



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 97 - 04

INFORME : ANTECEDENTES BIOLOGICOS DEL STOCK
FINAL DESOVANTE DE ANCHOVETA Y SARDINA
COMUN EN LA V A IX REGIONES

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

**Instituto de Investigación Pesquera
Octava Región**

**INFORME FINAL
PROYECTO FIP 97-04
Antecedentes biológicos
del stock desovante de
anchoveta y sardina común
de la V a IX regiones**



**Talcahuano
2000**

INFORME FINAL

PROYECTO FIP 97-04

TITULO DEL PROYECTO: Antecedentes biológicos del stock desovante de anchoveta y sardina común de la V a IX regiones

REQUIRENTE: Fondo de Investigación Pesquera

UNIDAD EJECUTORA: Instituto de Investigación Pesquera Octava Región
Departamento de Pesquerías

JEFE DE PROYECTO: Aquiles Sepúlveda Oróstica

UNIDAD SUBCONTRATADA: Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
Dirección Zonal V a IX Regiones
Dirección Zonal I a II Regiones

Participantes:

Instituto de Investigación Pesquera Octava Región

Aquiles Sepúlveda O.
Jefe de Proyecto

Luis Cubillos S.
Sergio Núñez E.
Teresa M. Canales A.
Doris Bucarey S.
Andrea Rojas S.

Instituto de Fomento Pesquero Investigadores

Jorge Oliva L.
Patricio Barría M.
Eduardo Díaz R.
Victor Baros P.
Hernán Miranda P.

Técnicos de Laboratorio

Carlos Gaspar S.
Yasna Muñoz G.
Miguel Cortes G.
Herman López Ch.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	ix
1. INTRODUCCION	1
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
2. MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1 Caracterización de los folículos postovulatorios de anchoveta y sardina común	4
2.1.1. Procesamiento de las muestras en laboratorio histológico	6
2.1.2. Análisis de las muestras según la escala microscópica.....	7
2.2. Fecundidad parcial en función del peso corporal en sardina común y el modelo de regresión correspondiente a esta relación	9
2.2.1. Fecundidad parcial por hembra madura (E).....	10
2.2.2. Fracción diaria de hembras desovantes.....	12
2.3. Hora de máxima actividad reproductiva en sardina común y anchoveta	12
2.3.1. Crucero de Investigación del B/I Abate Molina.....	12
2.4. Caracterización morfológica de los estadios de desarrollo embrionario en sardina común y anchoveta	15
2.5. Relación entre la temperatura y el tiempo de incubación de los diferentes estadios de desarrollo embrionario de anchoveta y sardina común.....	17
2.5.1 Experimentos de incubación de huevos de sardina común y anchoveta.....	17
2.6. Distribución de huevos de sardina común y anchoveta	22
2.6.1. Area y Período de Estudio.....	22
2.6.2. Colecta de la información	28
3. RESULTADOS.....	30
Estructura de tallas del desembarque de sardina común y anchoveta por regiones de captura	31
Estructura de tallas durante el período de veda reproductiva de 1998	35
Parámetros de la relación longitud-peso separados por área de captura.....	37
Indicadores del estado reproductivo de los recursos sardina común y anchoveta	41
Proporción de sexos en la capturas de sardina común y anchoveta entre 1995-1998.....	41
Proporción sexual durante la veda reproductiva de 1999	43
Distribución de los estados de madurez sexual (EMS) para el período 1998-1999.....	44
Seguimiento de los EMS durante el período de veda reproductiva de 1999	50
Índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico (IG) para el periodo 1995-1998	52
Seguimiento del IGS y IG durante el período de veda reproductiva de 1998	55
Seguimiento del IGS y IG durante el período de veda reproductiva de 1999	56
Caracterización de los folículos postovulatorios en sardina común y anchoveta para la zona de estudio	59
Folículo postovulatorio (FPO).....	60
Edad día 0 en folículos postovulatorios nuevos	61
Edad día 1 en folículos postovulatorios.....	62
Folículos postovulatorios mayores de 48 horas	62
Epoca reproductiva.....	67
Sardina común.....	67
Anchoveta.....	73
Fecundidad parcial en función del peso corporal en sardina común y el modelo de regresión correspondiente a esta relación	79
Peso promedio de hembras maduras	79
Sardina común.....	80
Anchoveta.....	80
Fecundidad parcial en función del peso corporal y longitud total.....	80
Sardina común.....	80
Anchoveta.....	83
Fracción diaria de hembras desovantes.....	85

