm de LT, conformando un grupo modal pequeño en dicho período (Fig. 32, cuadrado vacío). En cuanto al segundo pulso de reclutas, en junio de 1995, éste estuvo conformado por peces de 5-6 cm de LT, los que constituyeron un grupo modal secundario que se mantuvo hasta septiembre de 1995 con una longitud promedio de 7,4 cm de LT (Fig. 32). Sin embargo, la importancia relativa de este grupo no fue muy significativa en cuanto a su participación en el desembarque en número durante el período en cuestión (junio-septiembre de 1995).

Por último, en noviembre de 1995 se registró la presencia de un grupo modal secundario con una longitud promedio de 5,2 cm de LT (Fig. 32), el que sostuvo la pesquería entre diciembre de 1995 y enero de 1996, últimos meses de estudio, y que darían cuenta del elevado porcentaje de peces menores a 10 cm de LT que se observa en la **Figura 38**.

3.3.2.2. FRACCION JUVENIL EN ANCHOVETA

La proporción de individuos menores a 10 cm de longitud total, fracción juvenil, de anchoveta en la zona de San Antonio, no superó el 10% en número en el desembarque entre marzo y agosto de 1995 (Fig. 39), situación que se debió a la ausencia de grupos modales principales o secundarios con tallas promedio inferiores a 10 cm de LT (Fig. 34). En febrero de 1995, la fracción juvenil alcanzó a 18% (Fig. 39).

En cambio, en enero de 1996, la fracción juvenil superó levemente el 50% en el desembarque en número de anchoveta en la V Región (Fig. 39), hecho que se basa en la presencia de un grupo modal principal con una longitud promedio de 9 cm de LT (Fig. 33 y Fig. 34, círculo lleno).

En consecuencia, en la zona de San Antonio, se habría registrado un solo pulso de reclutas en enero de 1996, producido por el ingreso a la pesquería de un grupo modal principal con una longitud total promedio inferior a 10 cm (Fig. 34).

En la zona de Talcahuano, por otro lado, se observa que la fracción juvenil, individuos menores a 10 cm de LT, presentó una tendencia creciente entre febrero y agosto de 1995, para luego decrecer entre septiembre de 1995 y enero de 1996 (Fig. 40). La proporción de individuos menores a 10 cm de LT superó el 50% en número en el desembarque entre mayo y septiembre de 1995, además, alcanzó a poco más de 80% en agosto (Fig. 40).

Por lo tanto, a diferencia de lo que se pudo observar en la zona de San Antonio, en la zona de Talcahuano se habrían producido dos pulsos de reclutas. El primero, en marzo de 1995, a una longitud modal de 9,5 cm de LT (Fig. 36, cuadrado vacío) formado por individuos que conformaron un grupo modal secundario en dicho período, el que además fue observado en julio y agosto de 1995 (Fig. 36). El segundo pulso de reclutas se habría producido en abril de 1995, a una longitud modal de 6 cm de LT (Fig. 31, cuadrado vacío), por aquel que fuera un componente normal de baja importancia relativa en dicho período. Además, en este pulso de reclutas también participó el grupo modal secundario registrado en abril, con una longitud total promedio de 8,4 cm (Fig. 36, círculo vacío).

Cabe destacar además, que el pulso de reclutas que se produjo en abril fue el que sostuvo la pesquería de anchoveta en la zona de Talcahuano durante el período de estudio que se informa, por cuanto el grupo modal que dio origen a este pulso de peces menores a 10 cm de LT, y que da cuenta del incremento de la fracción juvenil entre mayo y agosto (Fig. 40), pasó a constituir un grupo modal principal cuyo desplazamiento temporal se observa en la **Figura 36** (círculos llenos).

3.4. VALORES MAXIMO Y MINIMOS DE LOS INDICADORES REPRODUCTIVOS

Los valores promedio, mínimo y máximo de los indicadores reproductivos: distribución de estados de madurez sexual (EMS), índice gonadosomático (IGS), índice gonádico (IG), índice compuesto de madurez sexual (ICMS) e índice gamético (IGam), por especie y zona de estudio, se presentan en las Tablas 10 a 21.

Tabla 10a. Proporción de estados de madurez sexual (EMS) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	EMS II	EMS III	EMS IV	EMS V
FEB	0,0	97,4	2,6	0,0
MAR	95,0	5,0	0,0	0,0
ABR	84,1	15,9	0,0	0,0
MAY	53,7	46,3	0,0	0,0
JUN	-	-	-	-
JUL	0,0	100,0	0,0	0,0
AGO	-	-	-	-
SEP	-	-	-	-
OCT	-	-	-	-
NOV	-	-	-	-
DIC	-	-	-	-
ENE	90,0	10,0	0,0	0,0

Tabla 10b. Proporción de estados de madures sexual (EMS) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	EMS II	EMS III	EMS IV	EMS V
FEB	53,6	30,9	0,0	15,5
MAR	84,4	15,6	0,0	0,0
ABR	67,5	32,5	0,0	0,0
MAY	33,5	66,5	0,0	0,0
JUN	2,9	87,1	10,0	0,0
JUL	0,6	85,2	14,2	0,0
AGO	0,0	63,4	34,3	2,3
SEP	15,8	82,2	2,0	0,0
OCT	29,0	44,0	5,0	22,0
NOV	54,0	4,0	0,0	42,0
DIC	42,0	33,3	0,7	24,0
ENE	44,0	54,0	1,6	0,4

Tabla 11a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	0,961	0,365	5,078
MAR	1,310	0,405	4,563
ABR	1,810	0,373	8,825
MAY	2,557	0,742	6,594
JUN	-	-	-
JUL	8,918	3347	14,192
AGO	-	-	-
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	1,725	0,065	4,203

Tabla 11b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	2,197	0,370	8,765
MAR	1,643	0,118	9,765
ABR	1,913	0,310	7,252
MAY	3,506	0,473	8,713
JUN	6,320	1,571	19,930
JUL	8,009	0,750	20,941
AGO	9,136	3,367	25,000
SEP	4,441	1,387	15,039
OCT	3,037	0,457	16,770
NOV	0,893	0,514	3,811
DIC	2,231	0,281	13,552
ENE	2,765	0,440	10,536

Tabla 12a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	0,921	0,328	4,264
MAR	1,060	0,364	3,936
ABR	1,541	0,328	6,901
MAY	2,159	0,605	5,685
JUN	-	-	-
JUL	6,847	2,764	11,197
AGO	-	-	-
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	1,578	0,058	3,646

Tabla 12b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	2,342	0,406	10,103
MAR	1,633	0,100	9,985
ABR	1,905	0,300	8,513
MAY	3,221	0,463	8,190
JUN	5,559	1,123	14,826
JUL	6,288	0,605	16,476
AGO	6,598	2,150	17,071
SEP	3,041	1,057	10,893
OCT	2,420	0,358	13,500
NOV	0,816	0,459	3,827
DIC	2,274	0,295	13,153
ENE	2,914	0,492	11,407

Tabla 13a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) por mes en las hembras de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	0,801	0,127	1,453
MAR	1,084	0,066	1,946
ABR	1,072	0,276	3,803
MAY	1,217	0,396	2,958
JUN	-	-	-
JUL	8,150	3,239	12,428
AGO	-	-	-
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	1,321	0,058	3,630

Tabla 13b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) por mes en las hembras de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	2,342	0,406	10,103
MAR	1,633	0,100	9,985
ABR	1,905	0,300	8,513
MAY	3,221	0,463	8,190
JUN	5,559	1,123	14,826
JUL	6,288	0,605	16,476
AGO	6,598	2,150	17,071
SEP	3,041	1,057	10,893
OCT	2,420	0,358	13,500
NOV	0,816	0,459	3,827
DIC	2,274	0,295	13,153
ENE	2,914	0,492	11,407

Tabla 14. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	39,8	2,5	73,0
MAY	42,9	0,5	73,5
JUN	64,1	50,5	75,5
JUL	-	-	-
AGO	-	-	-
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	-	-	-

Tabla 15a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	49,5	2,0	82,5
MAY	39,5	0,5	77,0
JUN	60,0	7,0	82,5
JUL	53,2	6,5	74,0
AGO	48,7	4,0	68,0
SEP	41,2	2,0	62,0
OCT	41,7	2,0	64,5
NOV	22,7	0,5	64,0
DIC	36,7	1,0	64,0
ENE	40,5	2,0	65,0

Tabla 15b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para ovocitos hidratados (HIDR) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	42,7	42,7	42,7
MAY	0,0	0,0	0,0
JUN	44,0	34,0	52,5
JUL	30,0	0,5	60,5
AGO	44,5	25,5	55,5
SEP	43,5	43,5	43,5
OCT	2,0	2,0	2,0
NOV	0,0	0,0	0,0
DIC	0,0	0,0	0,0
ENE	0,0	0,0	0,0

Tabla 15c. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos postovulatorios (FPO) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	7,5	7,5	7,5
MAY	0,0	0,0	0,0
JUN	0,0	0,0	0,0
JUL	8,8	1,5	16,5
AGO	0,0	0,0	0,0
SEP	1,0	1,0	1,0
OCT	0,0	0,0	0,0
NOV	0,0	0,0	0,0
DIC	1,6	0,5	6,5
ENE	0,5	0,5	0,5

Tabla 15d. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos atrésicos (ATR) en las capturas mensuales de sardina común en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	4,8	1,0	8,6
MAY	0,0	0,0	0,0
JUN	0,0	0,0	0,0
JUL	3,9	0,5	16,5
AGO	0,0	0,0	0,0
SEP	0,0	0,0	0,0
OCT	4,8	2,5	7,5
NOV	0,0	0,0	0,0
DIC	6,4	0,5	27,0
ENE	2,5	0,5	6,5

Tabla 16a. Proporción de estados de madures sexual (EMS) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	EMS II	EMS III	EMS IV	EMS V
FEB	0,0	78,8	21,2	0,0
MAR	86,4	13,6	0,0	0,0
ABR	96,4	3,6	0,0	0,0
MAY	79,2	20,8	0,0	0,0
JUN	40,6	59,4	0,0	0,0
JUL	6,6	93,4	0,0	0,0
AGO	10,7	92,4	0,0	0,0
SEP	-	-	-	-
OCT	-	-	-	-
NOV	-	-	-	-
DIC	-	-	-	-
ENE	7,6	92,4	0,0	0,0

Tabla 16b. Proporción de estados de madures sexual (EMS) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	EMS II	EMS III	EMS IV	EMS V
FEB	37,8	46,0	0,0	16,2
MAR	65,1	34,9	0,0	0,0
ABR	33,3	63,7	3,0	0,0
MAY	16,4	83,6	0,0	0,0
JUN	3,2	89,0	7,8	0,0
JUL	2,9	77,1	20,0	0,0
AGO	0,0	88,5	11,5	0,0
SEP	5,8	93,5	0,7	0,0
OCT	78,4	19,6	2,0	0,0
NOV	20,0	76,0	4,0	0,0
DIC	48,9	48,9	0,0	2,2
ENE	17,0	80,1	2,8	0,0

Tabla 17a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	1,940	0,495	8,784
MAR	1,144	0,402	7,805
ABR	0,985	0,070	3,828
MAY	2,028	0,555	7,193
JUN	3,762	0,139	10,891
JUL	6,023	0,822	11,229
AGO	5,072	1,770	10,227
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	6,983	0,379	14,134

Tabla 17b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonadosomático (IGS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	2,665	0,403	7,423
MAR	2,108	0,082	9,928
ABR	3,379	0,527	9,495
MAY	4,064	0,534	11,442
JUN	5,586	1,602	12,840
JUL	6,357	0,719	15,925
AGO	6,027	3,448	12,903
SEP	5,369	1,027	10,999
OCT	2,352	0,680	8,983
NOV	3,086	0,655	6,153
DIC	2,899	0,503	11,166
ENE	4,114	0,343	12,782

Tabla 18a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	1.384	0.364	5.917
MAR	0.785	0.328	5.831
ABR	0.596	0.046	2.624
MAY	1.289	0.364	4.230
JUN	2.404	0.100	7.639
JUL	3.573	0.926	7.022
AGO	2.881	0.854	5.325
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	4.689	0.301	9.714

Tabla 18b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gonádico (IG) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	2,665	0,413	7,523
MAR	1,699	0,056	7,551
ABR	2,751	0,385	7,992
MAY	2,954	0,395	10,712
JUN	3,935	0,846	9,274
JUL	3,956	0,432	11,073
AGO	3,590	1,895	7,970
SEP	3,207	0,600	6,308
OCT	1,558	0,400	5,069
NOV	2,647	0,601	5,274
DIC	2,496	0,451	8,273
ENE	3,306	0,231	9,587

Tabla 19a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	0,954	0,388	6,362
MAR	0,655	0,130	4,356
ABR	0,754	0,038	2,452
MAY	1,191	0,318	3,718
JUN	1,983	0,056	5,835
JUL	5,139	0,054	9,479
AGO	3,923	0,195	8,284
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	5,710	0,029	11,445

Tabla 19b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice compuesto de madurez sexual (ICMS) mensual de las hembras de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	1,056	0,152	3,175
MAR	0,910	0,053	3,152
ABR	1,791	0,146	5,524
MAY	3,050	0,087	8,588
JUN	4,086	0,050	7,564
JUL	3,514	0,020	8,659
AGO	4,162	0,964	10,110
SEP	4,582	0,059	8,157
OCT	0,986	0,162	1,921
NOV	1,958	0,130	4,142
DIC	1,310	0,087	4,911
ENE	2,849	0,058	7,450

Tabla 20a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	31,6	6,0	69,0
MAY	36,4	2,0	78,0
JUN	46,0	0,7	81,5
JUL	62,5	11,5	79,5
AGO	56,0	25,5	70,5
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	-	-	-

Tabla 20b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para ovocitos hidratados (HIDR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	0,0	0,0	0,0
MAY	20,9	15,3	26,5
JUN	34,5	27,5	43,0
JUL	28,0	28,0	28,0
AGO	0,0	0,0	0,0
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	-	-	-

Tabla 20c. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos atrésicos (ATR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	1,5	1,5	1,5
MAY	0,0	0,0	0,0
JUN	0,0	0,0	0,0
JUL	0,0	0,0	0,0
AGO	0,0	0,0	0,0
SEP	-	-	-
OCT	-	-	-
NOV	-	-	-
DIC	-	-	-
ENE	-	-	-

Tabla 21a. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para células maduras (CM) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	41,6	0,5	79,5
MAY	44,8	1,0	77,0
JUN	53,8	26,0	70,5
JUL	57,2	15,0	79,5
AGO	50,2	13,0	71,0
SEP	57,7	35,0	76,0
OCT	22,3	1,0	67,0
NOV	59,1	8,0	75,5
DIC	53,3	2,5	83,0
ENE	-	-	-

Tabla 21b. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para ovocitos hidratados (HIDR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	0,0	0,0	0,0
MAY	0,0	0,0	0,0
JUN	34,4	27,5	43,0
JUL	32,1	6,5	42,5
AGO	30,5	3,5	59,0
SEP	0,0	0,0	0,0
OCT	0,0	0,0	0,0
NOV	60,5	60,5	60,5
DIC	19,1	1,0	58,0
ENE	-	-	-

Tabla 21c. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos postovulatorios (FPO) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	0,0	0,0	0,0
MAY	0,0	0,0	0,0
JUN	0,0	0,0	0,0
JUL	0,5	0,5	0,5
AGO	0,0	0,0	0,0
SEP	0,0	0,0	0,0
OCT	0,0	0,0	0,0
NOV	0,0	0,0	0,0
DIC	0,0	0,0	0,0
ENE	-	-	-

Tabla 21d. Valores promedio, mínimo y máximo del índice gamético (%) para folículos atrésicos (ATR) en las capturas mensuales de anchoveta en la zona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

MES	Promedio	Mínimo	Máximo
FEB	-	-	-
MAR	-	-	-
ABR	10,0	6,5	16,5
MAY	0,0	0,0	0,0
JUN	0,0	0,0	0,0
JUL	5,4	1,5	10,5
AGO	0,0	0,0	0,0
SEP	0,0	0,0	0,0
OCT	0,0	0,0	0,0
NOV	2,0	1,0	3,0
DIC	4,3	3,0	5,5
ENE	-	-	-

4. CONCLUSIONES

Conclusiones asociadas a los resultados de la ejecución del proyecto durante doce meses de estudio (febrero de 1995-enero de 1996), se pueden resumir en las siguientes:

- La evolución temporal de la proporción de estados de madurez sexual (EMS), el índice gonadosomático promedio (IGS), índice gonádico (IG), índice compuesto de madurez sexual (ICMS) e índice gamético (IGAm), revela la presencia de un período reproductivo principal en sardina común entre junio y septiembre de 1995, con máximo en julio-agosto.
- La evolución temporal de los indicadores reproductivos macroscópicos (EMS, IGS e IG) y microscópicos (IGAm) durante el período de estudio, apoyados por la evolución temporal del IGS promedio mensual desde enero de 1991 hasta diciembre de 1995, señalan la ocurrencia de un período reproductivo secundario entre diciembre de 1994 y febrero de 1995.
- El análisis de la distribución del índice gonadosomático promedio mensual entre enero de 1991 y diciembre de 1995 revela que el período reproductivo secundario que ocurrió durante el período de estudio en que se desarrolló el proyecto, se habría adelantado en relación a los años anteriores (1991-1994).
- El índice gonadosomático individual de las hembras de sardina común en la zona de estudio (San Antonio y Talcahuano) puede ser explicado en función del número o fracción de ovocitos pre-vitelogénicos (PVIT), ovocitos vitelogénicos I (VIT1), ovocitos vitelogénicos II (VIT2), ovocitos vitelogénicos III (VIT3), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR), mediante una función polinomial de la forma.

$$\text{IGS} = a\text{PVIT} + b\text{VIT1} + c\text{VIT2} + d\text{VIT3} + e\text{HIDR} + f\text{FPO} + g\text{ATR}$$

- El tejido y los espacios vacíos, no son significativamente importantes en cuanto a los cambios temporales de la constitución ovárica, reflejados en el IGS individual de las hembras de sardina común.
- La evolución temporal de la proporción de estados de madurez sexual (EMS), el índice gonadosomático promedio (IGS), índice gonádico (IG), índice compuesto de madurez sexual (ICMS) e índice gamético (IGAm), revela la presencia de un período reproductivo principal en anchoveta entre junio y octubre de 1995, con máximo en julio-agosto, al igual que en el caso de sardina común.
- La análisis de la evolución temporal de los indicadores reproductivos macroscópicos (EMS, IGS, IG, ICMS e IG) y microscópicos (IGAm) durante el período de estudio, no revelan la ocurrencia de un período reproductivo secundario en anchoveta durante el período de estudio en que se desarrolló el proyecto.
- El índice gonadosomático individual de las hembras de anchoveta en la zona de estudio (San Antonio y Talcahuano), también puede ser explicado en función del número o fracción de ovocitos pre-vitelogénicos (PVIT), ovocitos vitelogénicos I (VIT1), ovocitos vitelogénicos II (VIT2), ovocitos vitelogénicos III (VIT3), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR), mediante una función polinomial.
- La composición de tallas de sardina común en el desembarque presenta, en general, una estructura bimodal, tanto en la zona de San Antonio como en la zona de Talcahuano.
- En la zona de San Antonio se observa una moda importante de peces juveniles centrada entre 8,5 y 9,5 cm de longitud total entre febrero y julio de 1995. Además, la moda secundaria, alrededor de 13,5-14 cm de LT, fue más importante en abril y mayo de 1995.

- En enero de 1996, la estructura de tamaños de sardina común en la zona de San Antonio estuvo conformada por un solo grupo modal, con una longitud promedio de 7,2 cm de LT (reclutas).
- En la zona de Talcahuano, en las capturas de sardina común, destaca la presencia de peces menores a 10 cm de LT que conformaron grupos modales entre junio y septiembre y entre noviembre de 1995 y enero de 1996.
- El grupo modal principal que apareció en febrero de 1995 habría sustentado la pesquería de sardina común en la zona de Talcahuano, alcanzando una longitud total promedio de 14,5 cm, en enero de 1996.
- La estructura de tallas en las capturas de anchoveta en la zona de San Antonio presenta distribuciones aparentemente unimodales, sin embargo, estuvo formada por dos componentes normales.
- En la zona de Talcahuano, la composición de tamaños de anchoveta presentó, en general, dos o más componentes o grupos modales.
- En abril de 1995, se observó la presencia de un grupo o componente normal de baja importancia relativa que, entre junio de 1995 y enero de 1996, habría sostenido la pesquería de anchoveta en la zona de Talcahuano, al constituirse en un grupo modal principal en dicho período.
- La proporción de juveniles, peces menores a 10 cm de LT, en el desembarque en número de anchoveta en la zona de San Antonio, superó el 30% entre febrero y abril y en julio de 1995. En enero de 1996, la fracción juvenil superó el 90% en número.
- En la zona de Talcahuano, la fracción juvenil de anchoveta apenas superó el 30% en abril de 1995, o estuvo muy próxima en junio. En diciembre de 1995 y enero de 1996, la proporción de peces menores a 10 cm de LT en el desembarque en número superó el 70%.

- En el desembarque de anchoveta en la zona de San Antonio, la fracción juvenil sólo superó el 50% en número en enero de 1996. En general, entre febrero y agosto de 1995, la proporción de peces menores a 10 cm de LT no superó el 20% en número.
- En la zona de Talcahuano, la proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en el desembarque de anchoveta, superó el 50% en número entre mayo y septiembre de 1995. En diciembre de 1995, la fracción juvenil fue prácticamente nula.
- En el caso de sardina común en la zona de San Antonio, se habrían producido dos pulsos de reclutas; uno entre febrero y abril de 1995 a una talla modal de 8-8,5 cm de LT. El segundo pulso de reclutas se registró en enero de 1996, a una talla modal de 7,2 cm de LT.
- En la zona de Talcahuano, se habrían producido, entre febrero de 1995 y enero de 1996, tres pulsos de reclutas de sardina común: en abril de 1995, a una talla promedio de 5-6 cm de LT; en junio de 1995 (talla modal: 7,4 cm de LT); y en noviembre-diciembre de 1995, a una talla modal de 5,2 cm de LT.
- En la zona de San Antonio, se habría registrado un solo pulso de reclutas, en enero de 1996, dado por el ingreso a la pesquería de un grupo modal principal con una longitud total promedio de 8,9 cm.
- En el desembarque de anchoveta en la zona de Talcahuano, se habrían registrado dos pulsos de reclutas. El primero, en marzo de 1995, a una longitud modal de 9,5 cm de LT, y en abril de 1995, a una longitud modal de 6 cm de LT, donde además participó un grupo modal secundario con una longitud total promedio de 8,4 cm.

5. CONSIDERACIONES FINALES

El conocimiento de los procesos de reproducción y reclutamiento son aspectos muy importantes en el estudio de la biología de las especies, ya que en ellos se encuentran implícitos procesos que influyen en su comportamiento y supervivencia. Esto es más relevante cuando se trata de especies de importancia económica potencial o actual; siendo esta última la situación dentro de la cual se suscribe el estudio de la biología reproductiva de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur de Chile.