Sardina común.....	85
Anchoveta.....	85
Hora de máxima actividad reproductiva en sardina común y anchoveta.....	85
Sardina común.....	85
Anchoveta.....	85
Caracterización morfológica de los estadios de desarrollo embrionario de anchoveta.....	87
Caracterización morfológica de los estadios de desarrollo embrionario en sardina común.....	94
Relación entre la temperatura y el tiempo de incubación de los diferentes estadios de desarrollo embrionario en anchoveta y sardina común.....	103
Mantenimiento y acondicionamiento de adultos para el desove.....	103
Mortalidad.....	105
Experimentos de incubación de huevos de sardina común y anchoveta.....	111
Distribución de huevos de sardina común y anchoveta.....	128
Condiciones oceanográficas.....	128
Variables hidrográficas: Análisis horizontal crucero de 1999.....	134
a) Registros a 5 m de profundidad.....	135
b) Registros a 25 m de profundidad.....	136
c) Registros a 50 m de profundidad.....	136
d) Registros a 75 m de profundidad.....	137
Perfiles verticales promedio.....	141
Variables hidrográficas: Análisis vertical.....	143
Diagrama TS.....	145
Distribución espacial y temporal de huevos de sardina común y anchoveta.....	146
Crucero 1.....	146
Crucero 2.....	153
Crucero 3.....	155
Crucero 4.....	157
Crucero 5.....	162
Esfuerzo de muestreo requerido para la aplicación del método de producción diaria de huevos en sardina común y anchoveta.....	168
4. DISCUSION.....	173
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	181
ANEXOS.....	192

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo bio-oceanográfico en la zona costera de la VIII región (crucero 1)	26
Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo bio-oceanográfico en la zona costera de la VIII, y IX regiones (Crucero 2)	27
Figura 3. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico en la zona costera de la VIII Región (Cruceros 3) y en la IX Región (Crucero 4)	28
Figura 4. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico en las zonas costeras de la VIII Región: Itata - Golfo de Arauco y en la IX Región (Crucero 5)	29
Figura 5. Estructura de tallas de la sardina común caracterizada a partir de diferentes áreas de pesca y agrupadas para el período enero de 1996 a junio de 1999	33
Figura 6. Estructura de tallas de la anchoveta caracterizada a partir de diferentes áreas de pesca y agrupadas para el período enero de 1996 a junio de 1999	34
Figura 7. Estructura de tallas en las capturas de diferentes regiones durante el período de veda reproductiva de 1998	35
Figura 8. Estructura de tallas de sardina común por semana en la veda reproductiva 1999	36
Figura 9. Estructura de tallas de anchoveta por semana durante la veda reproductiva 1999	37
Figura 10. Proporción de sexos de la sardina común por zona de pesca entre 1995-1998	41
Figura 11. Proporción de sexos de la anchoveta por zona de pesca para el período 1995-1998	42
Figura 12. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) II y III de sardina común por zona de pesca (1995-1998)	45
Figura 13. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) IV y V de la sardina común por zona de pesca (1995-1998)	46
Figura 14. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) II y III de anchoveta por zona de pesca (1995-1998)	47
Figura 15. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) IV y V de la anchoveta por zona de pesca (1995-1998)	48
Figura 16. Composición de los estados de madurez macroscópicos (EMS) durante la veda reproductiva de 1998 para sardina común y anchoveta	49
Figura 17. Distribución de los (EMS) madurez sexual durante la veda reproductiva (agosto-septiembre 1999)	51
Figura 18. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) y índice gonádico (IG) de la sardina común por zonas (1995-1998)	53
Figura 19. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico (IG) en la anchoveta por zonas de pesca (1995-1998)	55
Figura 20. Distribución espacial (por zonas) del IGS y IG durante veda reproductiva de 1998	56
Figura 21. Evolución semanal del IGS promedio y ponderado de ambos recursos (mayo-septiembre)	57
Figura 22. Índice gonadosomático semanal por rango de tallas de sardina común y anchoveta	58
Figura 23. Sardina común (Fotografías A y B). Folículo Postovulatorio Nuevo de día 0. Folículos Nuevos que no muestran signos de degeneración. (e: Epitelio Folicular; f: Célula Folicular; l: Lúmen; c: Capilar Sanguíneo)	64
Figura 24. Sardina común (Fotografías C y D). Folículo Postovulatorio de día 1. Folículo Postovulatorio en regresión con signos de degeneración. (e: Epitelio Folicular; t: Capa Tecal; l: Lúmen; estrella: Vacuola)	65

Figura 25. Sardina común (Fotografías E y F). Folículo Postovulatorio de día 2. Folículo Postovulatorio con marcada degeneración celular. (e: Epitelio Folicular; f: Células Foliculares; t: Capa Tecal; estrella: Vacuola; c: Capilar Sanguíneo).....	66
Figura 26. Estadios microscópicos de madurez sexual en la sardina común (4 diferentes zonas de estudio en 1997-1998).....	69
Figura 27. Sardina común. Estadios microscópicos de madurez sexual. a) San Antonio, b) Talcahuano y c) Valdivia.....	70
Figura 28. Sardina común. Estadios ováricos en la zona V a X Región (octubre 1997 a abril 1998).....	71
Figura 29. Sardina común. Estadios ováricos en la zona V a X Región (mayo a octubre de 1998).....	72
Figura 30. Índice gonadosomático de la sardina común en la zona centro-sur (1979 -98)	73
Figura 31. Anchoqueta. Estadios microscópicos de madurez sexual (4 diferentes zonas de estudio en 1997-1998).....	75
Figura 32. Anchoqueta. Estadios microscópicos de madurez sexual. a) San Antonio, b) Talcahuano y c) Valdivia.....	76
Figura 33. Anchoqueta. Estadios ováricos en la zona V a X Región (octubre 1997 a marzo 1998).....	77
Figura 34. Anchoqueta. Estadios ováricos en la zona V a X Región (abril a agosto 1998).....	78
Figura 35. Anchoqueta. Índice gonadosomático de la anchoqueta en la zona centro-sur (1979 - 1998).....	78
Figura 36. Regresión lineal entre el peso total y el peso corporal de hembras maduras de sardina común.....	79
Figura 37. Regresión lineal entre el peso total y el peso corporal de hembras maduras de anchoqueta.....	79
Figura 38. Hembras hidratadas de sardina común. Regresión lineal entre la fecundidad parcial y a) peso corporal (g), b) longitud total (cm).....	82
Figura 39. Hembras hidratadas de anchoqueta. Regresión lineal entre la fecundidad parcial y a) peso corporal (g), b) longitud total (cm).....	84
Figura 40. Estadios de desarrollo embrionario en huevos de anchoqueta (crucero B/I Abate Molina).....	88
Figura 41. Estadios tempranos de desarrollo embrionario de los huevos de anchoqueta.....	91
Figura 42. Distribución de hora de mayor ocurrencia de diferentes estadios de huevos de anchoqueta.....	94
Figura 43. Estadio tempranos del desarrollo embrionario de los huevos sardina común. Formación del polo germinal.....	97
Figura 44. Fotografías de algunos estadio temprano de desarrollo embrionario en huevos de sardina común colectados desde el plancton.....	98
Figura 45. Estadios intermedios del desarrollo embrionario de sardina común se observa claramente la formación del embrión, desarrollo de la cabeza, aparición de melanóforos y somitos.....	99
Figura 46. Fotografías de algunos estadio intermedios y tardíos del desarrollo embrionario en huevos de sardina común colectados desde el plancton.....	100
Figura 47. Estadios tardíos del desarrollo embrionario de sardina común. Se observa el crecimiento de la cola, intensificación de melanóforos y desarrollo de la aleta embrional.....	101
Figura 48. Distribución de hora de mayor ocurrencia de diferentes estadios de huevos de sardina común.....	102
Figura 49. Factor de condición observado para sardina común y anchoqueta en cautiverio.....	106
Figura 50. Longitud media y peso promedio observados para sardina común en cautiverio.....	108