Pero, cuánto sabemos sobre la biología de estas especies como para seguir usufructuando de los recursos y por cuánto tiempo. Sobre que bases biológico-pesqueras se han de fundamentar futuras políticas de manejo.

La respuesta a estas interrogantes provendrá de estudios acabados de todos los factores que influyen sobre los fenómenos reproductivos de los recursos sardina común y anchoveta, así como de las condiciones bajo las cuales ocurren los procesos de reclutamiento. Por esta razón, se sugiere mantener un sistema de monitoreo periódico del proceso reproductivo y de reclutamiento de las especies en cuestión a fin de poder, de alguna manera, anticiparse a ellos y así diseñar estrategias de regulación.

Es sabido que las capturas de sardina común son fuertemente dependientes del reclutamiento, que ocurre en primavera y verano (Cubillos *et al.*, 1994), sin embargo, la sustentabilidad de una pesquería no puede fundarse en la explotación de peces que no alcanzan a reproducirse o se encuentran en dicho proceso, ya que se merma el potencial generativo de las especies. En consecuencia, toda política de manejo ha de considerar todos aquellos antecedentes que entreguen información del potencial reproductivo de sardina común y anchoveta, así como de sus procesos de reclutamiento. En este sentido, es interesante conocer la capacidad generativa de las hembras, esto es, fecundidad total o parcial, tasas de mortalidad de huevos y larvas y capacidad de sobrevivencia de los pre-reclutas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguayo, H.M. & S.B. Soto. 1978. Edad y crecimiento de la sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) en Coquimbo y Talcahuano. Invest. Pesq. (Chile), (27): 1 - 55.
- Aliste, V. 1994. Estrategias reproductivas de sardina común (*Strangomera bentincki* Norman, 1936) y anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842) en el sistema de surgencia de Talcahuano (37°S), Chile. Seminario para optar al título de Biólogo Marino. Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción. Documento fotocopiado, 68 págs.
- Arancibia, H., L. Cubillos, J. Remmaggi & R. Alarcón. 1994. Determinación de la talla de madurez sexual y fecundidad parcial en la sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman 1936), del área de Talcahuano, Chile. Biología Pesquera 23:11-17.
- Arrizaga, A. 1981. Nuevos antecedentes biológicos para la sardina común, *Clupea (Strangomera) bentincki* Norman 1936. Bol. Soc. Biol. Concepción (52):5-66.
- Arrizaga, A. & C. Veloso. 1982. Estimación de mortalidades (M, F y Z) y del coeficiente de capturabilidad (q) en la sardina común, *Clupea (Strangomera) bentincki* Norman 1936, de Talcahuano-Chile. Monogr. Biol., (2): 39 - 49.
- Barrueto, C.G. 1994. Edad y crecimiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns 1842) de Iquique y Talcahuano, mediante análisis de otolitos. Seminario para optar al título de biólogo marino. Universidad de Concepción, 81 pp.
- Cubillos, L. & H. Arancibia. 1993a. On the seasonal growth of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off Talcahuano, Chile. Revista de Biología Marina 28(1):43-49.
- Cubillos, L. & H. Arancibia. 1993b. Análisis de la pesquería de sardina común y anchoveta del área de Talcahuano, situación actual y perspectivas. Documentos Técnicos del Instituto de Investigación Pesquera (IIP), Talcahuano, Chile 2(2), 19 p.
- Cubillos, L. & H. Arancibia. 1993c. Análisis de la pesquería de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) del área de Talcahuano, Chile. Investigaciones Marinas 21:3-21.

- Cubillos, L.; H. Arancibia, S. Núñez, R. Alarcón, G. Valenzuela, L. Vilugrón, y D. Arcos. 1994. Evaluación indirecta del stock de sardina común en la VIII Región. Informe Final, Fondo de Investigación Pesquera/Instituto de Investigación Pesquera. Documentos Técnicos del Instituto de Investigación Pesquera (IIP), Talcahuano, Chile 2(2), 19 p.
- Fonseca, T.R., E. Yáñez & O. Barra. 1986. Relación entre la temperatura superficial del mar y capturas comerciales en el área de Talcahuano entre 1965 y 1976. En: La Pesca en Chile, P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 243-248.
- Goldberg, S.R. 1977. Seasonal ovarian cycle of the tidewater Goby *Eucyclogobius newberryi* (Gobiidae). *The Southwestern Naturalist* 22(4): 537-562.
- Goldberg, S. R. 1978. Reproductive cycle of the white seaperch *Phanerodon furcatus* (Embiotocidae). *Copeia* 2: 334-336.
- Goldberg, S.R. 1980. Seasonal spawning cycle of two marine cottid fishes *Chitonotus pugetensis* and *Icelinus quadricelatus* from southern California. *Bulletin of Marine Science* 30 (1): 131-135.
- Goldberg, S.R. 1982. Seasonal spawning cycle of two California flatfishes *Pleuronichthys verticalis* (Pleuronectidae) and *Hippoglossina stomata* (Bothidae). *Bulletin of Marine Science* 32 (1): 347-350.
- Hernández, A. 1994. Variabilidad de los caracteres morfométricos y merísticos de anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns 1842) y sardina común (*Strangomera bentincki*, Norman 1936) y su aplicación a la identificación de stocks. Seminario para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción, 85 pp.
- Hernández, A., H. Arancibia, L. Velásquez y L. Cubillos (en revisión). Determinación de stocks dinámicos de sardina común (*Strangomera bentincki*, Norman 1936), mediante análisis de caracteres morfométricos y merísticos.
- Hunter, J.R. 1984. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. In: R. Lasker (Ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36:63-65.

- Holden, M.J. & D.F.S. Raitt. 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2: Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Téc. FAO. Pesca (115). Rev. 1: 211 p.
- Macdonald, P.D.M. & T.J. Pitcher. 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analysing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board Can. 36:987-1001
- Orrego, A.H. 1993. Edad y crecimiento de la sardina común *Strangomera bentincki* (Norman, 1936)(Pisces: Clupeidae) a través de los microincrementos en los otolitos *sagittae*. Tesis de Magister en Ciencias, Escuela de Graduados, Universidad de Concepción. 84pp.
- Roa, R. 1993a. Análisis metodológico pesquería langostino colorado. Informe Técnico IFOP, 86p.
- Roa, R. 1993b. Annual growth and maturity function of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser. 97:157-166
- Roa, R. & R. Bahamonde. 1993. Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. Fish. Res. 18:305-319
- Roa, R., P. V. Alegría & A. Rivera. 1993. Investigación monitoreo pesquería langostino colorado. Informe Técnico, IFOP, 74 pp.
- Roa, R., R. Ugarte, R. & A. Rivera. 1995a. Preinforme Final Proyecto FIP Evaluación del Recurso y la Pesquería de Langostino Colorado de la Zona Centro-Sur, 1994. Informe Técnico, IFOP.
- Roa, R., V.A. Gallardo, B. Ernst, M. Baltazar, J.I. Cañete & S. Enríquez-Briones. 1995b. Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) on the continental shelf off central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser., en prensa.
- Serra, R. 1978. La pesquería de sardina común (*Clupea (Strangomera) bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) de Talcahuano: análisis de su desarrollo y situación actual. Invest. Pesq. (Chile), 29:21p.
- Serra, R. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. En: Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources. G.D. Sharp y J. Csirke (Eds.). FAO Fish Rep. N° 291 Vol. 2:255-284.

- Serra, J.R., O. Rojas, M. Aguayo, F. Inostroza y J.R. Cañón. 1979. Sardina común *Clupea (Strangomera) bentincki* Teleostomi Clupeiformes Clupeidae. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales: Bases para un desarrollo pesquero. Peces. CORFO AP 79-18. Inst. Fom. Pesq. (Chile) 2, 36 p.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, M. Barbieri, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones & H. Robotham. 1994a. Informe Final Proyecto: Evaluación directa del stock de jurel en la zona centro-sur. Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura. 148 págs + 128 Figs.
- SUBPESCA, 1996. Informe Consolidado Sector Pesquero 1995. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía y Reconstrucción. I.S.P. 95/12, 12 p.
- Velásquez, L. 1994. Estudio parasitológico en sardina común (*Strangomera bentincki*, Norman, 1936), y anchoveta (*Engraulis ringens*, Jenyns, 1842), en relación a la identificación de stocks dinámicos. Seminario para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción, 75 pp.
- Weibel, E. 1969. Stereological principles for morphometry in electron microscopic cytology. *International Review of Cytology*. 26: 235-302.
- Yáñez, E., M.A. Barbieri & A. Montecinos. 1990. Relaciones entre las variaciones del medio ambiente y las fluctuaciones de los principales recursos pelágicos explotados en la zona de Talcahuano, Chile. En: *Perspectivas de la actividad pesquera en Chile*. M.A. Barbieri (Ed.) Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp. 49-62.

FIGURAS

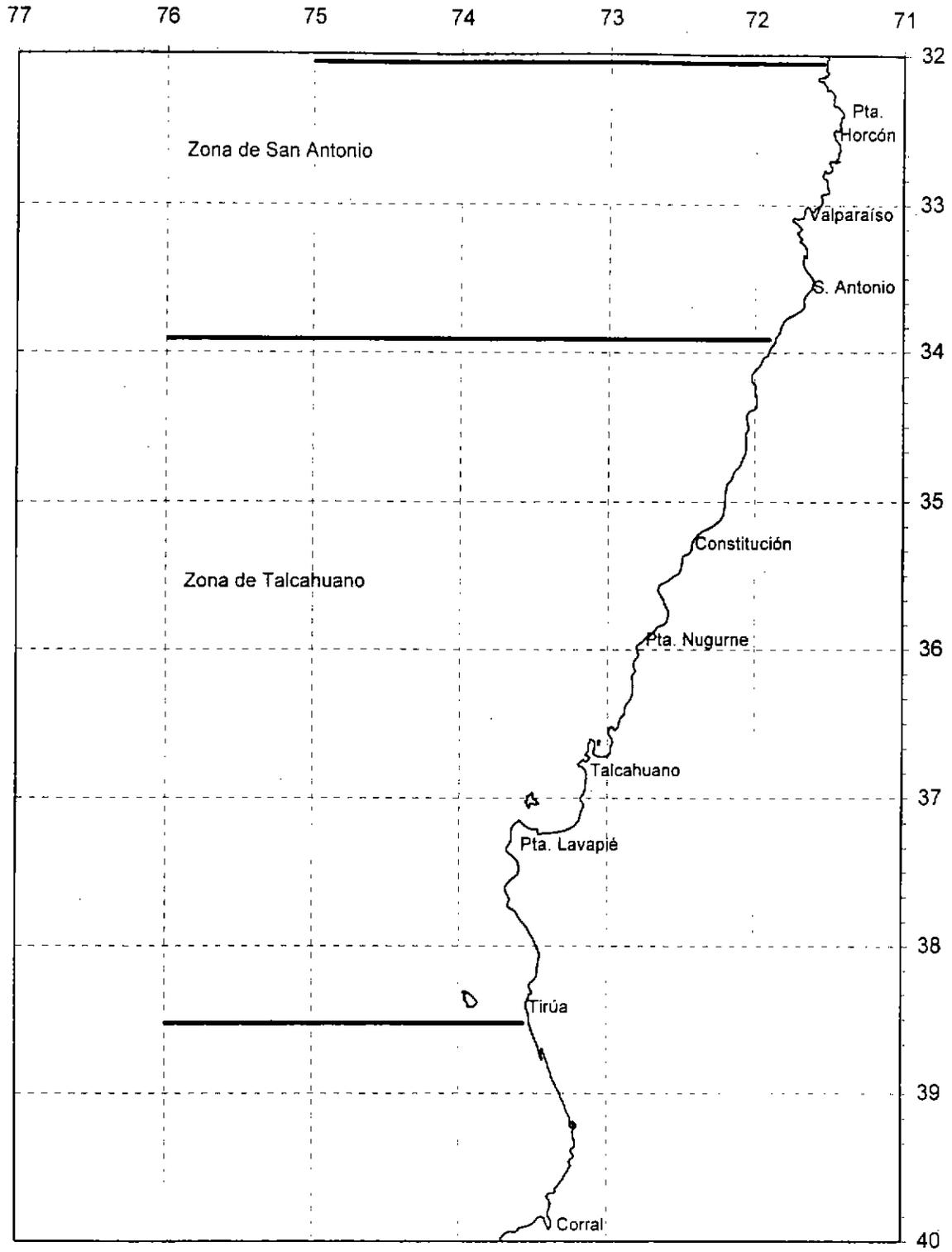


Figura 1. Area de estudio y subdivisión en las zonas de San Antonio y Talcahuano.

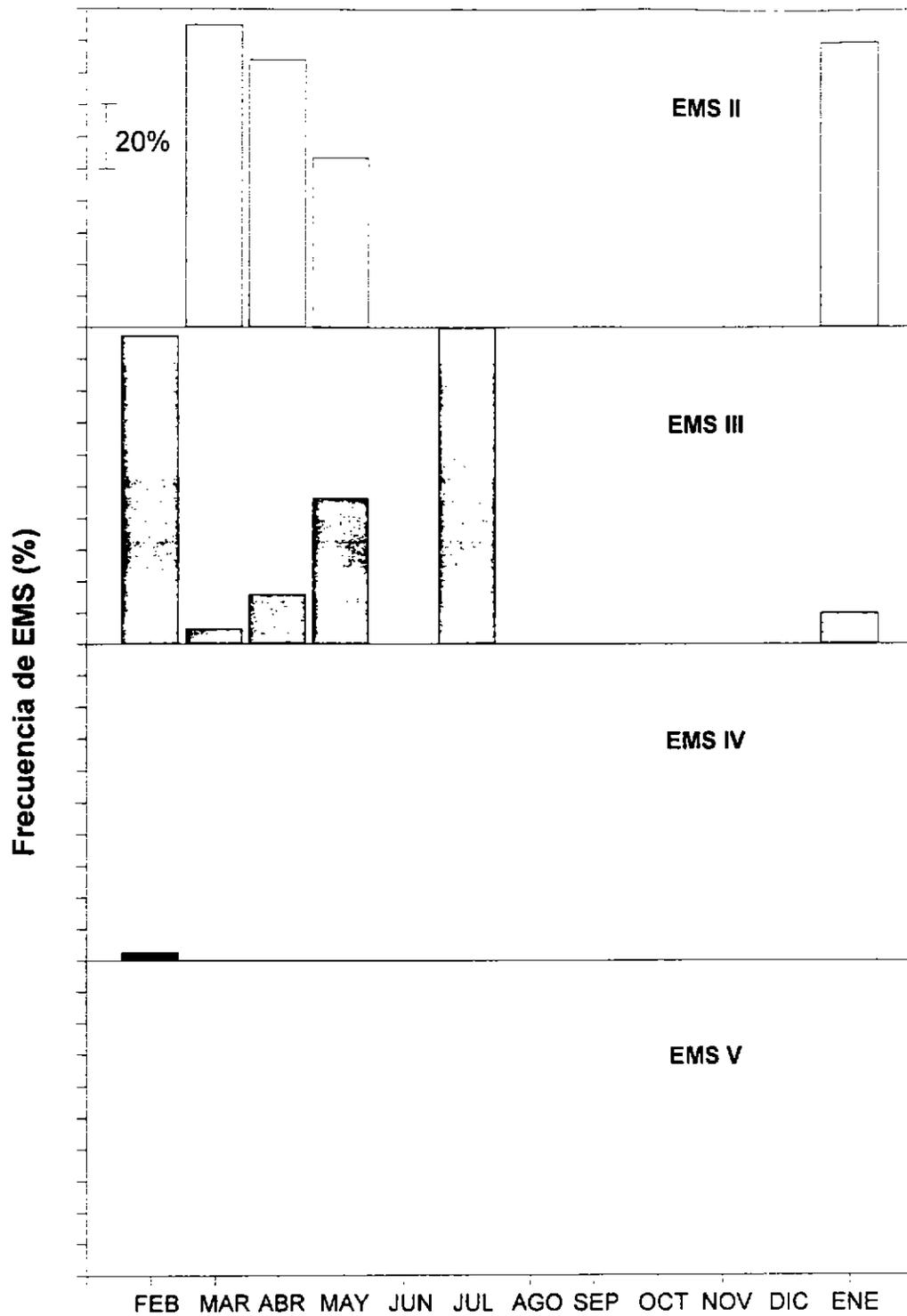


Figura 2. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual en sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

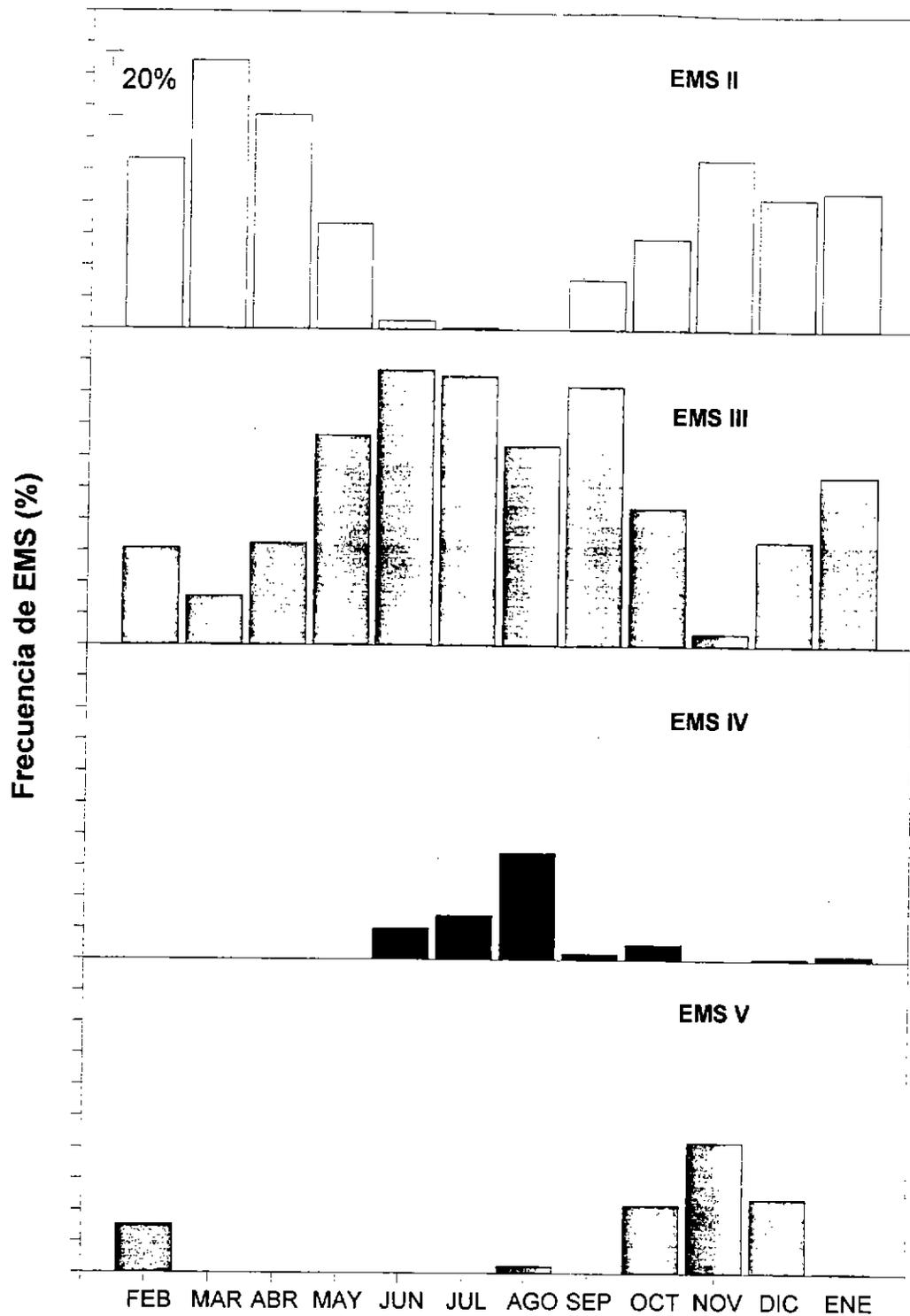


Figura 3. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual en sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