Figura 51. Número de ejemplares de sardina común utilizados en análisis de longitud, peso y factor de condición.....	109
Figura 52. Trayectorias de desarrollo observadas mediante experimentos de incubación en a) sardina común y b) anchoveta	113
Figura 53. Sardina común. Curvas medias de sobrevivientes en 3 temperaturas de incubación	114
Figura 54. Anchoveta. Curvas de sobrevivientes bajo 3 temperaturas de incubación	115
Figura 55. Edad promedio estimada para cada estadio en función de la temperatura para las especies a) sardina común y b) anchoveta.....	119
Figura 56. Distribución de temperaturas observadas durante cruceros FIP norte de Chile .	121
Figura 57. Distribución horaria de los lances planctónicos cruceros FIP norte de Chile.....	122
Figura 58a. Desarrollo embrionario a distintas temperaturas, para los huevos de sardina común y anchoveta en Chile Centro-Sur y anchoveta de California.....	126
Figura 59. Secciones oceanográfica para transecta de estaciones. A) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l ⁻¹). Crucero 1.....	129
Figura 60. Perfiles promedio de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto, registrados durante la evaluación de la transecta de estaciones. Crucero 1	130
Figura 61. Perfiles promedio de temperatura, salinidad y densidad, registrados durante el crucero 3	132
Figura 62. Perfiles promedio de temperatura, salinidad y densidad, registrados durante el crucero 4	133
Figura 63. Posición de las estaciones oceanográficas en el área de estudio (crucero 1999)	134
Figura 64. Distribución horizontal de la temperatura del mar en el área de prospección, sobre los estratos de: a) superficial (5 m), b) 25 m, c) 50 m y d) 75 m	138
Figura 65. Distribución horizontal de la salinidad del agua de mar en el área de prospección, sobre los estratos de: a) superficial (5 m), b) 25 m, c) 50 m y d) 75 m	139
Figura 66. Distribución horizontal de la densidad del agua de mar en el área de prospección, sobre los estratos de: a) superficial (5 m), b) 25 m, c) 50 m y d) 75 m	140
Figura 67. Distribución vertical promedio de las variables: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu) y c) densidad (sigma-t) en el área de estudio.....	142
Figura 68. Sección oceanográfica, paralela a la costa, para las variables : a) temperatura (°C), b) salinidad (psu) y c) densidad (sigma-t) en el área de estudio	144
Figura 69. Diagrama T-S que incluye todas las estaciones oceanográficas realizadas en el área de estudio.....	146
Figura 70. Abundancia de huevos (huevos/10m ²) de anchoveta en la zona costera de la VIII Región (crucero 1).....	149
Figura 71. Abundancia de huevos (huevos/10m ²) de sardina común en la zona costera de la VIII Región (crucero 1).....	150
Figura 72. Abundancia de huevos (huevos/10m ²) de anchoveta en la zona costera de las regiones VIII y IX (crucero 2).....	154
Figura 73. Abundancia de huevos (huevos/10m ²) de sardina común en la zona costera de las regiones VIII y IX (crucero 2).....	155
Figura 74. Abundancia de huevos (huevos/10m ²) de anchoveta en la zona costera de la VIII Región (crucero 3).....	156
Figura 75. Abundancia de huevos (huevos/10m ²) de sardina común en la zona costera de la VIII Región (crucero 3).....	157
Figura 76. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/10m ²) en la zona costera de la IX Región (crucero 4).....	158

Figura 77. Abundancia de huevos (huevos/10m ²) de sardina común en la zona costera de la IX Región (crucero 4).....	159
Figura 78. Abundancia de huevos de sardina común (huevos/m ²) en la zona costera de la VIII Región.....	162
Figura 79. Abundancia de huevos de sardina común (huevos/m ²) en la zona del Golfo de Arauco - VIII Región.....	163
Figura 80. Abundancia de huevos de sardina común (huevos/m ²) en la zona de Punta Lavapié a Corral.....	164
Figura 81. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/m ²) en la zona costera de la VIII Región - Itata.....	165
Figura 82. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/m ²) en la zona del Golfo de Arauco - VIII Región.....	166
Figura 83. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/m ²) en la zona de Punta Lavapié a Corral.....	167
Figura 84. Frecuencia absoluta y acumulada de la densidad de huevos por muestra de a) sardina común y b) anchoveta (todos los cruceros: 1997-1999).....	169

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala empírica de estados de madurez sexual para hembras de especies desovantes parciales (adaptada por Holden y Raitt, 1975).....	4
Tabla 2. Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos (Wallace y Selman; Hunter y Macewicz, 1985) modificada para hembras de sardina común y anchoveta	8
Tabla 3. Categorías de clasificación de los estadios de desarrollo embrionario en huevos de peces (extractado de Moser y Ahlstrom, 1985).....	16
Tabla 4. Areas y períodos prospectados en cruceros para la recolección de huevos de anchoveta y sardina común en las regiones VIII, IX y X.....	23
Tabla 5. Variación mensual de los parámetros a y b de la relación longitud total (cm) - peso (g) en la sardina común según zonas de pesca (1996-1999; ver texto)	39
Tabla 6. Variación mensual de los parámetros a y b de la relación longitud total (cm) - peso (g) en la anchoveta según zonas de pesca en 1996-1999 (ver texto).....	40
Tabla 7. Proporción de sexos durante la veda reproductiva (agosto-septiembre 1999).....	43
Tabla 8. Caracterización histológica de los folículos postovulatorios (F.P.O.) de sardina común (<i>S. bentincki</i> , Hunter y Goldberg (1980), modificado)	63
Tabla 9. Sardina común. Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX). Comprende la V a X regiones	67
Tabla 10. Sardina común. Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX)	68
Tabla 11. Anchoveta. Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX). Comprende la V a X regiones	73
Tabla 12. Anchoveta. Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX)	74
Tabla 13. Sardina común. Resumen de los diferentes modelos de regresión ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal (g) y la longitud total (cm)	80
Tabla 14. Anchoveta. Resumen de los diferentes modelos de regresión ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal (g) y la longitud total (cm)	83
Tabla 15. Clasificación de acuerdo a los estadios de desarrollo morfológico en la anchoveta (datos crucero B/I Abate Molina).....	93
Tabla 16. Mortalidad de sardina común y anchoveta en cautiverio en el período enero - octubre de 1999	105
Tabla 17. Longitud media y peso promedio de anchoveta	107
Tabla 18. Calendario de inducción	109
Tabla 19. Índices reproductivos de sardina común.....	110
Tabla 20. Índices reproductivos de anchoveta	110
Tabla 21. Temperaturas a las cuales fueron incubados los huevos de sardina común y anchoveta.....	111
Tabla 22. Edad promedio observada (horas) para los huevos de sardina común y de anchoveta por estado y temperatura.....	112

Tabla 23. Parámetros a, b y coeficiente R^2 para la relación entre la temperatura y la edad promedio para cada estadio de sardina común y anchoveta.....	116
Tabla 24. Parámetros a_i , b_i y c_i coeficiente R^2 para la relación entre estadio (i) de los huevos de sardina común y anchoveta y la edad promedio para cada temperatura.....	117
Tabla 25. Parámetros a, b, c, d y R^2 de los modelos resultantes de temperatura-edad para sardina común y anchoveta	117
Tabla 26. Edad media estimada para de anchoveta entre el rango de 10 a 22°C.....	118
Tabla 27. Edad media estimada para sardina común entre el rango de 10 a 22°C.	118
Tabla 28. Edad promedio estimada para cada estadio entre el rango de 10 – 22°C Anchoveta de California (extraído de Lo 1985).....	120
Tabla 29. Comparación de tiempos de desarrollo a la edad datos FIP96-01 con modelos de Lo (1985) y FIP97-04	123
Tabla 30. Comparación de tiempos de desarrollo a la edad datos FIP97-01 con modelos de Lo (1985) y FIP97-04	124
Tabla 31. Analisis de Covarianza para los modelos de sardina común, anchoveta del y anchoveta de California	125
Tabla 32. Densidad de huevos de anchoveta y sardina común (huevos 10 m ²), por estrato de muestreo. Transecta de estaciones.....	148
Tabla 33. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos 10m ²) en el sector del Golfo de Arauco	151
Tabla 34. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos m ²) en el sector de la desembocadura del río Itata	152
Tabla 35. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos m ²) registrada durante el crucero en la zona costera de las regiones VIII y IX	160
Tabla 36. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos 10m ²) registrada durante el crucero 3, desarrollado en la zona costera de VIII Región.....	161
Tabla 37. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos 10m ²) registrada durante el crucero 4, desarrollado en la zona costera de la IX Región.....	161
Tabla 38. Resumen de parámetros requeridos para estimación del esfuerzo de muestreo MPDH por especie y zona.....	171
Tabla 39. Número de muestras requerido para satisfacer un determinado nivel de precisión del estimador medio de densidad de huevos de sardina común y anchoveta.....	172

RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los principales parámetros biológicos que permiten caracterizar la condición reproductiva y el período de desove de los recursos sardina común y anchoveta. Primeramente, se analiza la evolución de la proporción de sexos, los parámetros de la relación longitud-peso, la distribución de los estados de madurez macroscópicos, el índice gonadosomático (IGS) y el índice gonádico (IG). El análisis contempló la división del área de operación de la pesquería en 5 zonas geográficas en las cuales se concentran los principales focos de actividad de la pesquería. Estos son:

- San Antonio (33°30'S a 34°30'S): actividad artesanal (1-2 millas puerto) e industrial (área desembocadura Rapel)
- Octava región norte (35°S a 36°30'S): actividad industrial (Carranza y desembocadura Itata)
- Bahía Concepción y Golfo de Arauco: actividad artesanal
- Octava región sur (37°S a 38°20'S): actividad industrial
- Sur Isla Mocha y Queule IX región (38°20'S a 39°S): actividad industrial
- Noroeste de Corral (39°S a 40°30'S): actividad industrial

En las áreas al sur de la Punta Lavapié se registra en la sardina común un marcado predominio de ejemplares de tallas superiores y una disminución de los ejemplares de tallas inferiores a los 10 cm LT, existiendo un gradiente latitudinal en la estructura de tamaños de este recurso. En la anchoveta también se observa un gradiente latitudinal en la estructura de tallas, encontrándose mayor predominio de los ejemplares de mayor tamaño hacia el sur (Isla Mocha- Queule y noroeste de Corral). Otros parámetros como la proporción de sexos y el índice gonadosomático (IGS), también exhiben diferencias estacionales y latitudinales.

Se caracterizan los estados de madurez microscópicos y los folículos postovulatorios de la sardina común y la anchoveta de Chile centro-sur. Según los indicadores de la pesquería, ambas especies exhibieron una alta actividad reproductiva entre los meses de agosto y septiembre de 1998 y 1999.

Se estimó la fecundidad parcial en función del peso corporal para ambos recursos. En la sardina común, para ejemplares de tamaños entre 10,5 y 17,0 cm LT, ésta varió entre 3.173 a 17.922 ovocitos hidratados por hembra; siendo la fecundidad parcial promedio de 9.212 ovocitos. En ejemplares de anchoveta de tallas entre 11,5 y 16,0 cm, la fecundidad parcial exhibió un rango entre 2.091 y 10.175 ovocitos hidratados por hembra (fecundidad parcial promedio de 4.897 ovocitos).

Con respecto a la fracción diaria desovante, en la sardina común se estimó una fracción de 0,0855 donde cada hembra de sardina común estaría desovando en promedio cada 11 días. En la anchoveta esta fracción es mayor (0,1557), lo que representa que cada hembra desove en promedio cada 6 días.

La hora de máxima actividad reproductiva se infiere entre las 22 y 23 horas para la sardina común y entre las 21 y 22 horas para la anchoveta.

Se determinaron favorablemente, diferentes estados de desarrollo de los estadios embrionarios de la anchoveta y de sardina común, determinándose once estadios morfológicos de desarrollo en huevos de ambas especies, con estas tablas se clasificó todo el material de huevos obtenidos en 4 diferentes cruceros de investigación. En el caso de la sardina común se elaboró un listado de criterios de identificación de estos estadios documentada con esquemas de los huevos de esta especie. Esta clave es homóloga a la determinada para la anchoveta a fin de evitar confusiones en su uso simultáneo.

Se desarrollaron experimentos de incubación de huevos tanto de sardina común como de anchoveta a diferentes temperaturas de desarrollo (10 a 18 °C), verificándose que la sardina común posee un huevo de mayor robustez y menos afecto a mortalidad en comparación con el de anchoveta. Se establecen los modelos que permiten determinar la edad de los huevos de ambos recursos a diferentes temperaturas de incubación. A su vez, el tiempo de desarrollo hasta la eclosión del huevo es más corto en la sardina común que en la anchoveta. En el caso de la anchoveta, se comparan las diferentes trayectorias de desarrollo con las generadas a partir de las colectas de huevos del norte de Chile y con las generadas desde el modelo que se aplica para la anchoveta de California (*Engraulis mordax*).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se estima altamente factible la aplicación del Método Diario de Producción de Huevos (MDPH) en ambos recursos en el litoral de Chile centro y sur entre la V y X regiones. Una proposición de diseño de la modalidad del Método de Producción de Huevos a implementar, considerando la distribución de huevos y larvas de ambos recursos, permite sugerir un área posible de evaluación del stock desovante de sardina común y anchoveta localizada entre el río Rapel (33°30'S) y la zona frente a Corral (40°00'S), la que representaría un total de 53.508 km² y es menor en extensión a la que cubre el MDPH en el norte de Chile. Se propone un diseño de evaluación con un total de 60 transectos, con una separación de estaciones entre 8 y 9 mn, lo que implicaría un total de 750 estaciones de muestreo de huevos de ambos recursos, con niveles de precisión de los estimados de densidad media menores al 25% para el caso de la sardina común e inferiores a 20% para el caso de la anchoveta.