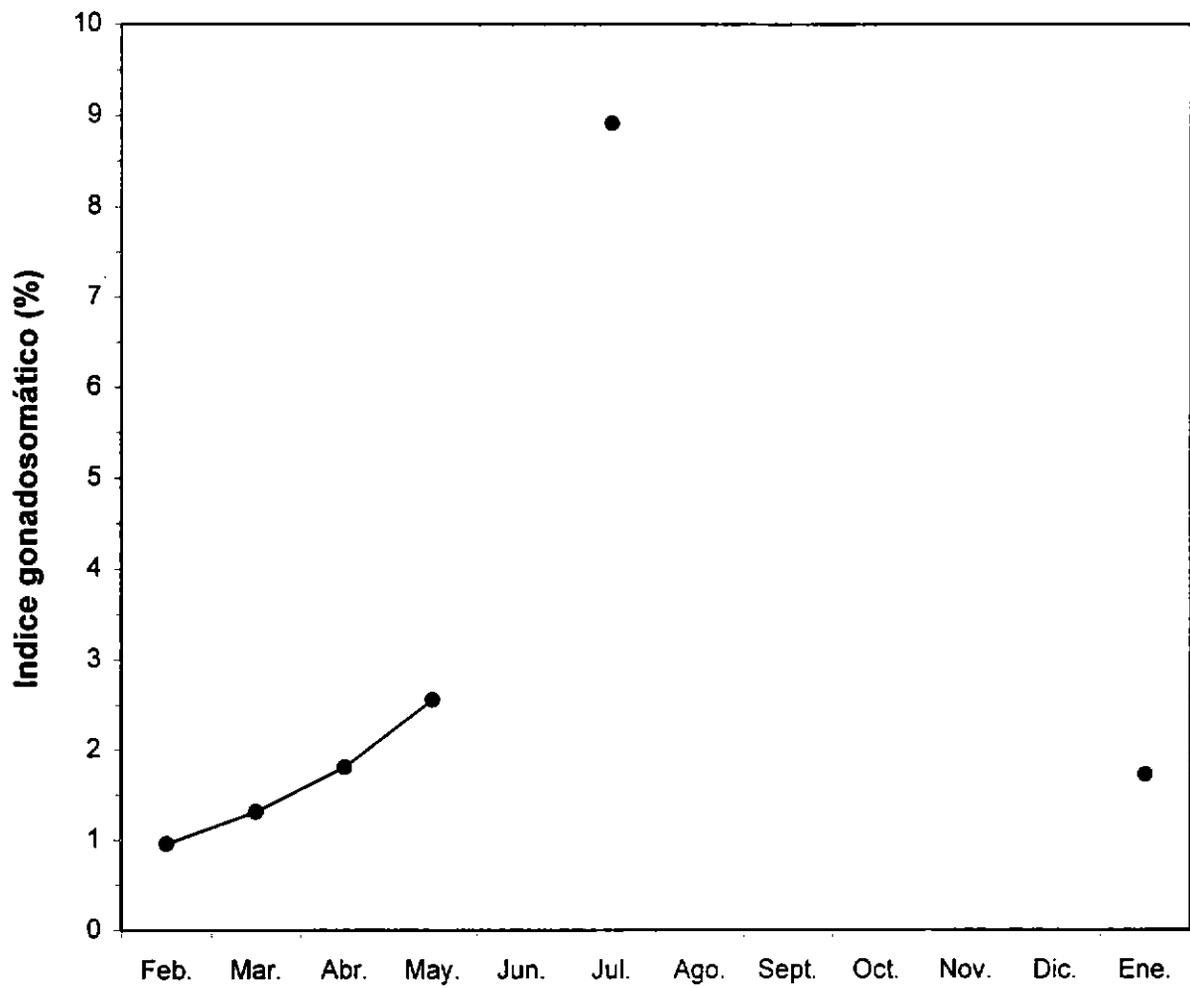


Figura 4. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

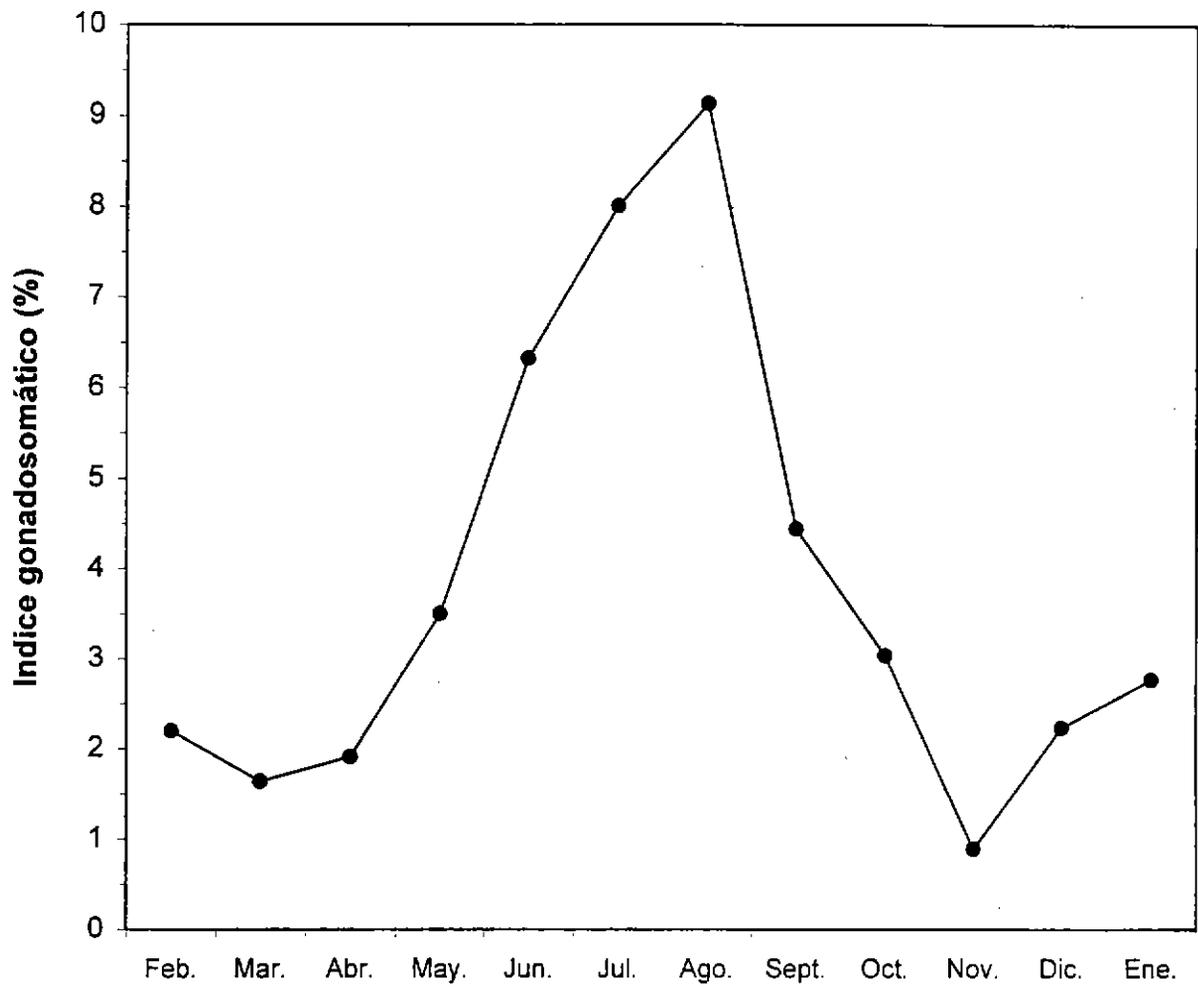


Figura 5. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

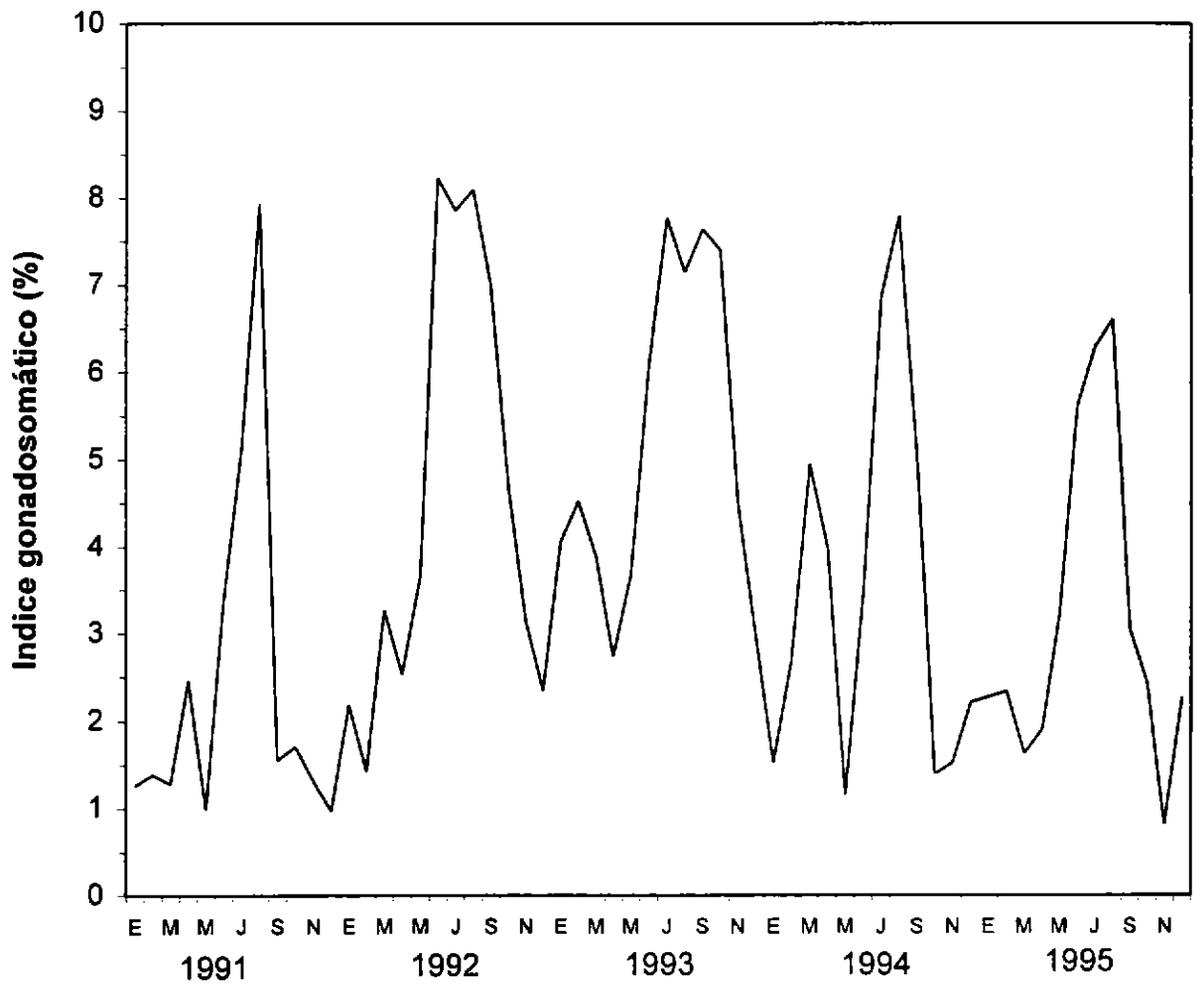


Figura 6. Distribución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en sardina común entre enero de 1991 y diciembre de 1995 en el área de Talcahuano.

**COPIA
FOTOGRAFADA**

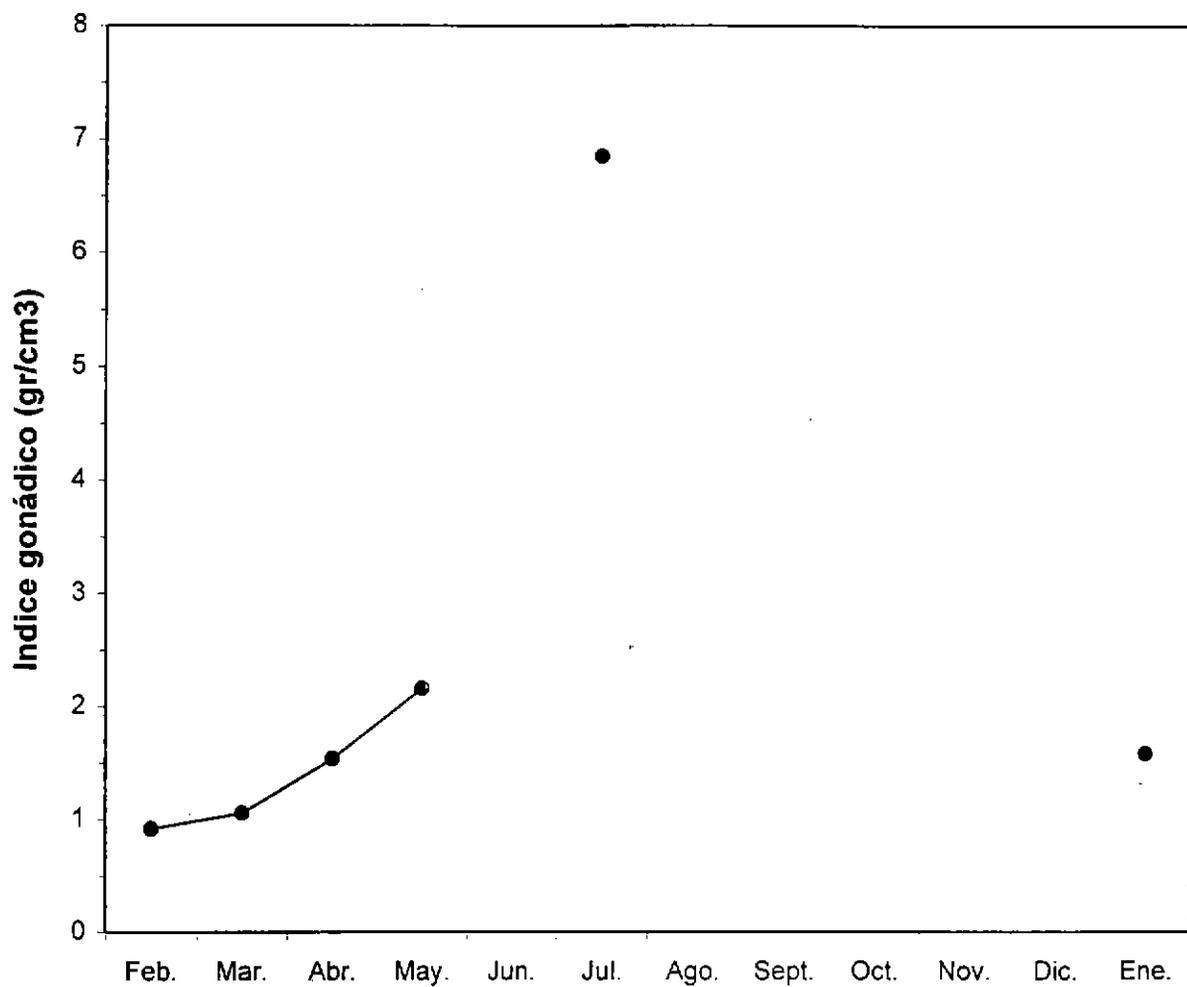


Figura 7. Distribución mensual del Índice Gonádico (IG) promedio en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

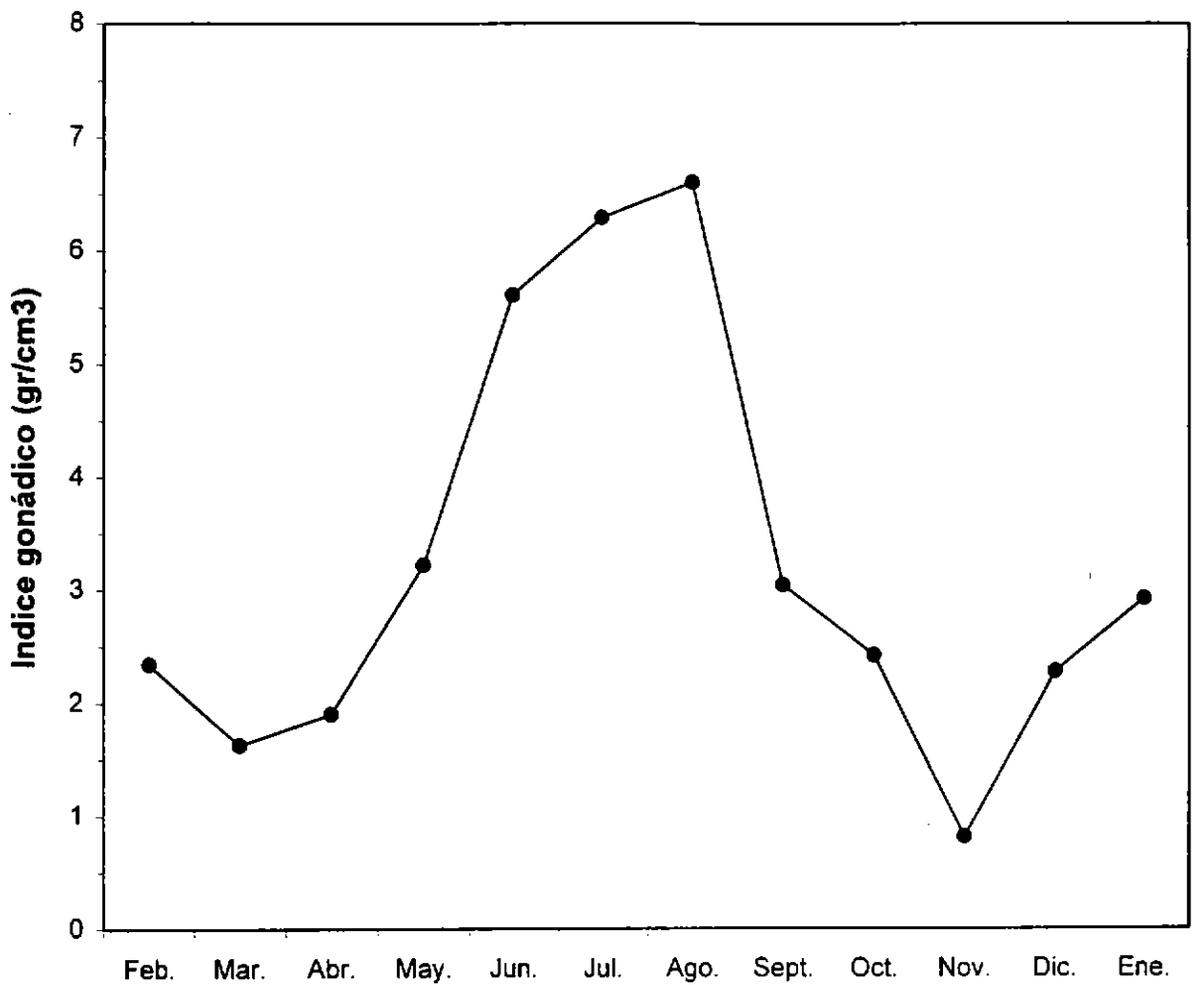


Figura 8. Distribución mensual del Índice Gonádico (IG) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

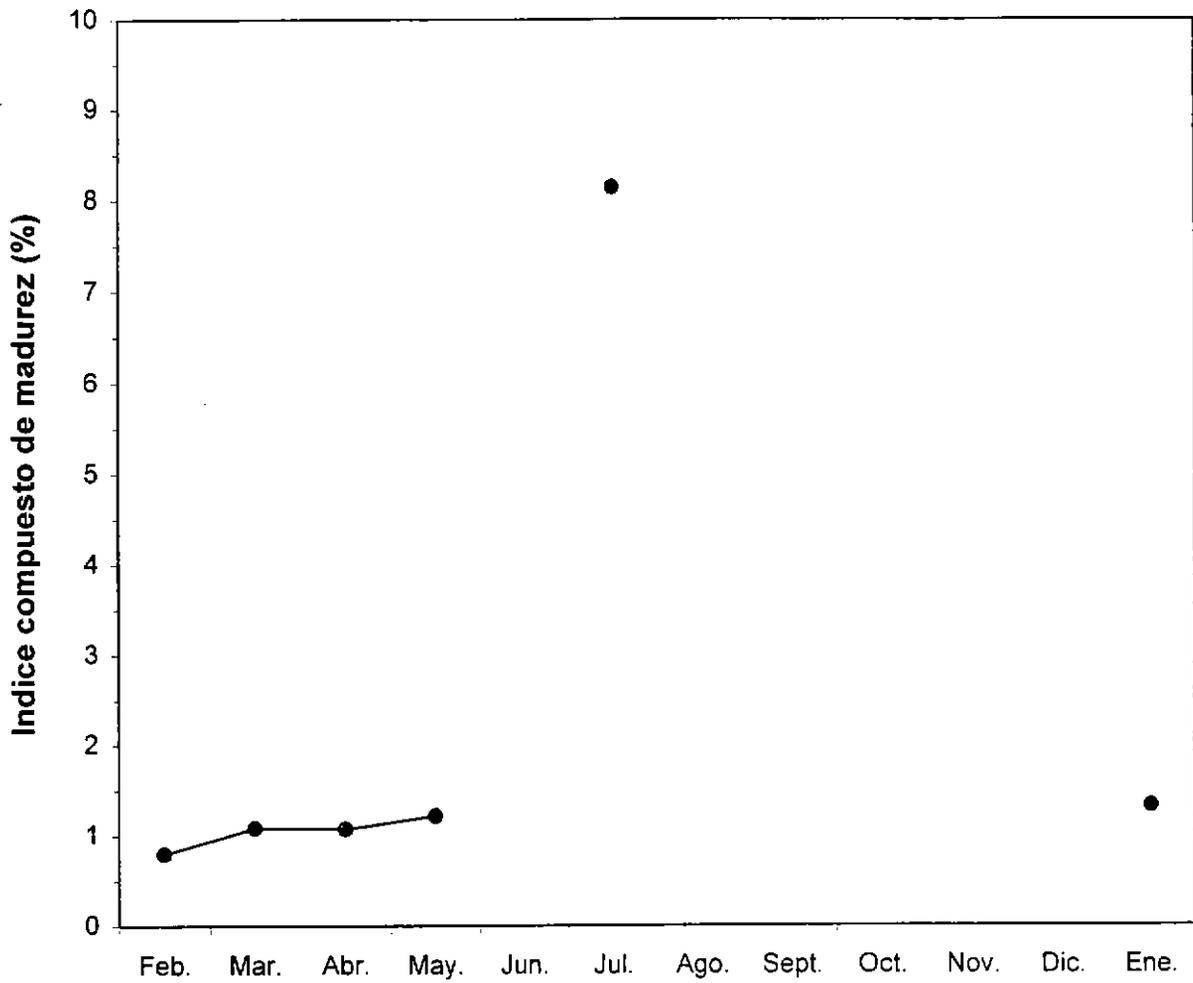


Figura 9. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

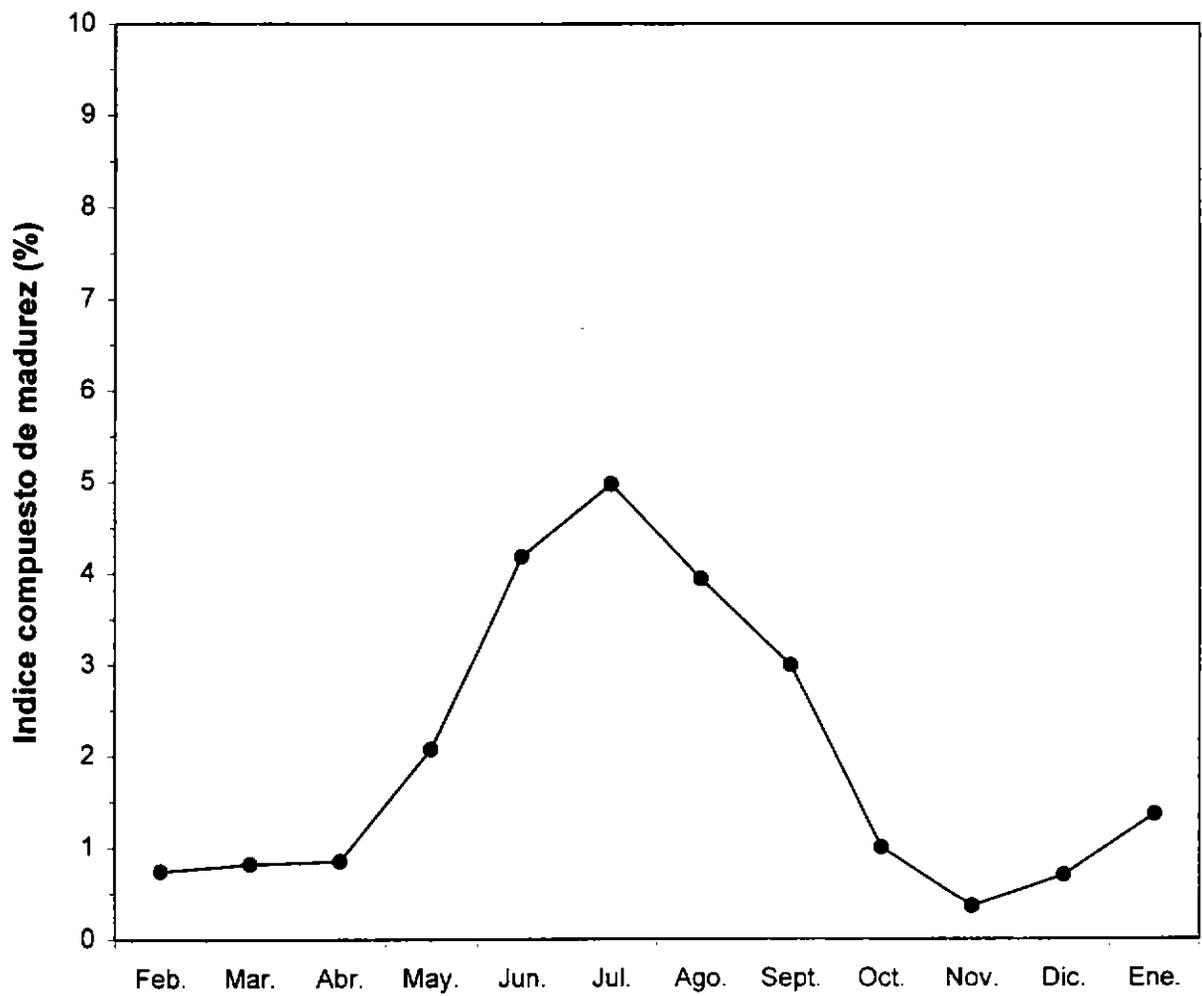


Figura 10. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

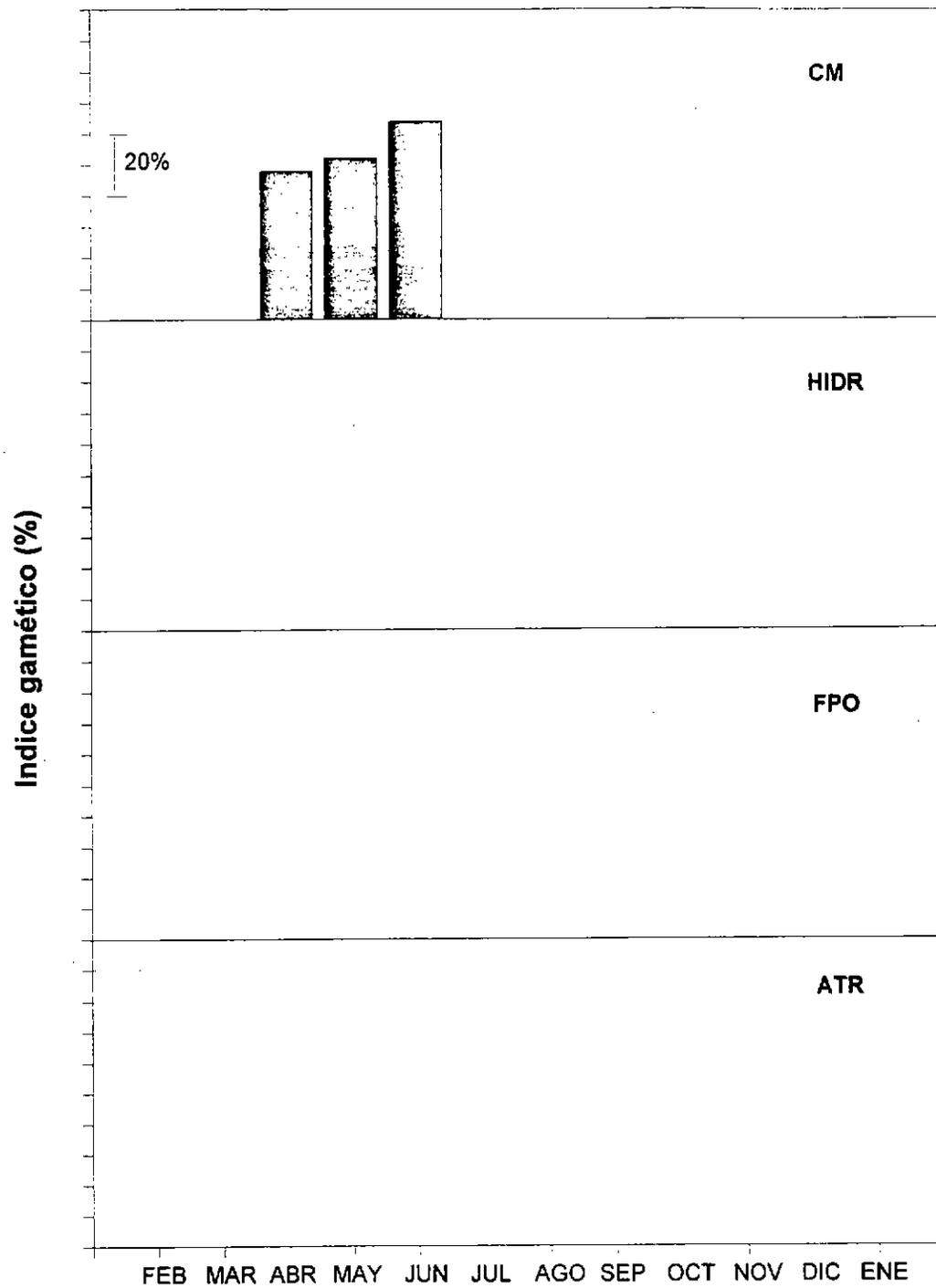


Figura 11. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR) en hembras de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

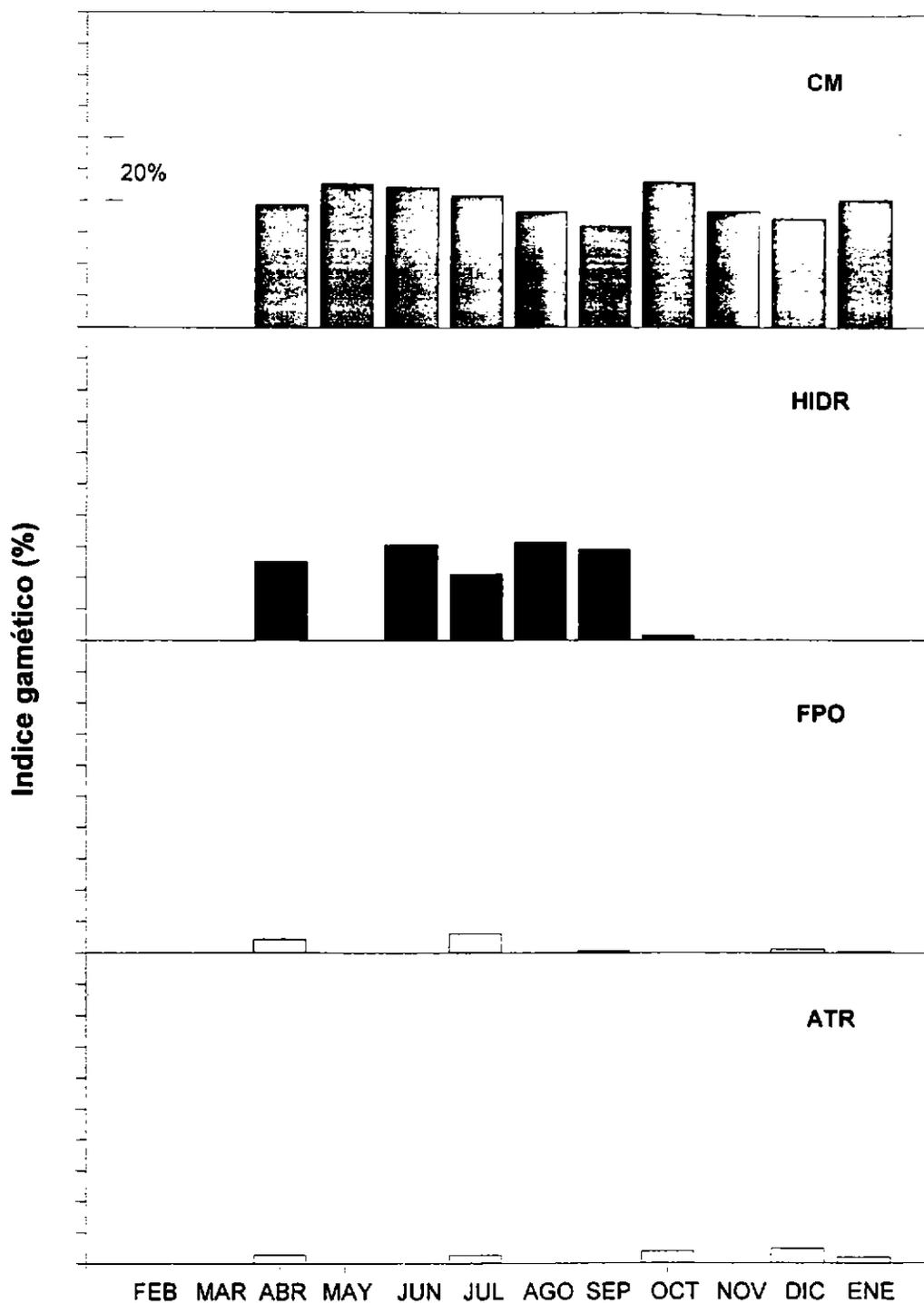


Figura 12. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), foliculos postovulatorios (FPO) y foliculos atrésicos (ATR) en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

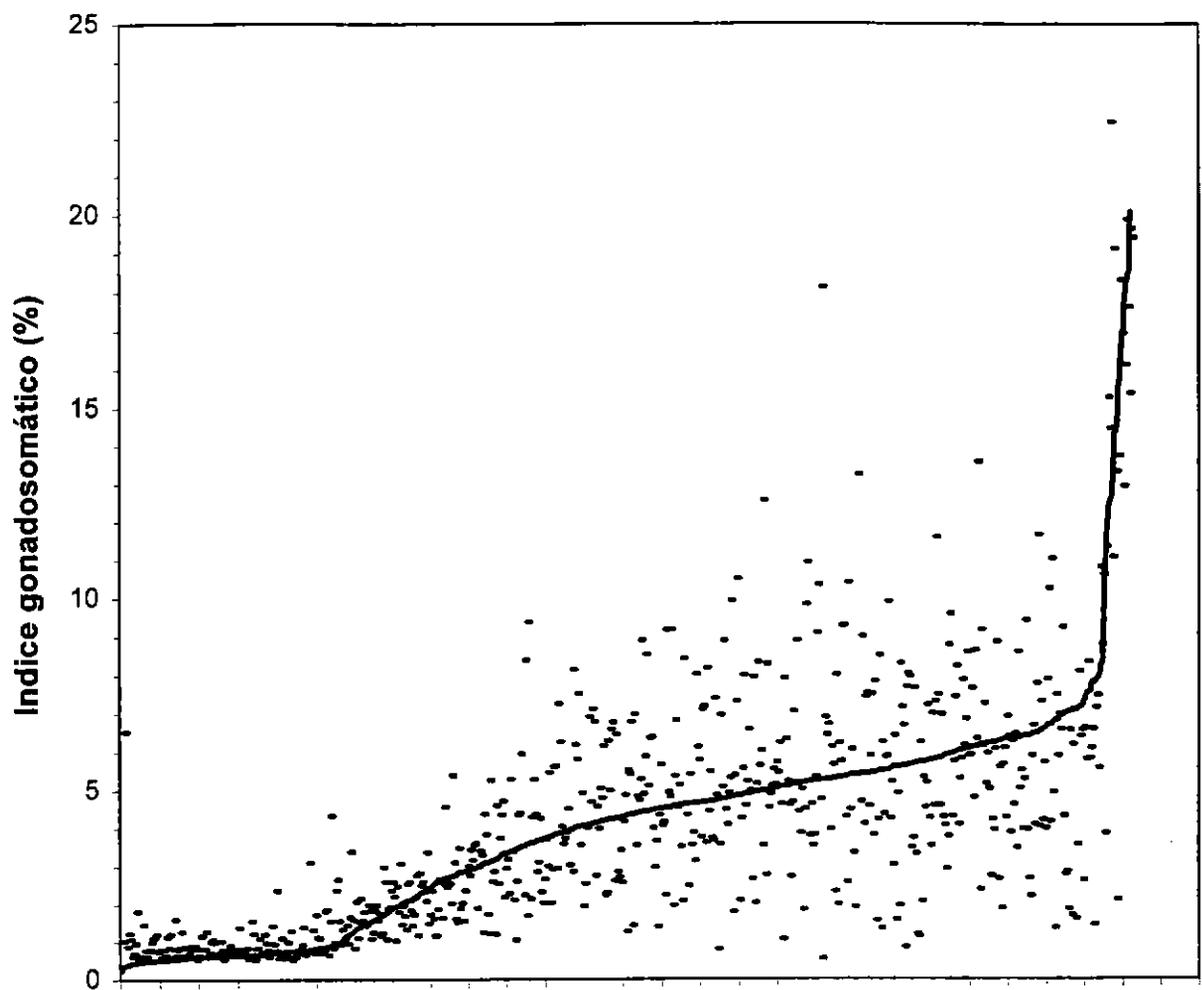


Figura 13. Índice gonadosomático individual de las hembras de sardina común (puntos) en función de los elementos ováricos. La línea representa el ajuste dado por una función polinomial calculada mediante análisis de regresión múltiple.

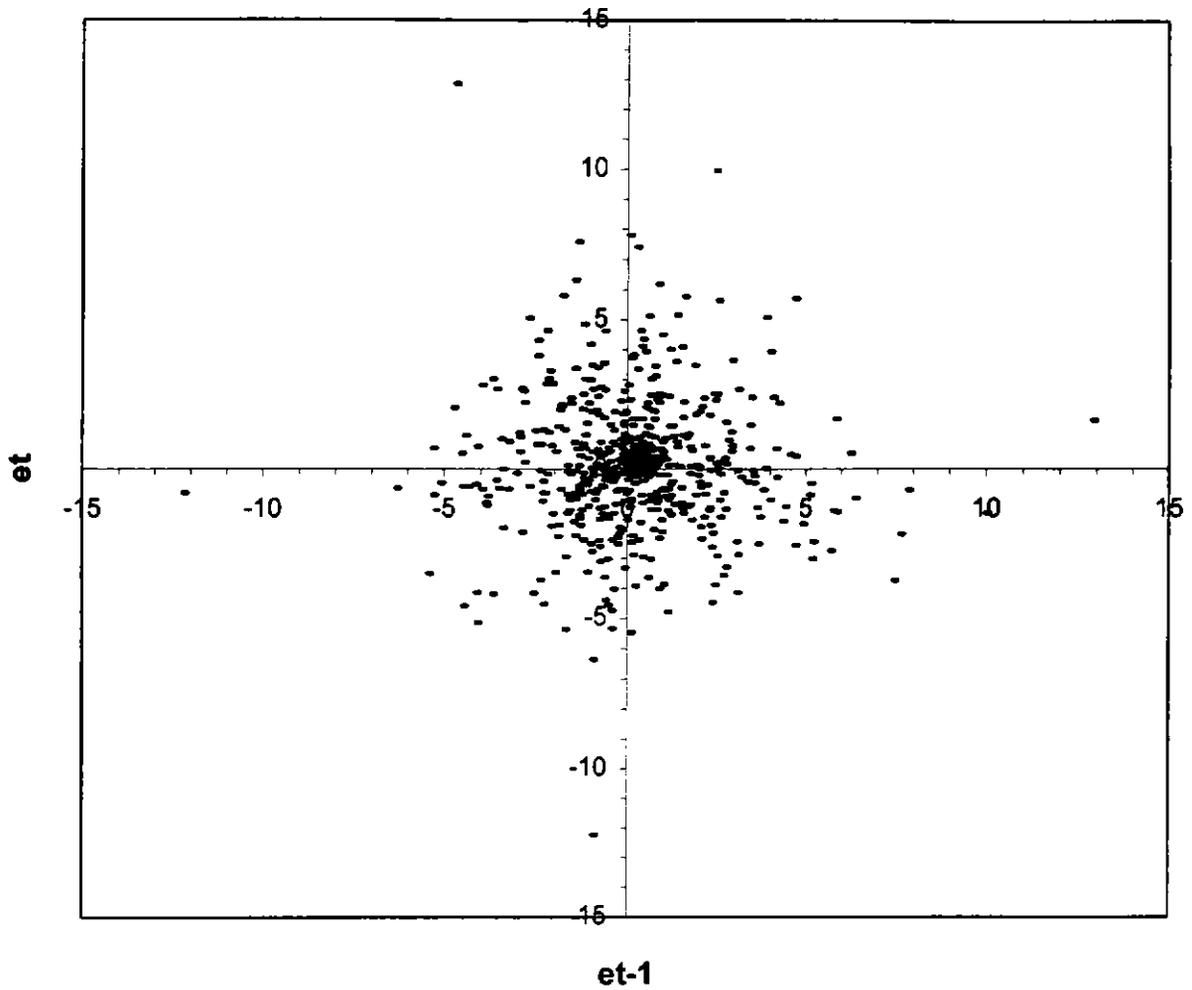


Figura 14. Distribución de los residuos entre el índice gonadosomático individual de las hembras de sardina común y la función de ajuste.

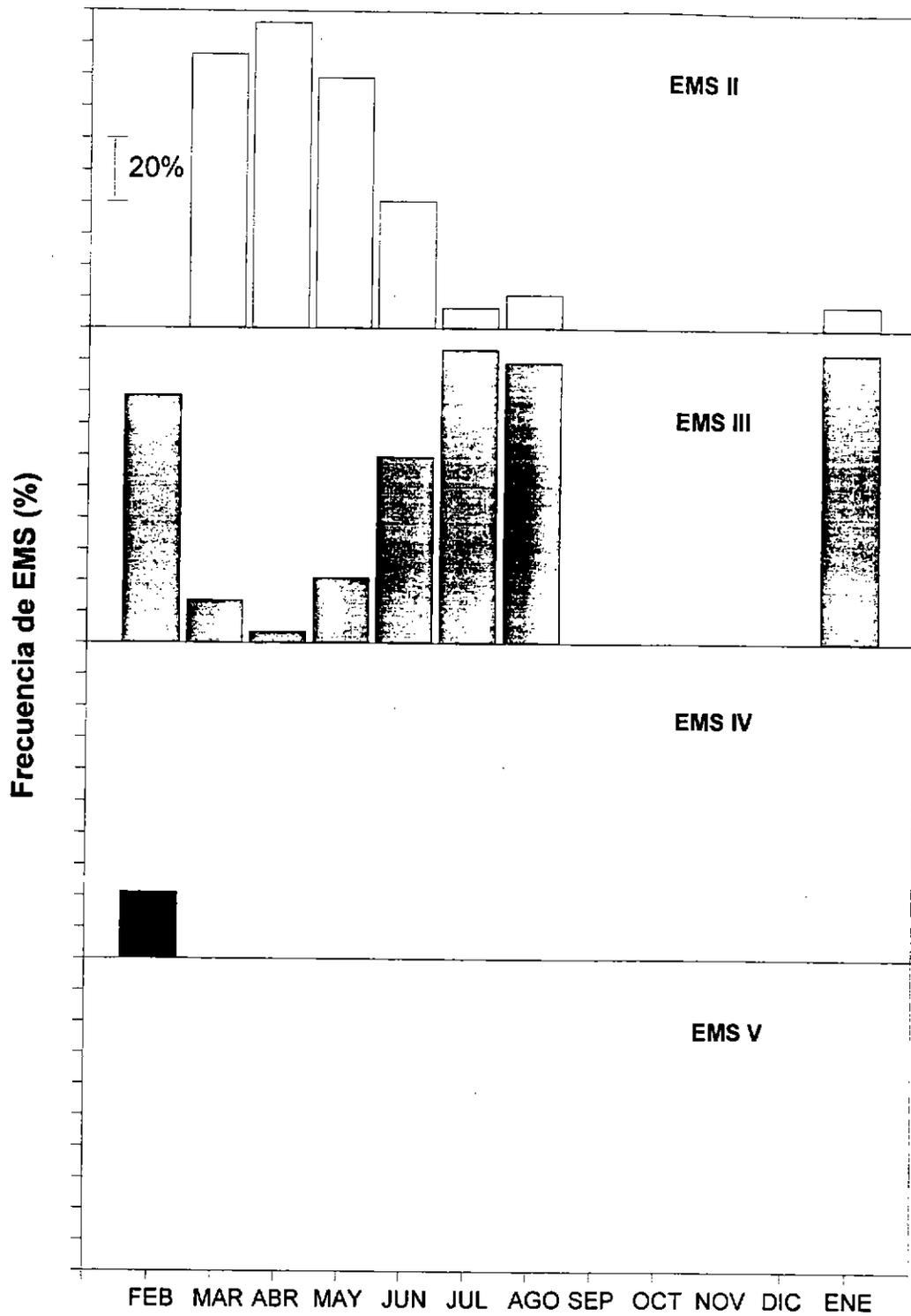


Figura 15. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual (EMS) de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

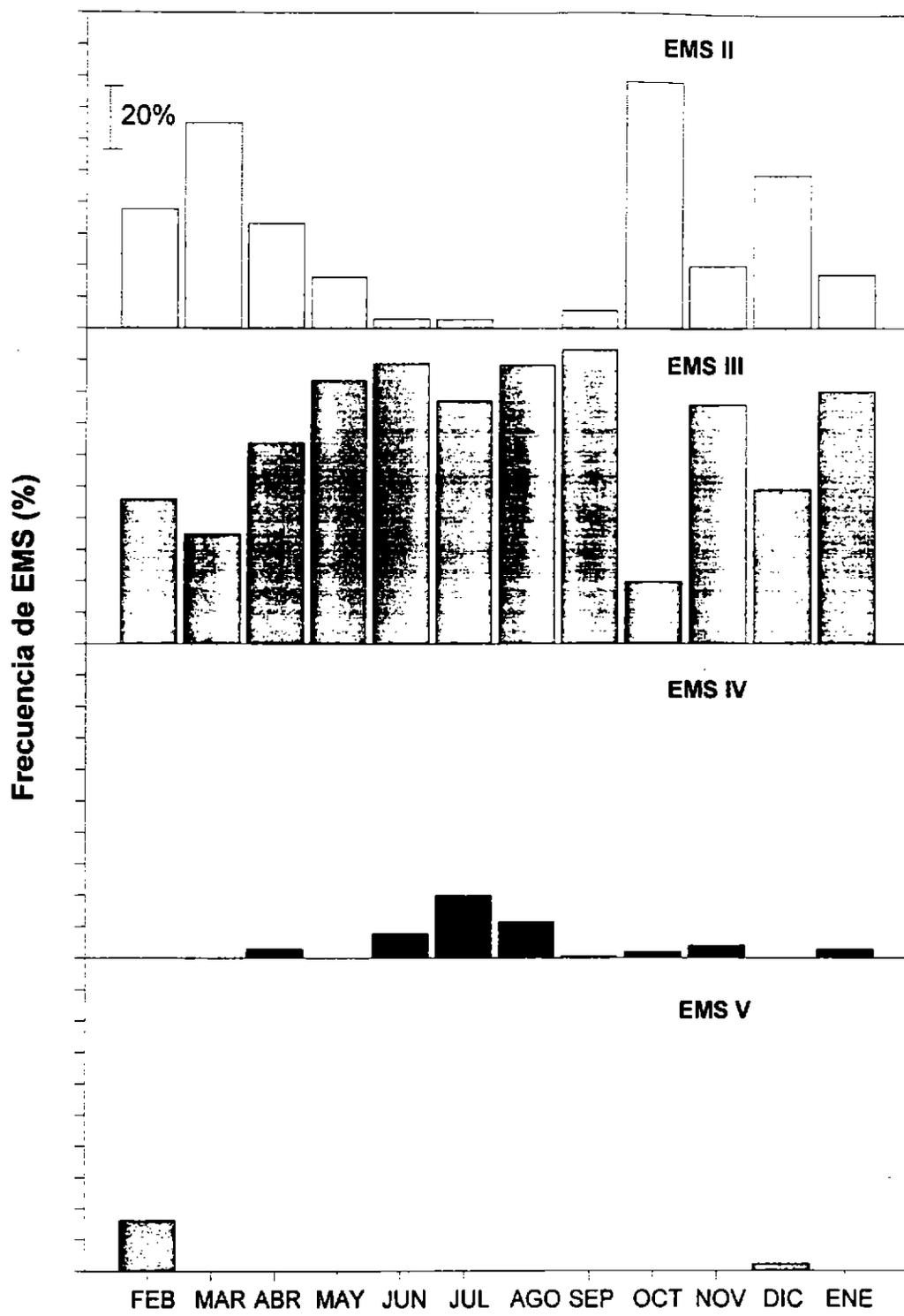


Figura 16. Distribución mensual de la frecuencia de estados de madurez sexual de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