1. INTRODUCCION

En Chile, las especies *S. bentincki* y *E. ringens*, constituyen recursos pesqueros importantes distribuidos desde Coquimbo (29°S) hasta Chiloé (42°S), para *S. bentincki* (Serra et al., 1979; Arrizaga, 1981; Serra, 1983) y, para el caso de la anchoveta desde Zorritos (4°30'S) en Perú hasta Chiloé (42°30'S) (Serra, et al., 1979).

Estas especies se caracterizan por ser típicamente costeras, cuya distribución longitudinal no supera las 30 millas náuticas de la costa; por presentar un corto ciclo de vida, con tres a cuatro años de longevidad; rápido crecimiento; elevada tasa de mortalidad natural; formar cardúmenes altamente densos; y por ser una especie marcadamente influenciada por factores ambientales (bióticos y abióticos) en todas las etapas de su ciclo vital (Arrizaga 1981; Veloso & Arrizaga 1985; Yáñez et al. 1990; Cubillos & Arancibia 1993a, 1993b).

Las características biológicas de estas especies se conjugan con la variabilidad ambiental y la intensidad de explotación a que son sometidas, determinando que estos recursos nerfíticos exhiban importantes fluctuaciones en su estructura y en su dinámica poblacional.

Desde sus inicios, el Instituto de Investigación Pesquera ha orientado esfuerzos al estudio de aspectos ecológicos y biológicos de estos recursos, a saber: a) identificación de unidades de stock dinámicos mediante información merística-morfométrica (Hernández, 1994) y de la parasitofauna (Velázquez, 1994); b) estrategias reproductivas en relación a la variabilidad ambiental en el área de Talcahuano (Aliste, 1994); c) variabilidad espacial y temporal 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; Arcos et al., 1996; Núñez et al., 1997), d) crecimiento (Orrego, 1993; Cubillos & Arancibia, 1993a; Barrueto, 1994) y aspectos reproductivos y del reclutamiento de ambas especies en la unidad de pesquería de la Octava Región y en Chile centro-sur (Cubillos & Arancibia, 1993a, 1993b; Cubillos et al., 1994; Arancibia et al., 1994; Cubillos et al., 1996).

Los antecedentes biológicos del stock desovante de anchoveta y sardina común corresponden a estudios previos para la posterior aplicación del Método de Producción de Huevos en estos

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

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

El método para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta, se fundamenta en gran parte en el ciclo de desarrollo del ovario, el cual pasa por una serie de estadíos. El ovocito en el transcurso de su desarrollo crece en el ovario proveyéndose de vitelo y horas antes del desove comienza un proceso de hidratación, aumentando aproximadamente cuatro veces su volumen total. Los ovarios con ovocitos hidratados son fácilmente reconocibles a simple vista debido a que la dilución del vitelo hace transparente a los ovocitos. En el curso de los tres días posteriores al desove, el espacio que originalmente ocupaba el ovario, ahora denominado folículo post-ovulatorio, sufre un proceso de degeneración.

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

1.2. OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros biológicos requeridos para la aplicación del Método de Producción de Huevos en anchoveta y sardina común de la V a IX Regiones.

1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.3.1 Caracterizar los folículos postovulatorios en sardina común para la zona de estudio.
- 1.3.2 Determinar la fecundidad parcial en función del peso corporal en sardina común y el modelo de regresión correspondiente a esta relación.
- 1.3.3 Determinar la hora de máxima actividad reproductiva en sardina común y anchoveta.
- 1.3.4 Caracterizar morfológicamente los estadios de desarrollo embrionario en sardina común.
- 1.3.5 Determinar la relación entre la temperatura y el tiempo de incubación de los diferentes estadios de desarrollo embrionario en anchoveta y sardina común.
- 1.3.6 Determinar la distribución vertical de los huevos de sardina común y anchoveta.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Caracterización de los folículos postovulatorios de anchoveta y sardina común

Para la caracterización de los parámetros reproductivos de ambas especies, se realizaron 2 diseños de toma de muestra. El primero, consistió en el seguimiento del desembarque de ambas especies en la pesquería de cerco artesanal e industrial de los puertos de la V (San Antonio) y VIII (Talcahuano, San Vicente y Coronel) regiones. En segundo lugar, con la finalidad de obtener material en óptimo estado para el análisis histológico, se realizaron muestreos a bordo de embarcaciones pesqueras industriales y artesanales, caracterizándose la proporción de sexos, los estados de madurez macroscópica y la composición por tamaños de los ejemplares colectados en cada lance de pesca. A su vez, se fijaron muestras de gónadas de hembras maduras de anchoveta y de sardina común para su posterior análisis en el laboratorio.