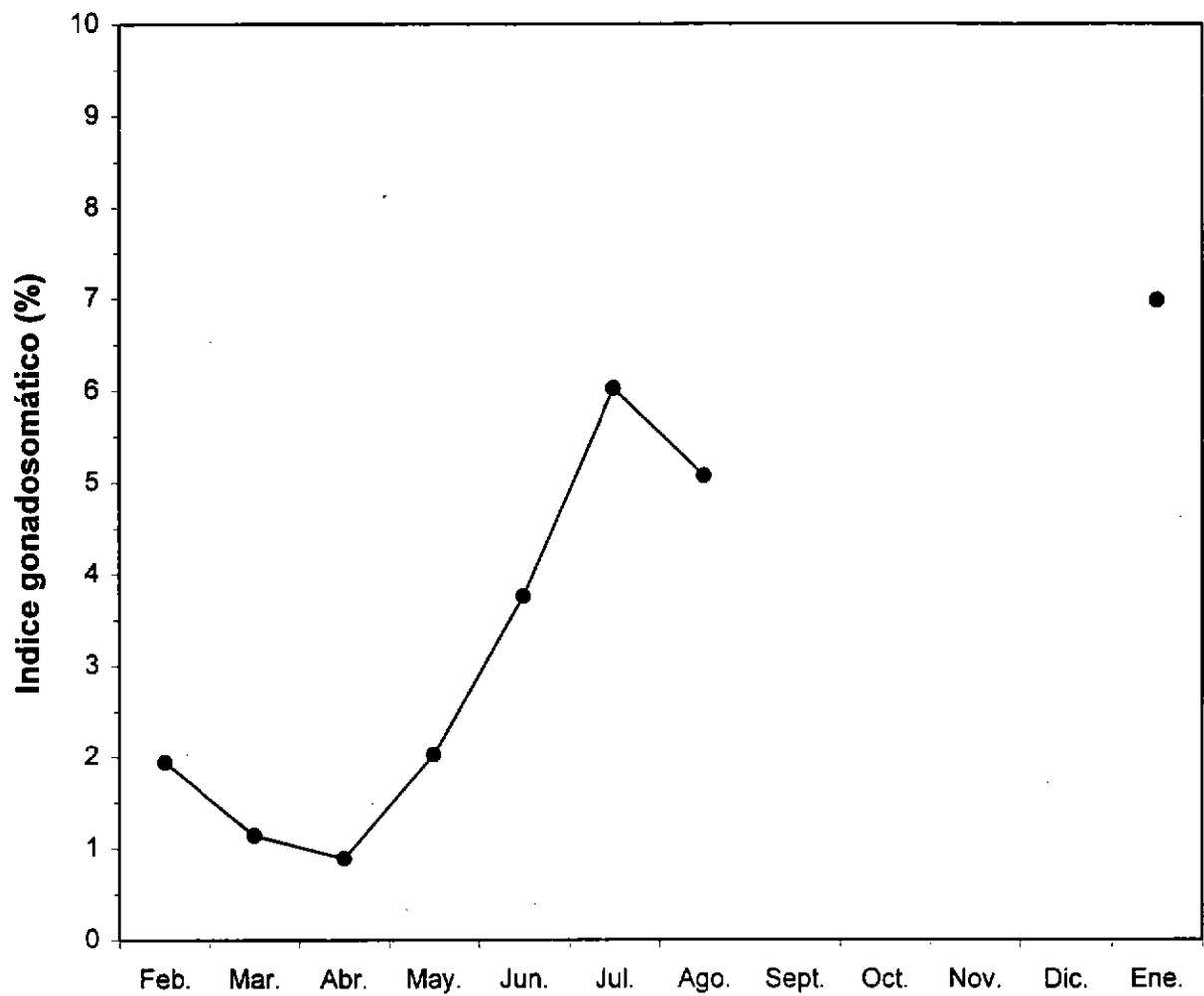


Figura 17. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

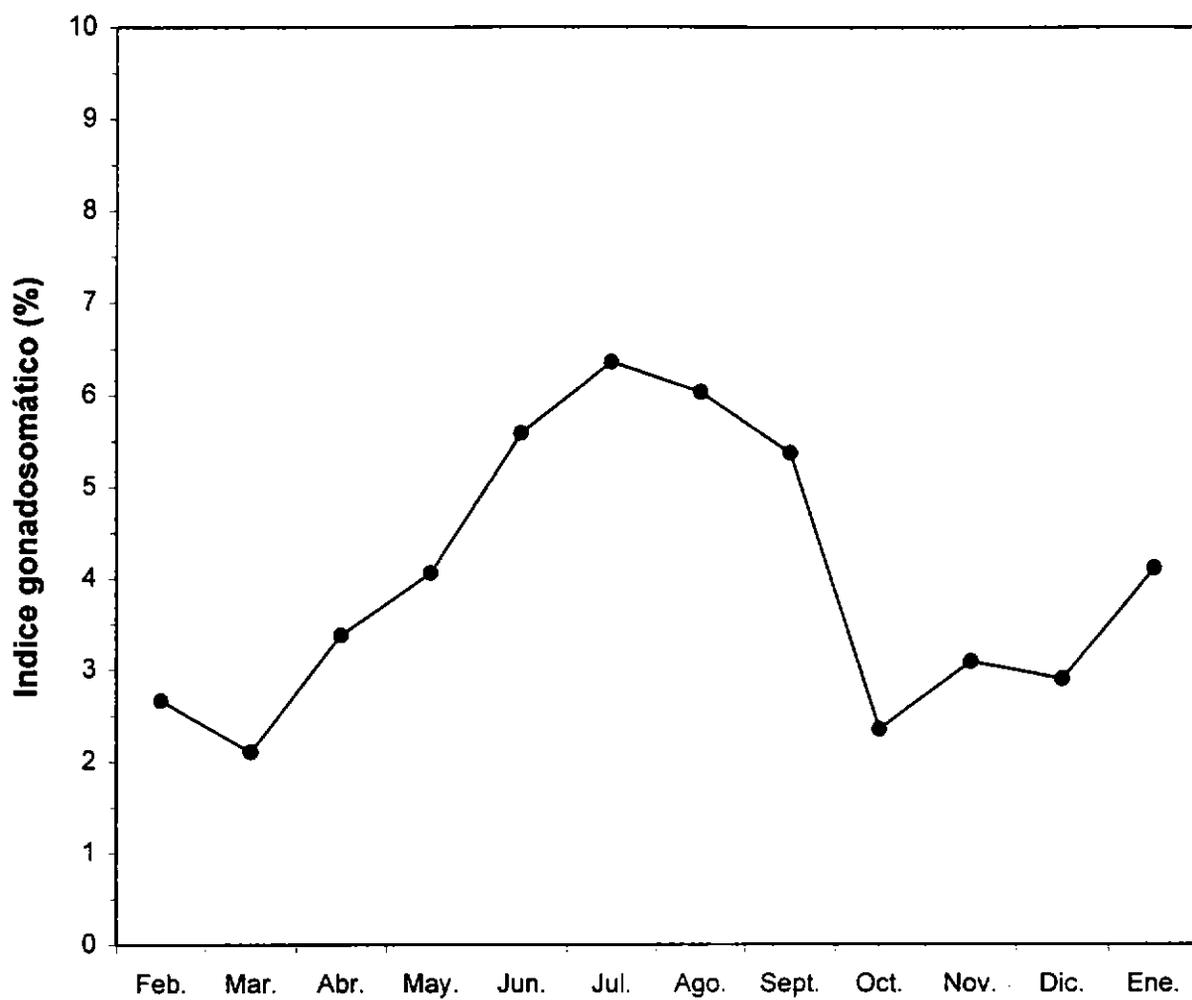


Figura 18. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

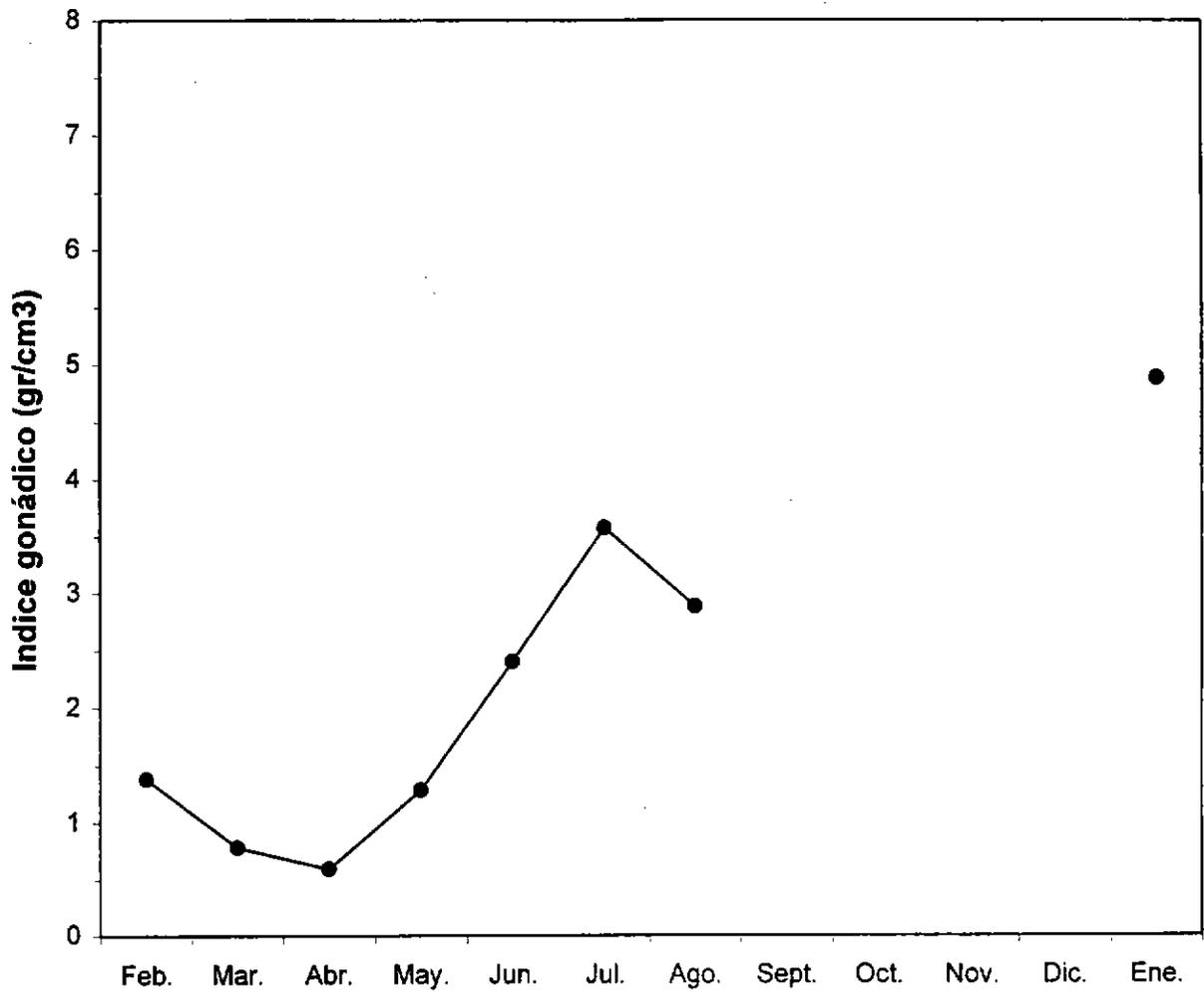


Figura 19. Distribución mensual del Índice Gonádico (gr/cm^3) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

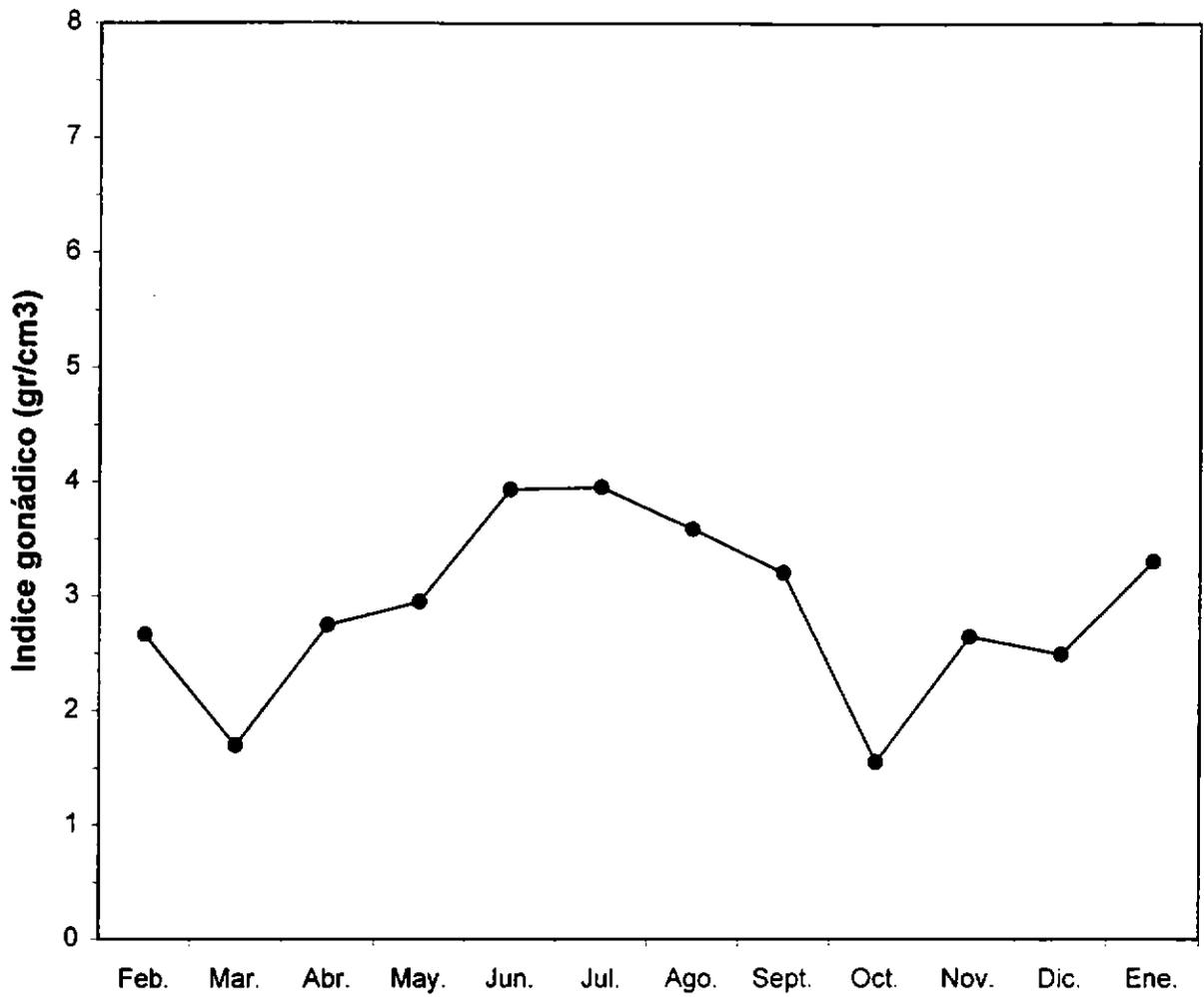


Figura 20. Distribución mensual del Índice Gonádico (IG) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

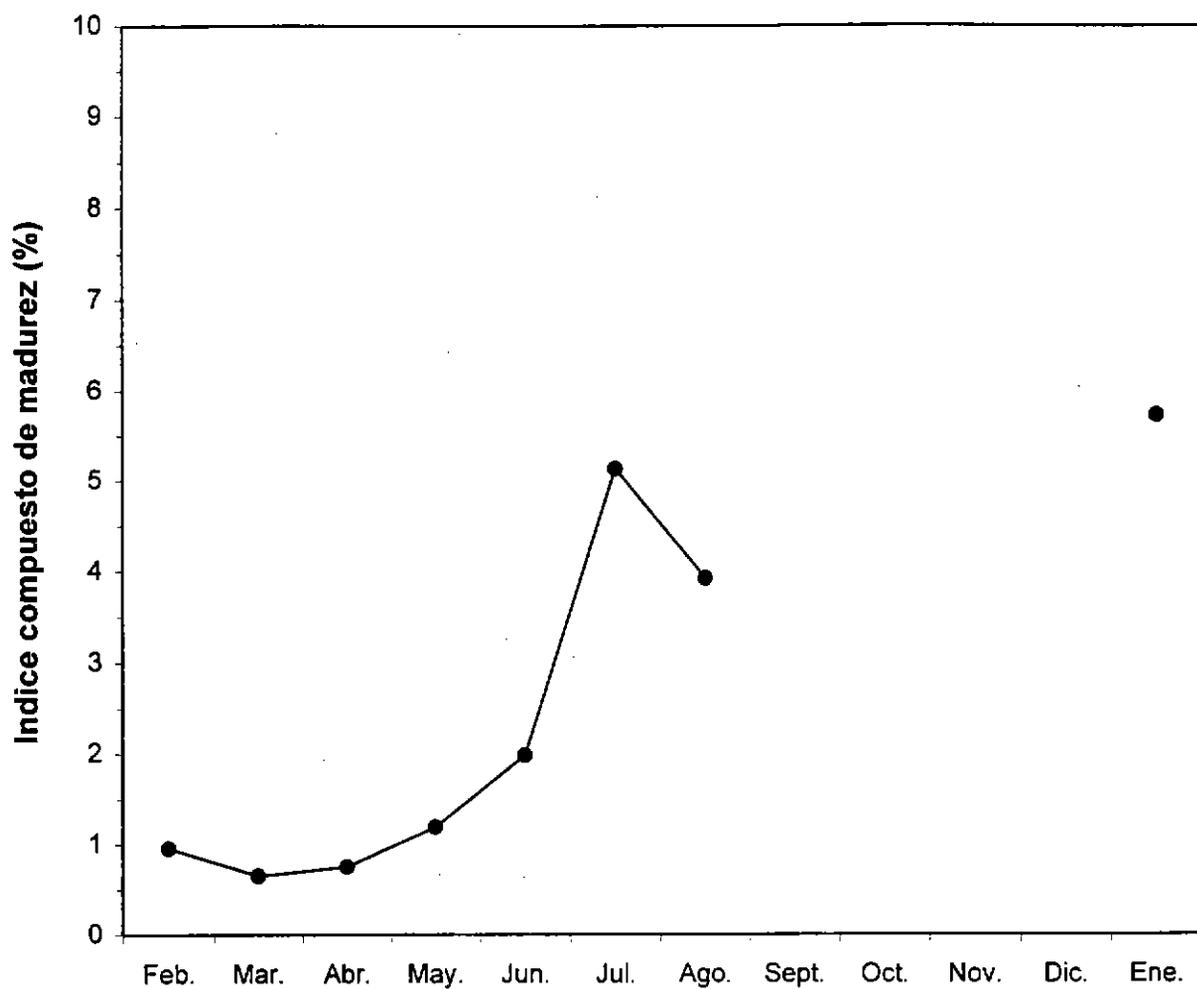


Figura 21. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

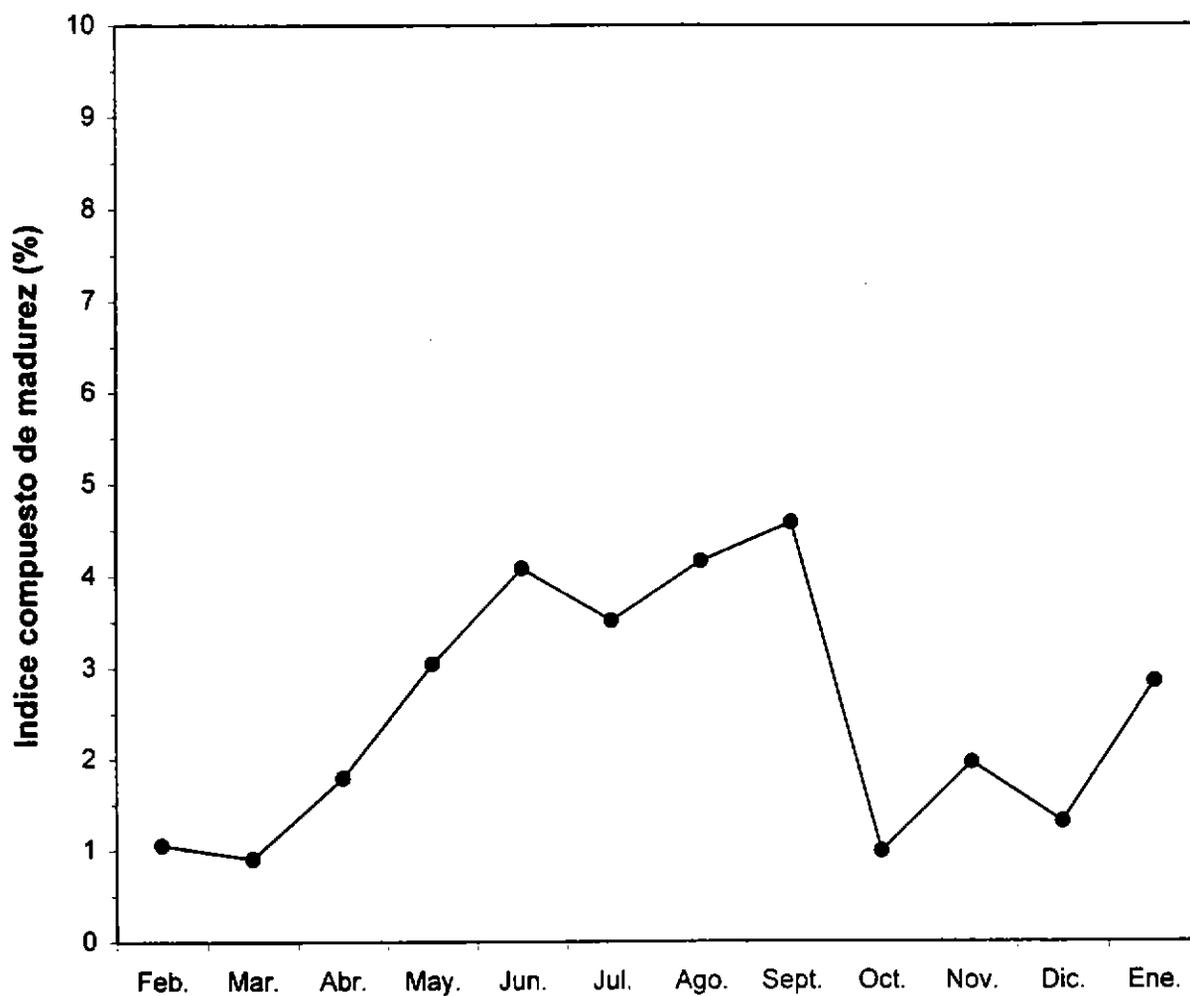


Figura 22. Distribución mensual del Índice Compuesto de Madurez Sexual (ICMS) promedio en hembras de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

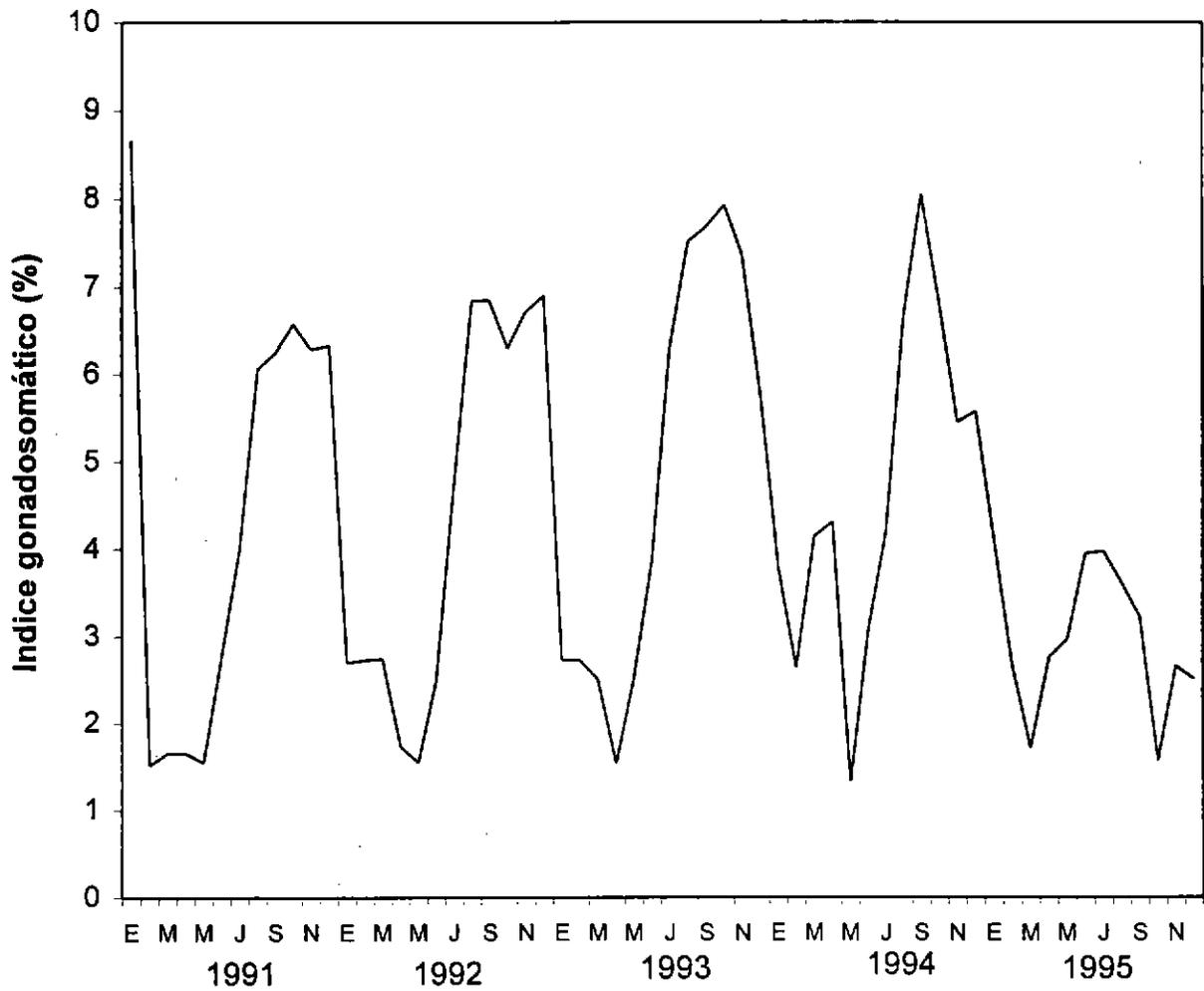


Figura 23. Distribución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) promedio en anchoveta entre enero de 1991 y diciembre de 1995 en el área de Talcahuano.

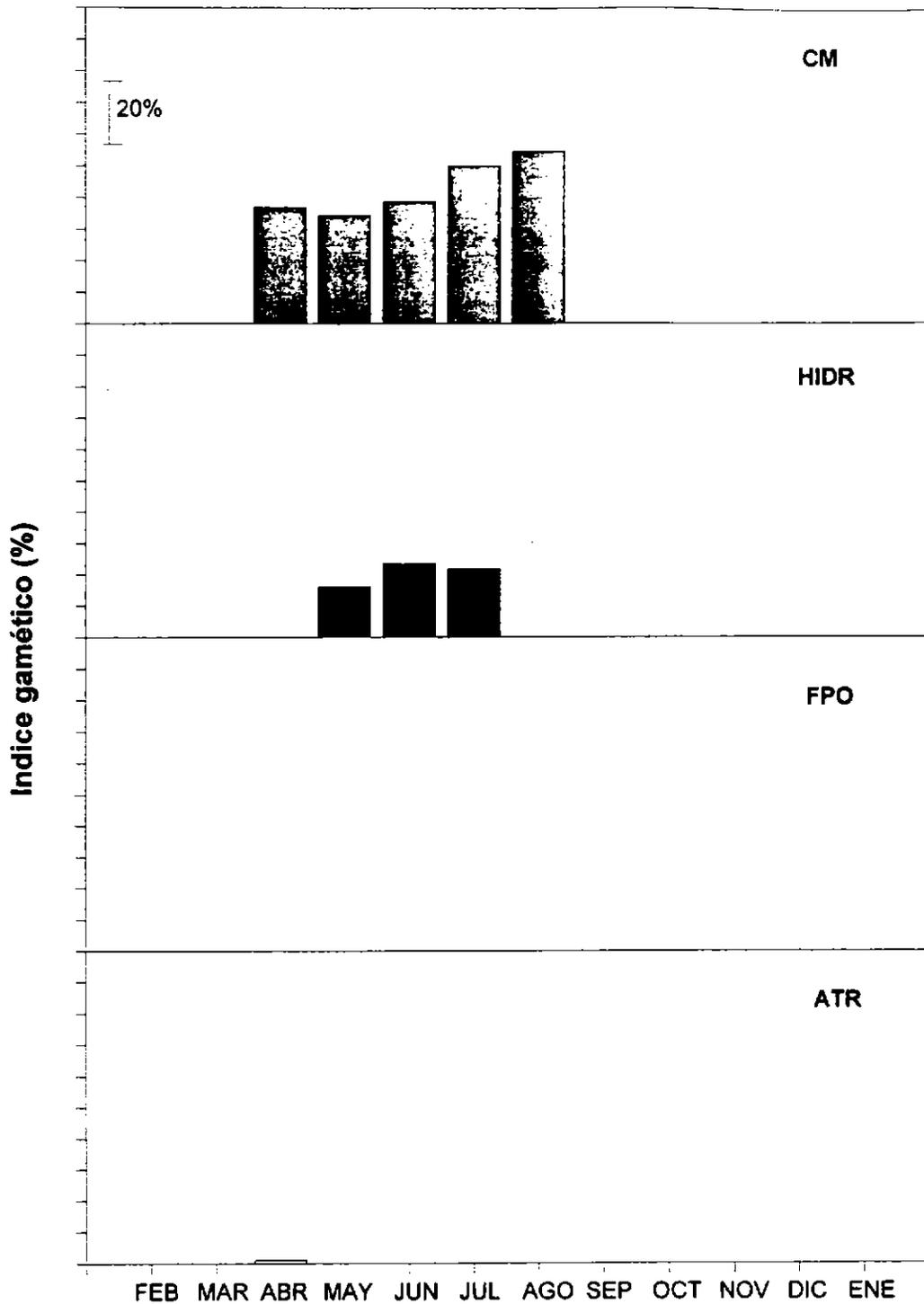


Figura 24. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR) en hembras de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

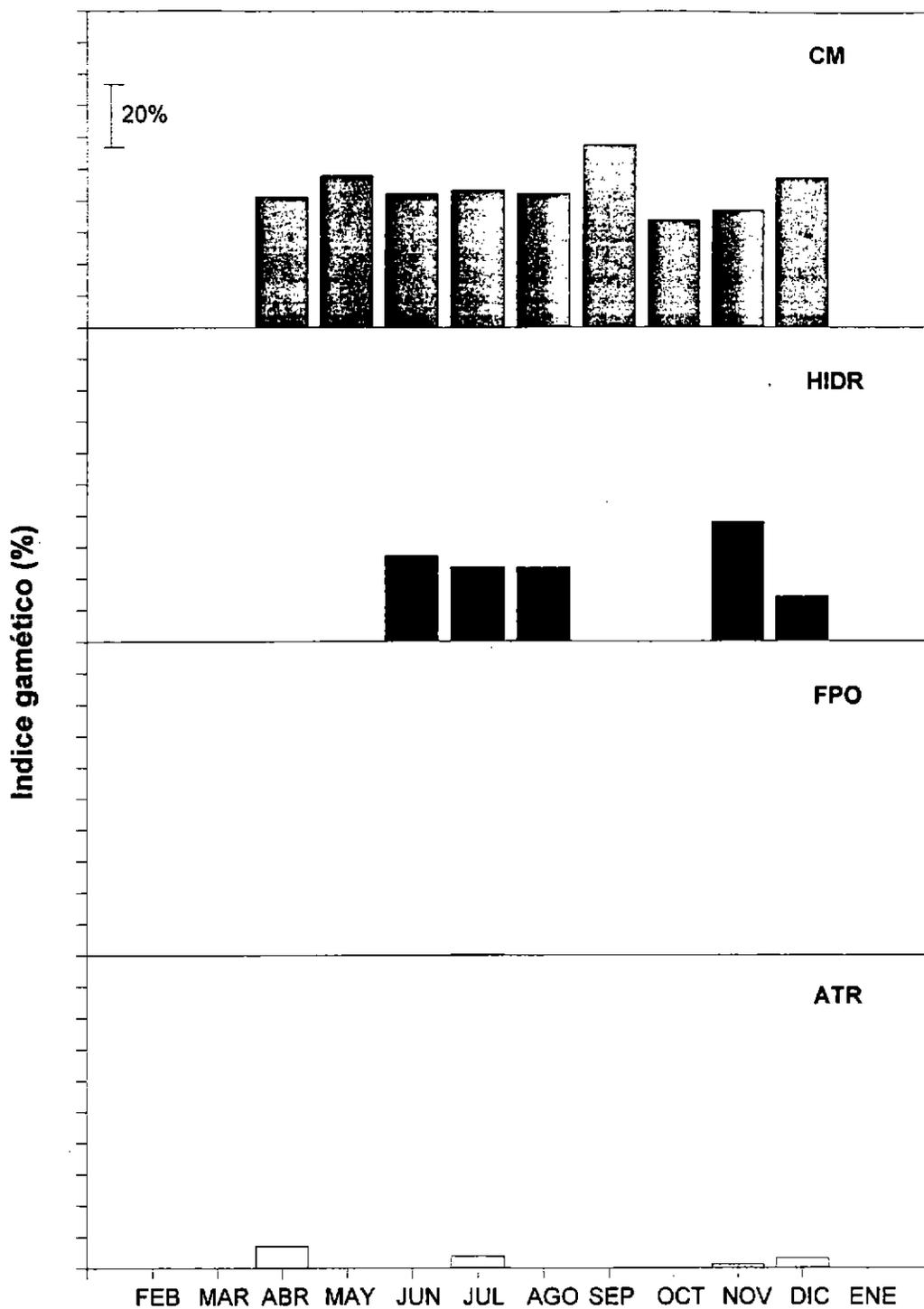


Figura 25. Distribución mensual del Índice Gamético promedio para células maduras (CM), ovocitos hidratados (HIDR), folículos postovulatorios (FPO) y folículos atrésicos (ATR) en hembras de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

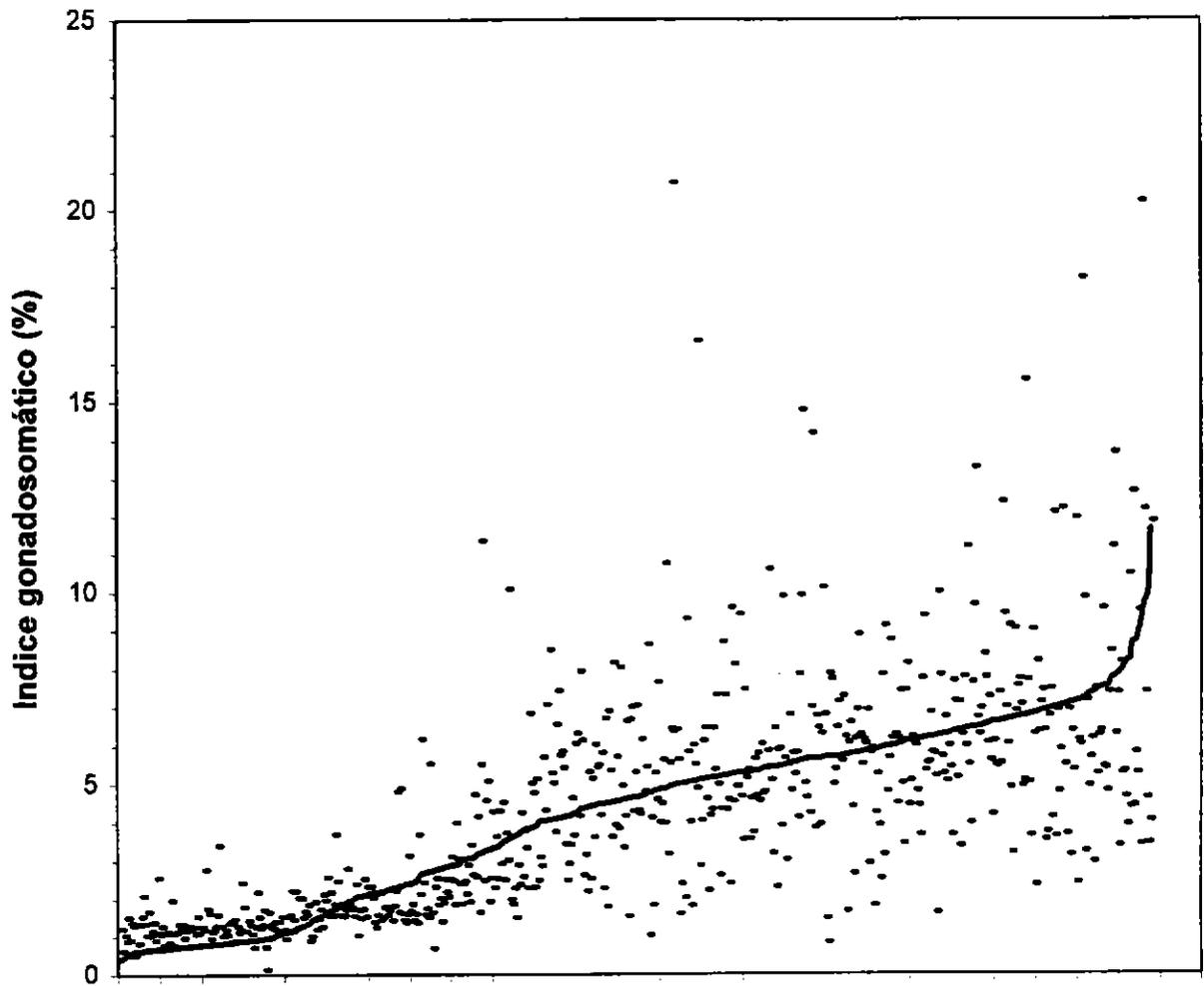


Figura 26. Índice gonadosomático individual de las hembras de anchoveta (puntos) en función de los elementos ováricos. La línea representa el ajuste dado por una función polinomial calculada mediante análisis de regresión múltiple.

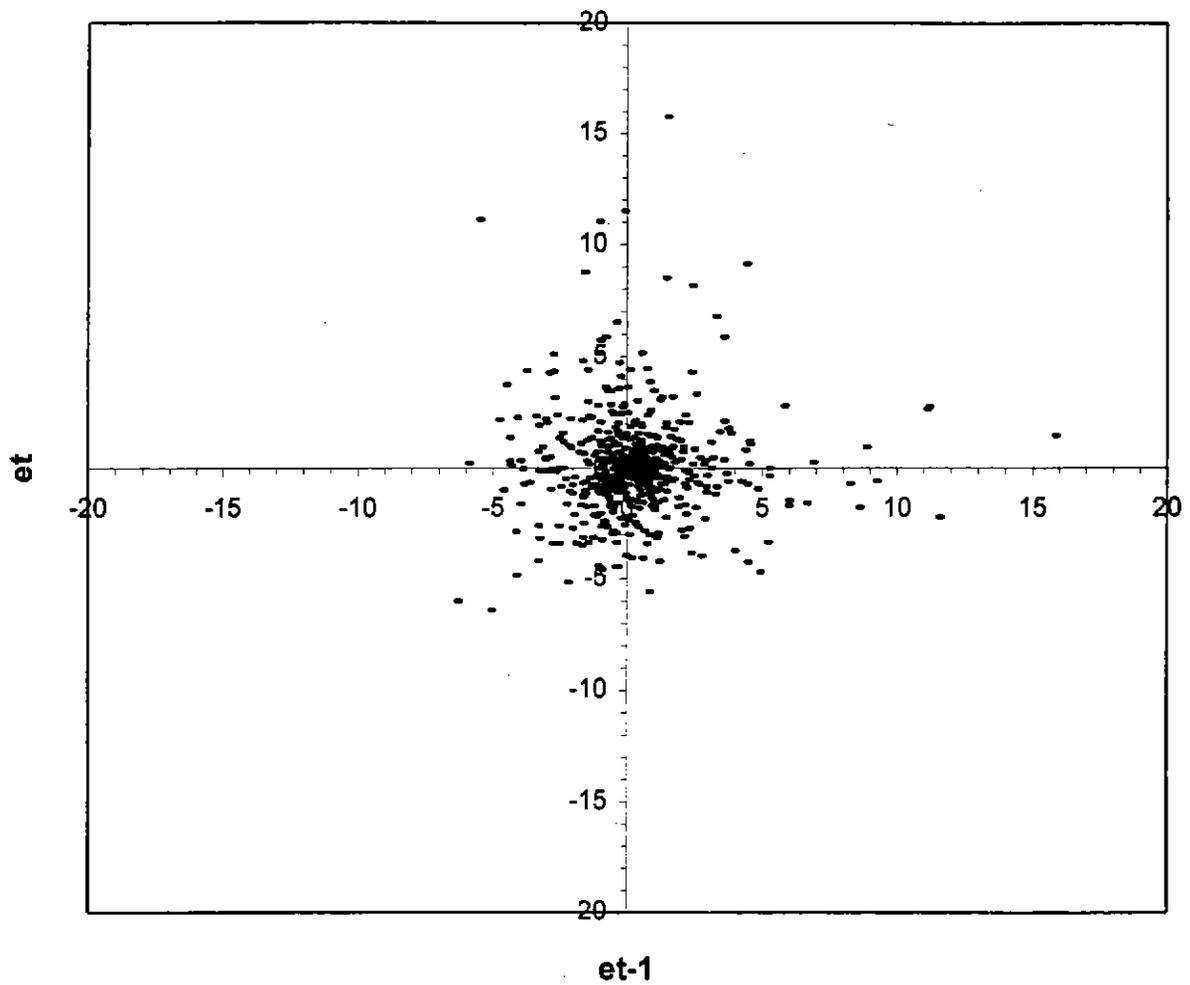


Figura 27. Distribución de los residuos entre el índice gonadosomático individual de las hembras de anchoveta y la función de ajuste.

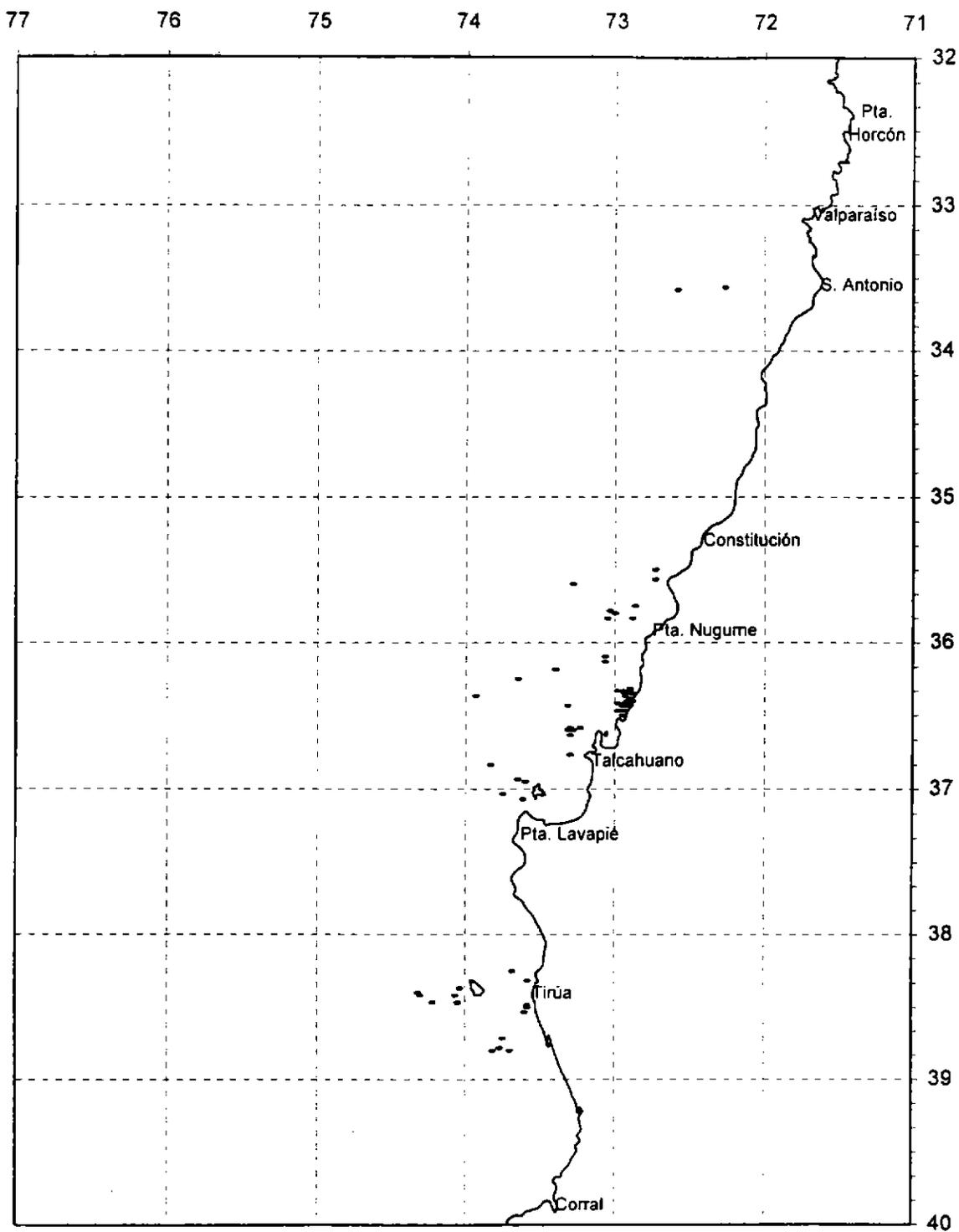


Figura 28. Distribución espacial de los lugares o zonas de pesca de la flota sardinera-anchovetera industrial en enero de 1995.

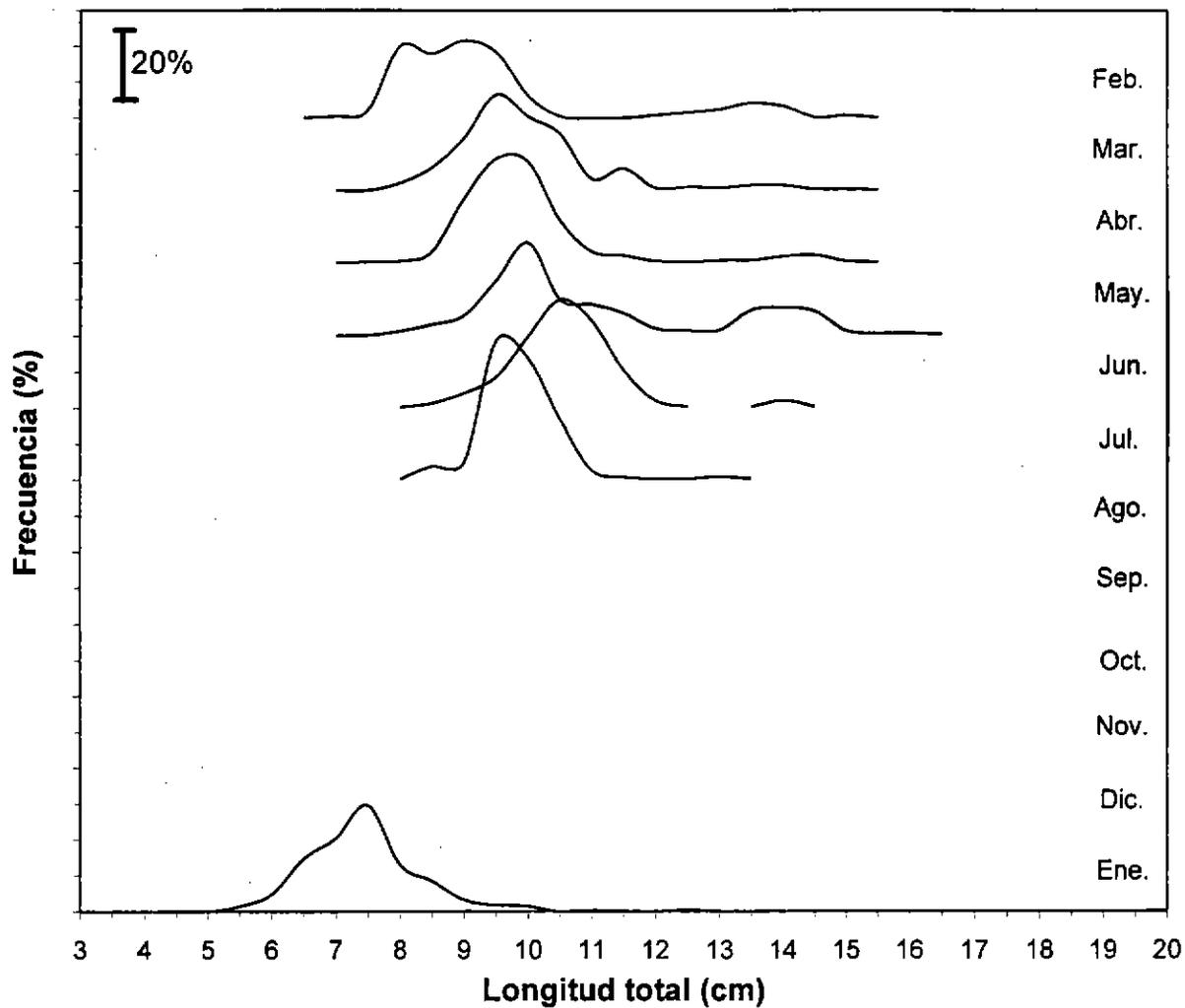


Figura 29. Composición mensual de tallas en las capturas de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

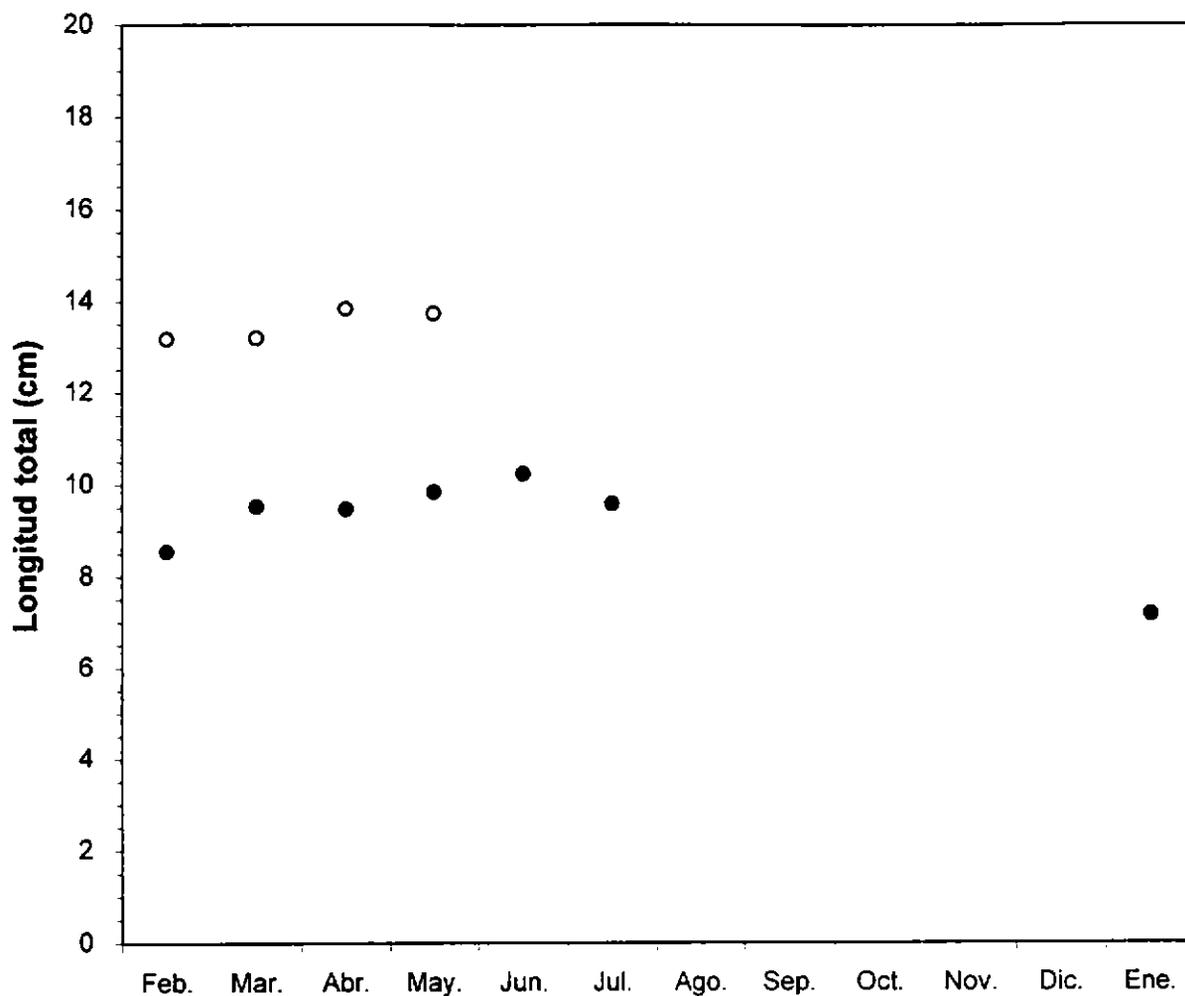


Figura 30. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos negros o llenos) y moda secundaria (círculos vacíos) en la estructura mensual de tallas en las capturas de sardina común en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

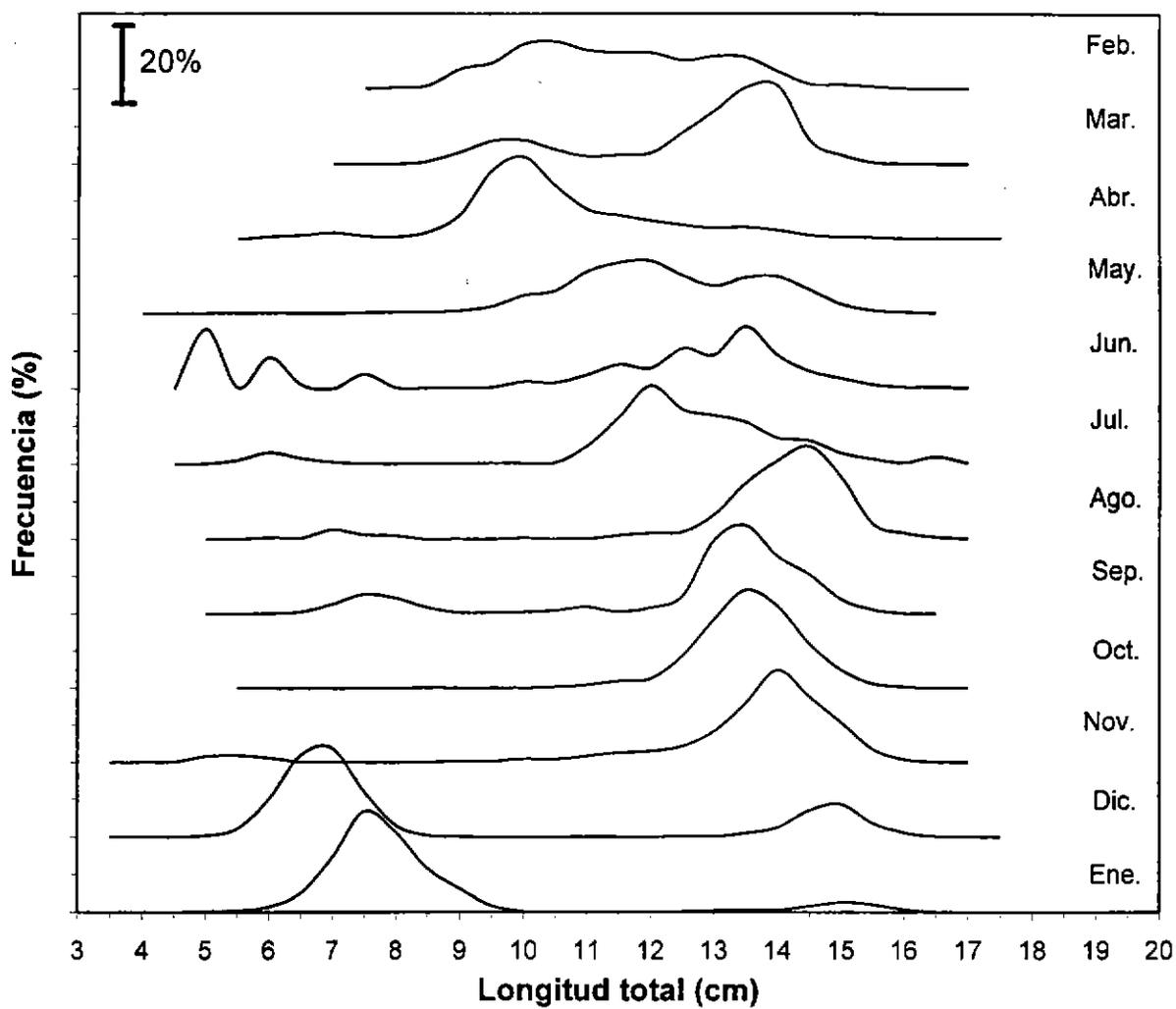


Figura 31. Composición mensual de tallas en las capturas de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

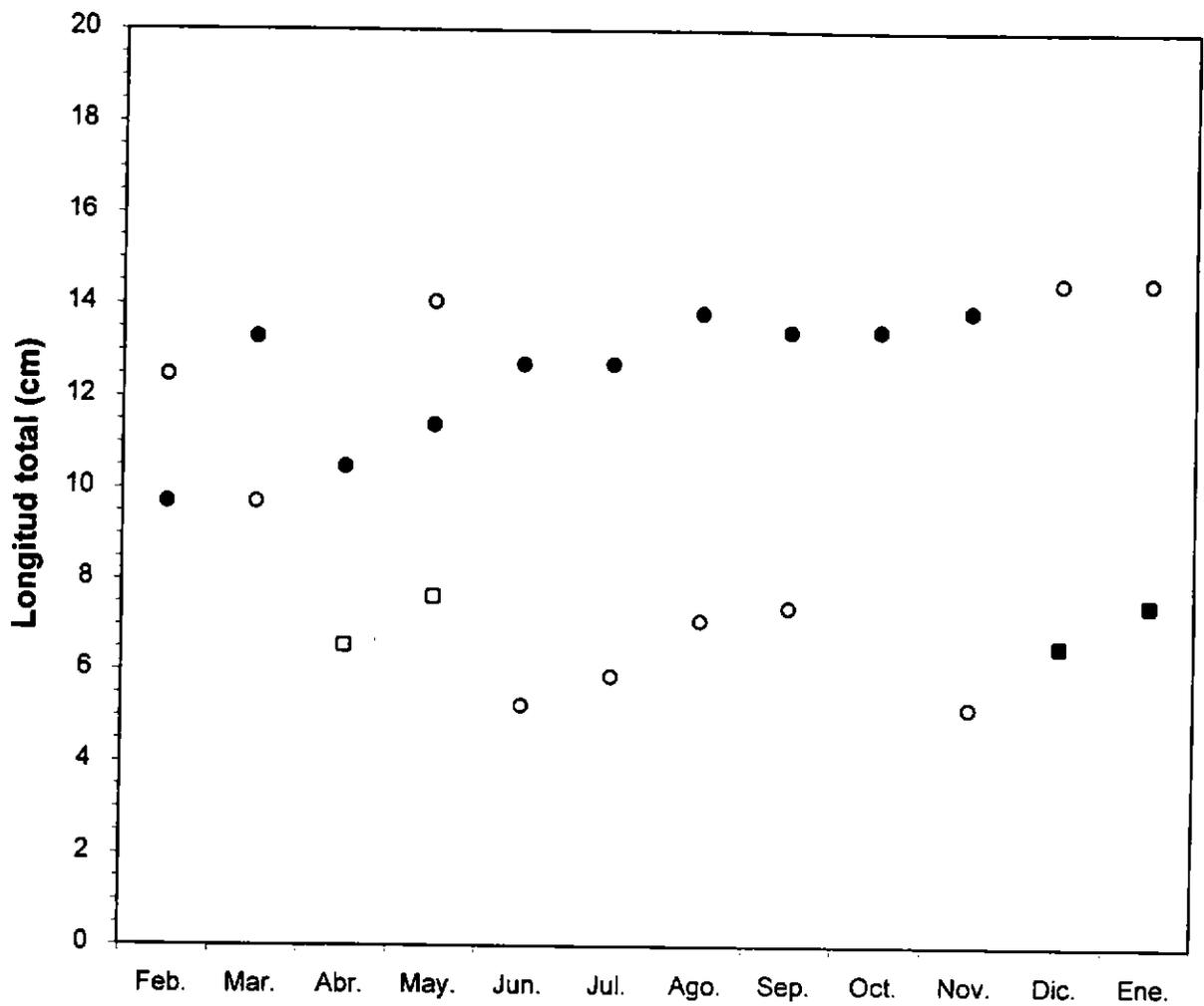


Figura 32. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos llenos), moda secundaria (círculos vacíos) y grupos modales menores (cuadrados vacíos) en la estructura mensual de tallas de sardina común en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

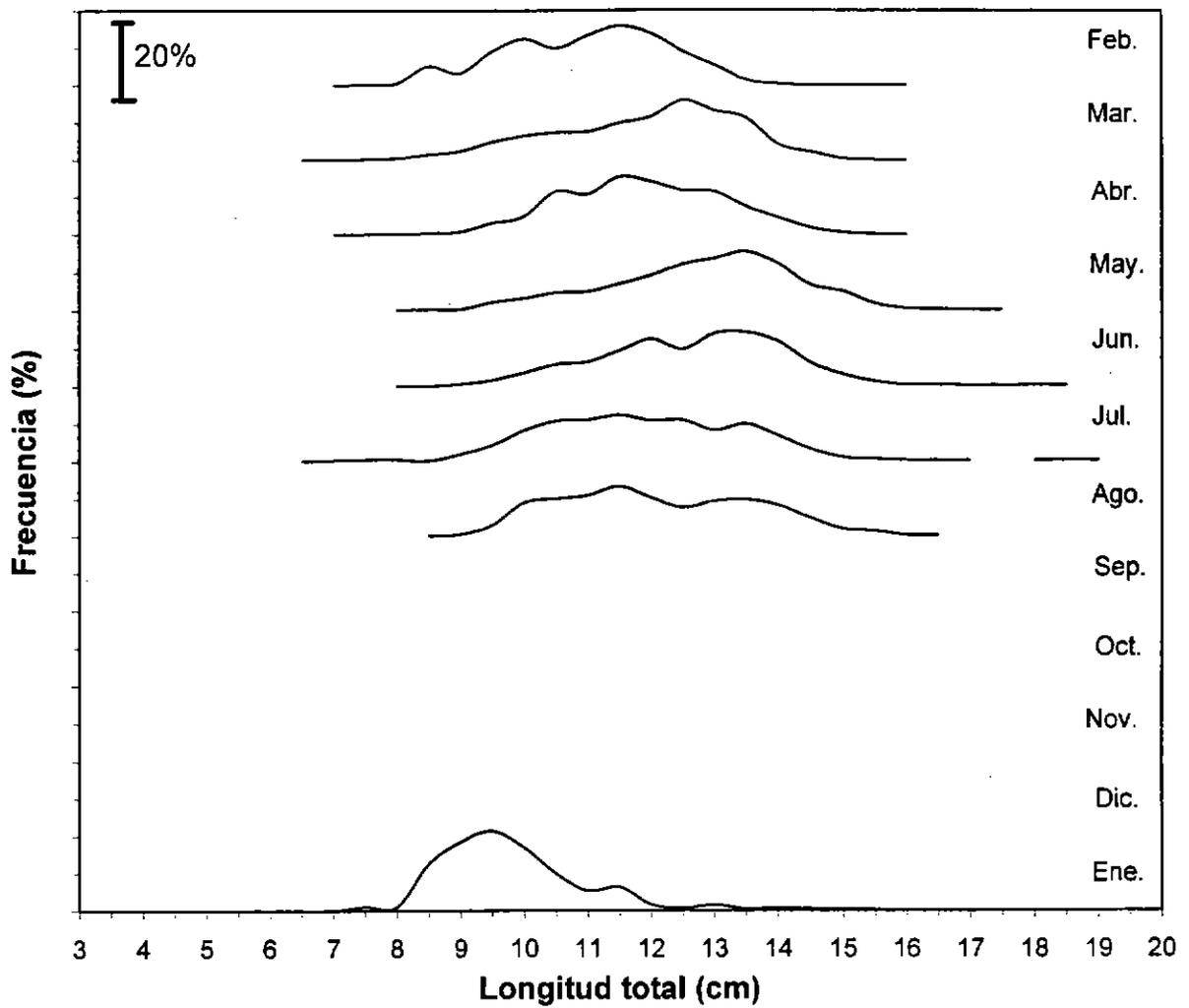


Figura 33. Composición mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

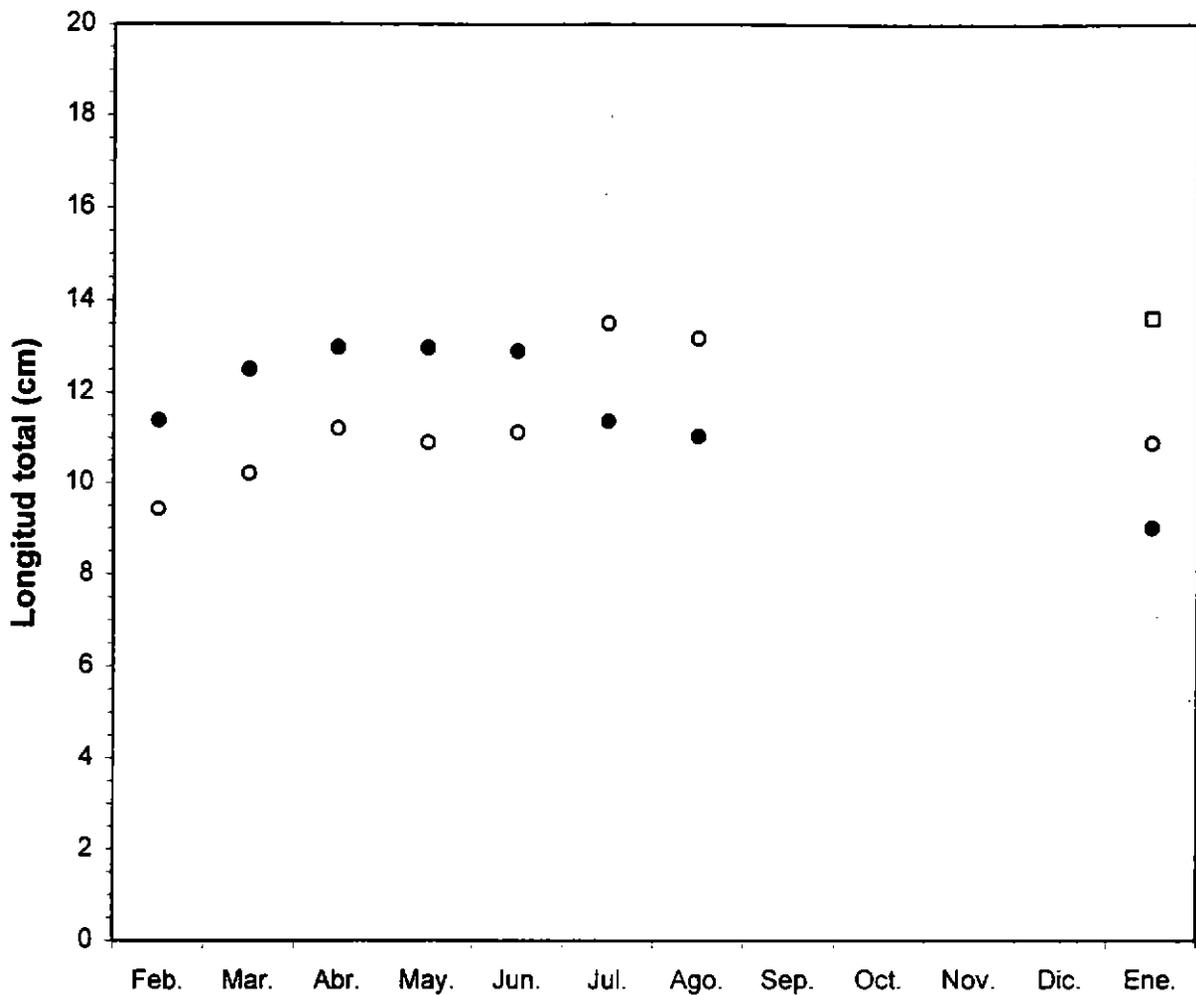


Figura 34. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos llenos), moda secundaria (círculos vacíos) y grupos modales menores (cuadrados vacíos) en la estructura mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de San Antonio entre febrero de 1995 y enero de 1996.

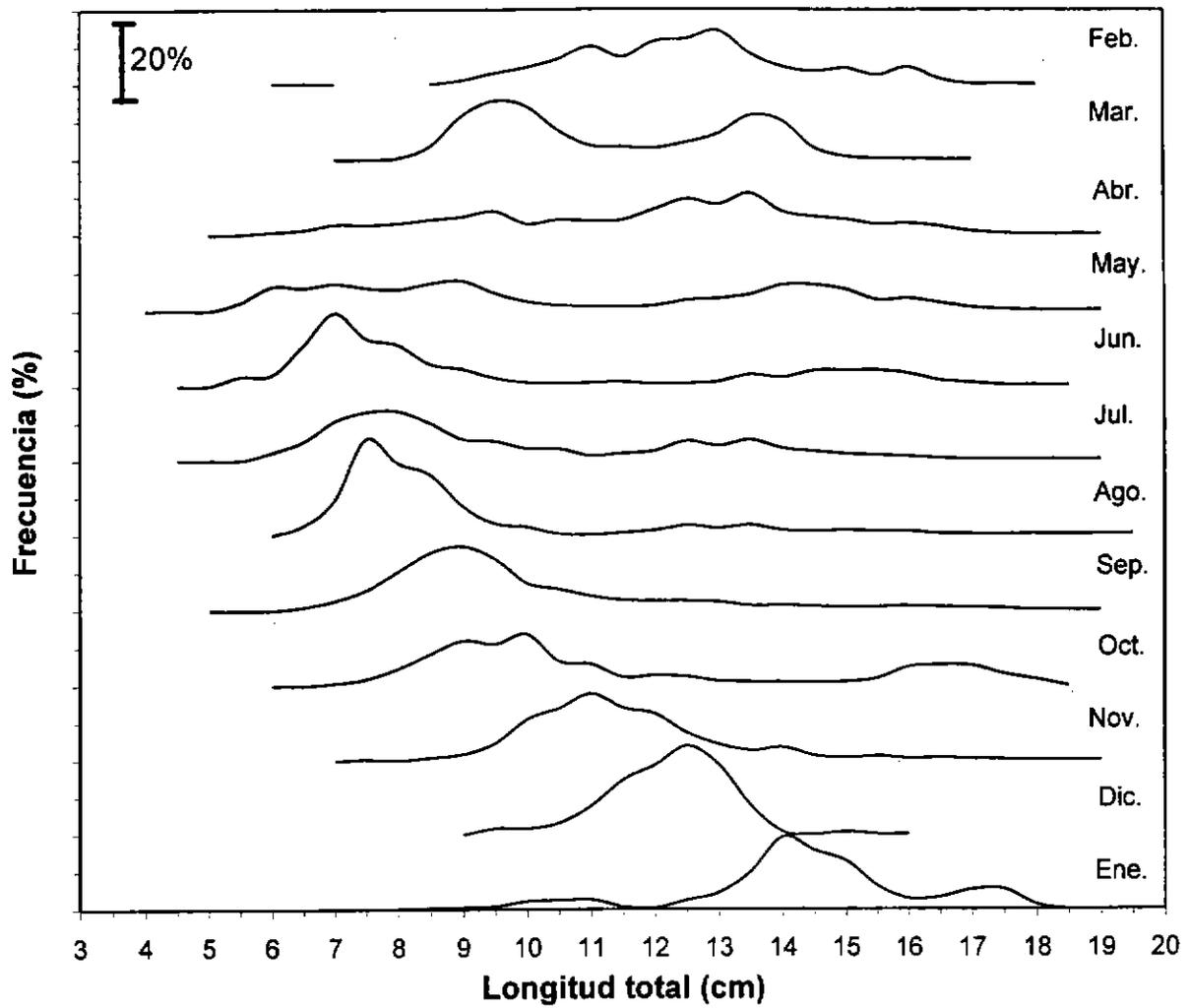


Figura 35. Composición mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

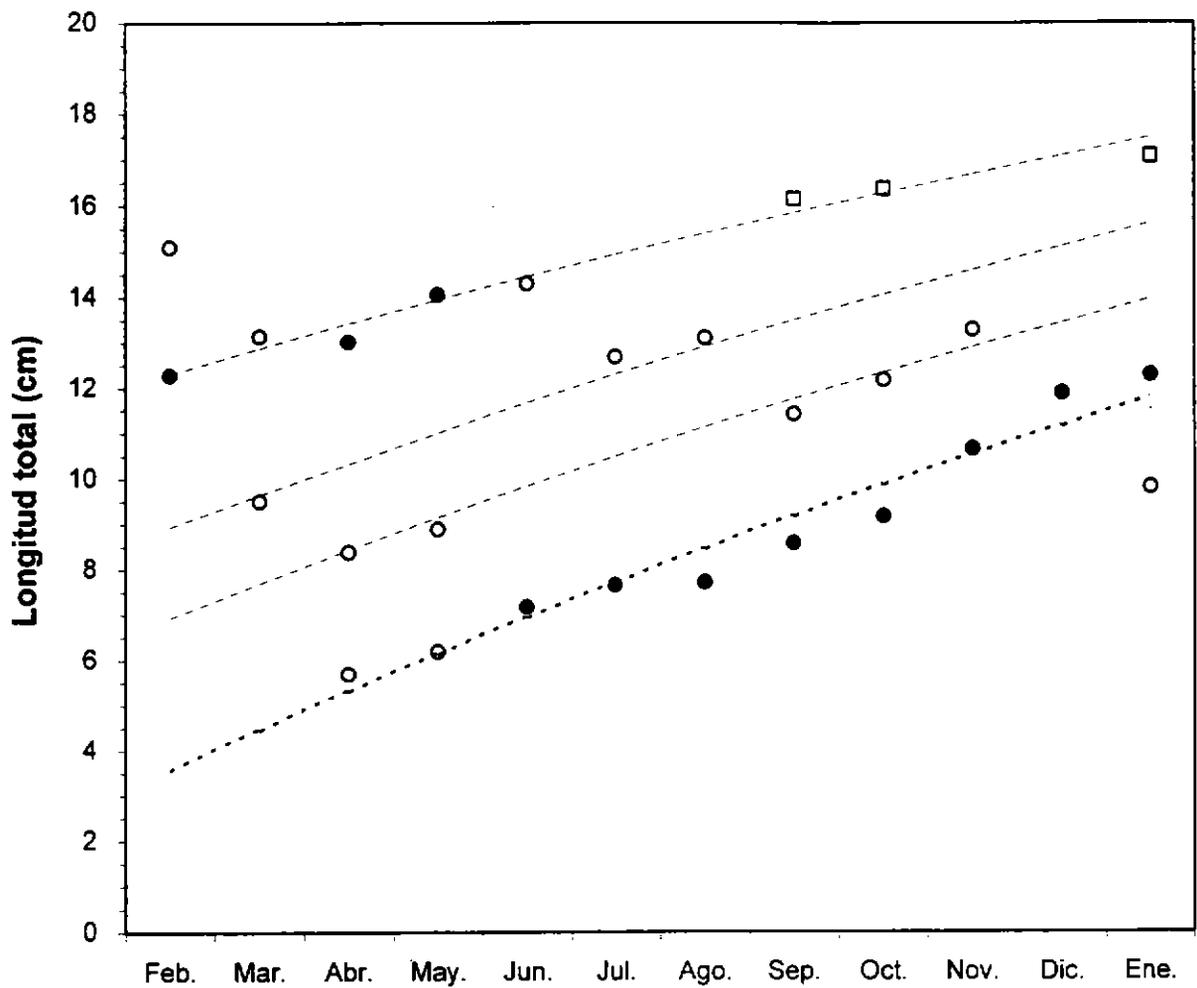


Figura 36. Desplazamiento modal de la moda principal (círculos llenos), moda secundaria (círculos vacíos) y grupos modales menores (cuadrados vacíos) en la estructura mensual de tallas en las capturas de anchoveta en la subzona de Talcahuano entre febrero de 1995 y enero de 1996.

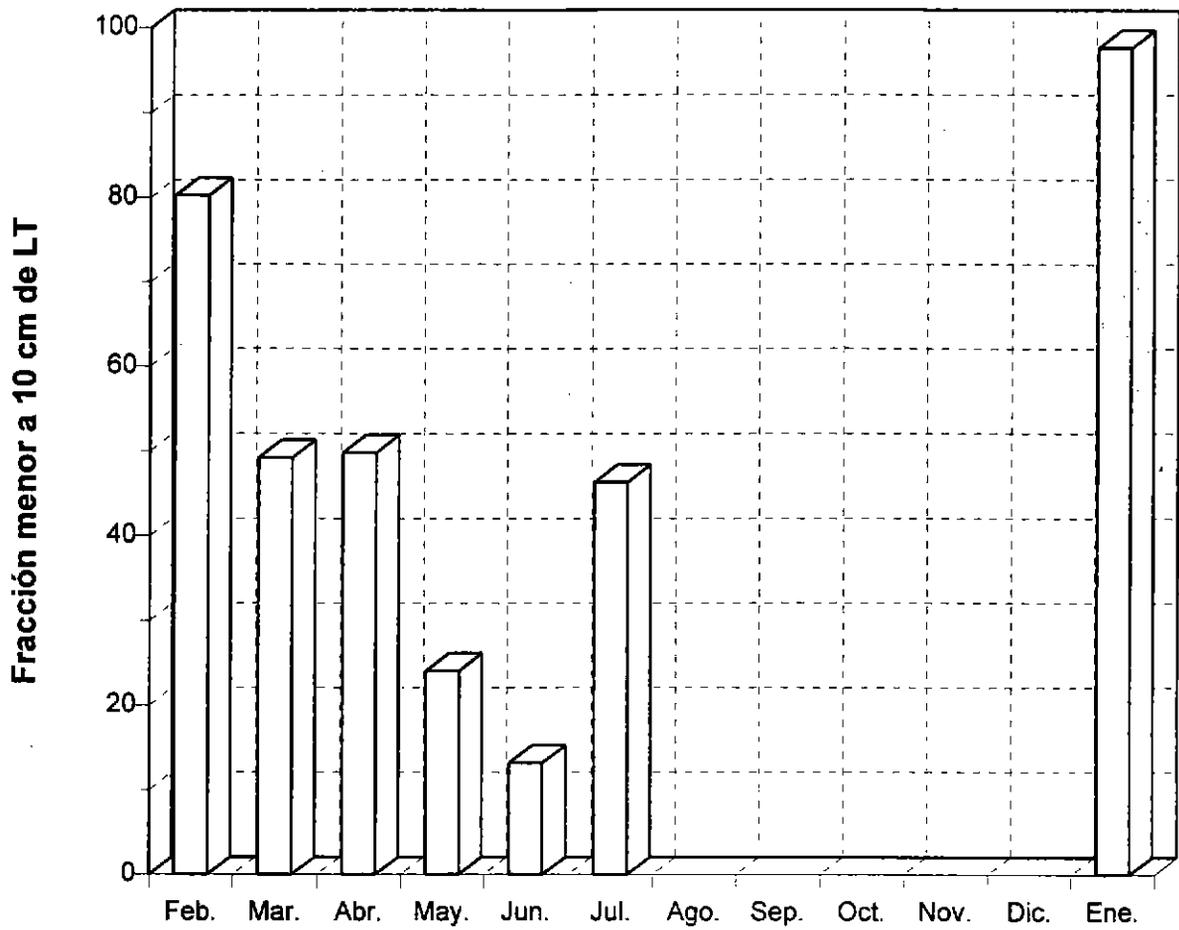


Figura 37. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de sardina común en la subzona de San Antonio. Período: febrero de 1995-enero de 1996.

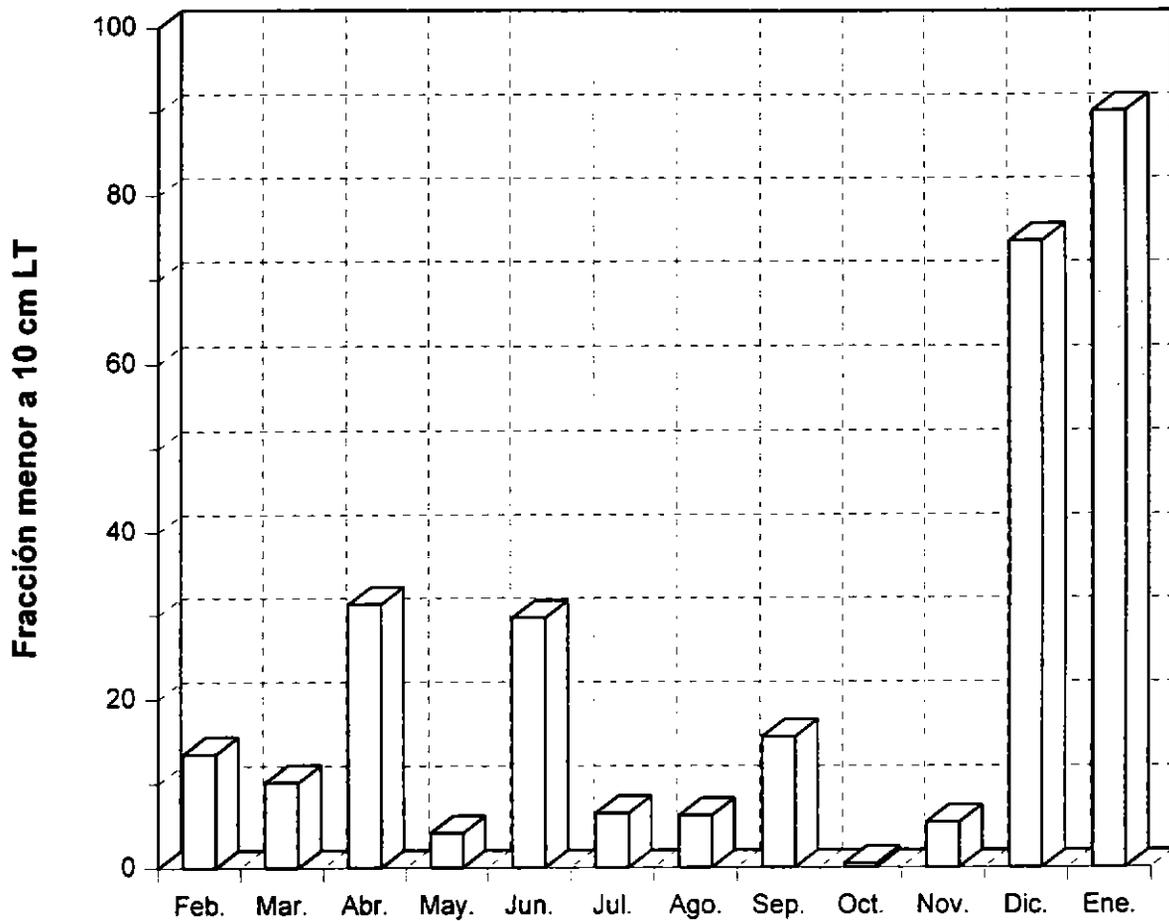


Figura 38. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de sardina común en la subzona de Talcahuano. Periodo: febrero de 1995-enero de 1996.

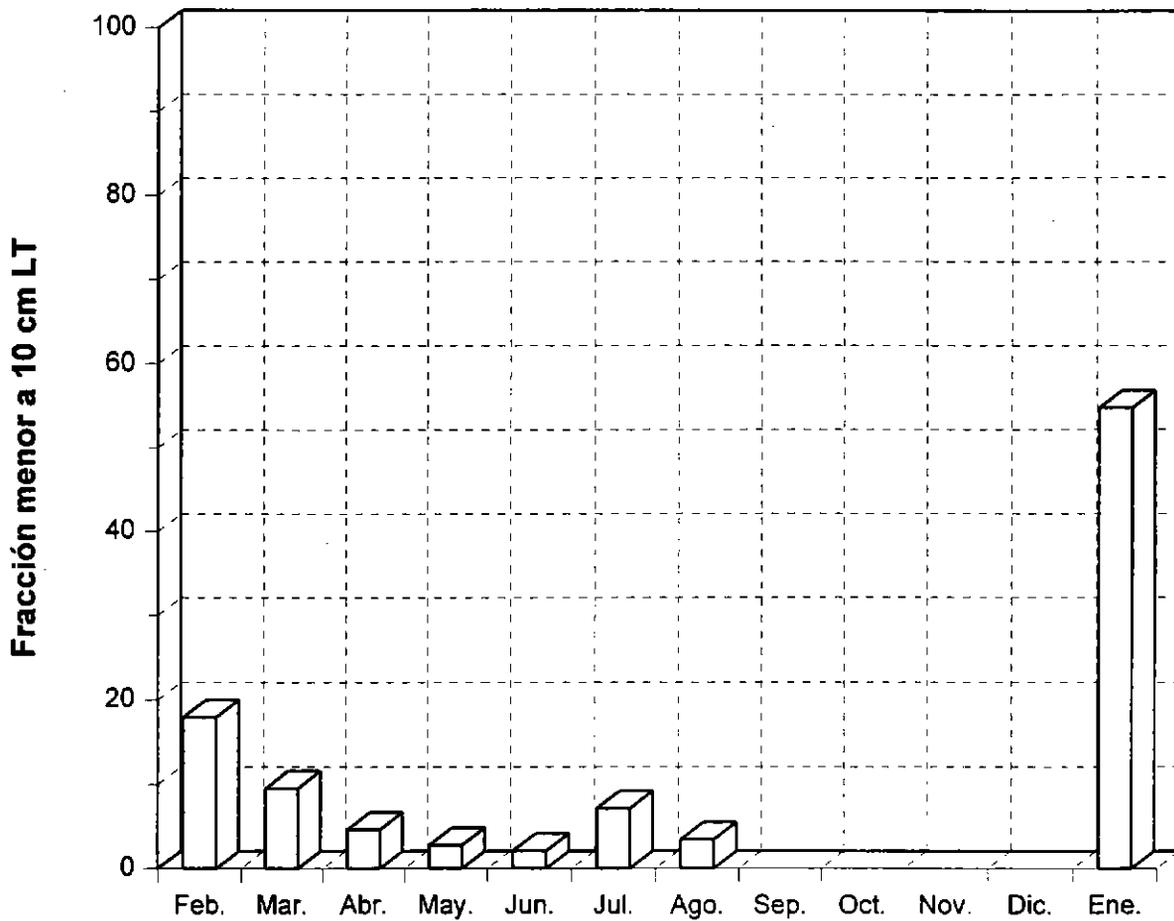


Figura 39. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de anchoveta en la subzona de San Antonio. Período: febrero de 1995-enero de 1996.

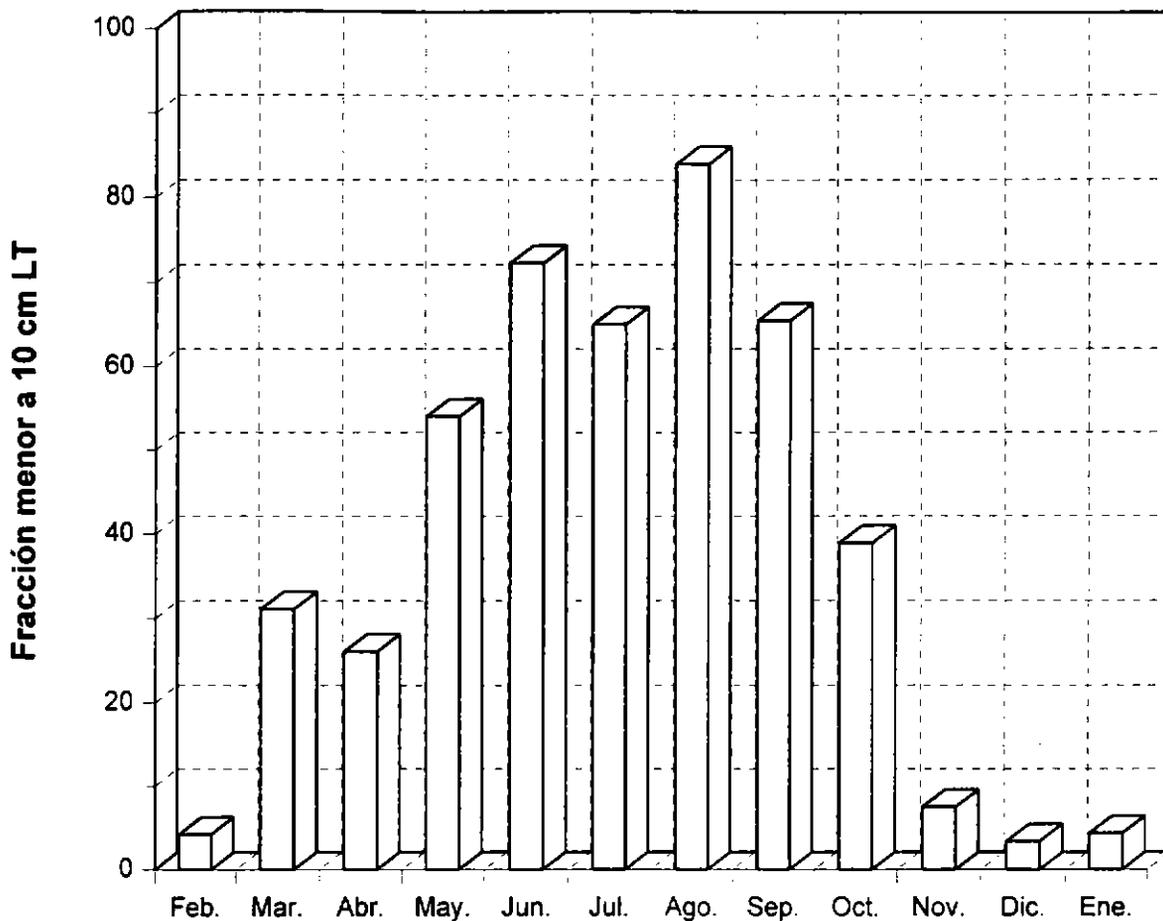


Figura 40. Proporción de juveniles (peces menores a 10 cm de LT) en las capturas mensuales de anchoveta en la subzona de Talcahuano. Período: febrero de 1995-enero de 1996.