La época de máxima actividad reproductiva, fue determinada a partir de muestras colectadas de la captura comercial de ambas especies pelágicas, a través de técnicas macroscópicas, como el análisis mensual de sardina común y anchoveta en los diferentes estados de madurez sexual y las variaciones del índice gonadosomático, así como microscópicas (índice de actividad de desove), en las Regiones V y VIII. En la determinación de los estados de madurez sexual macroscópicos se utilizó la siguiente escala de madurez (**Tabla 1**) adaptada por Holden y Raitt (1975).

Tabla 1. Escala empírica de estados de madurez sexual para hembras de especies desovantes parciales (adaptada por Holden y Raitt, 1975)

FASE	ESTADO	ASPECTO GENERAL
I	Inmaduro, translúcidos	Ovarios ocupan cerca de 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal, rosáceos, 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	Los ovarios cubren cerca de 2/3 de la cavidad abdominal. Color rosado a amarillento. Aspecto granular, ovocitos visibles. Los ovocitos son grandes e identificables a simple vista. Se observan vasos sanguíneos superficiales.
IV	Hidratado	Los ovarios ocupan toda la cavidad abdominal. Color naranja 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

El índice gonadosomático (IGS) fue determinado a partir de la relación existente entre el peso de la gónada y el peso eviscerado de cada ejemplar recolectado, según la siguiente expresión:

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

donde, WG_j representa el peso de la gónada del ejemplar j , W_j es el peso eviscerado del ejemplar j y n representa la muestra de ejemplares.

De cada lance se colectaron 30 hembras de anchoveta y de sardina común (Picquellé, 1985; Rojas y Oliva, 1993), las que fueron remitidas al laboratorio de histología del Instituto de Fomento Pesquero en Iquique y fueron analizadas histológicamente de acuerdo a lo propuesto por Mac Call (ms) en Santander op. cit. (1984) y Rojas y Oliva (1993). La finalidad de este análisis permitió caracterizar los folículos postovulatorios, registrando la incidencia de éstos y así determinar la frecuencia de desove en ambos recursos. En aquellos lances con presencia de hembras hidratadas se colectó como mínimo 30 ejemplares de anchoveta y otros 30 de sardina común en esa condición.

El muestreo consistió en abrir los ejemplares desde el ano hasta las aletas pectorales, seleccionando aquellos especímenes vivos, los cuales fueron inmediatamente fijados en formalina al 10% tamponada (introducidos completamente en el fijador). El fijador fue preparada según Santander et al. (1981), Hunter (1985), Oliva et al. (1989), Rojas y Oliva (1993) de acuerdo a la siguiente solución:

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

La fijación es una etapa esencial de la técnica histológica, siendo de gran importancia la rapidez de ésta. Durante este proceso, se debe tener presente la velocidad de penetración del fijador en los diversos tejidos para conseguir y asegurar una máxima fijación, con el fin de conservar el tejido lo más parecido posible al estado vivo y protegerlo del ataque bacteriano y

evitar la autólisis de los constituyentes fundamentales debido a sus propias enzimas celulares; esta autólisis llegaría a provocar la transformación de las proteínas en aminoácidos e insolubilizar los constituyentes celulares. También para evitar las distorsiones y retracciones que sobrepasen los límites compatibles con la obtención de cortes.

El formaldehído penetra rápidamente por lo que se puede fijar piezas de un tamaño considerable por inmersión, con lo cual se evita una minuciosa disección del material a fijar (a bordo). No provoca fenómenos de superfijación por lo que las piezas pueden permanecer en formaldehído mucho tiempo. Estas condiciones de empleo tan sencillas hacen que el formaldehído sea el mejor fijador de conjunto. Los núcleos y el citoplasma son fijados correctamente (Martoja y Martoja, 1970) y el formaldehído con sales neutraliza el ácido fórmico de la solución, reduciendo de esta manera el grado de basofilia. Los defectos del fijador pueden ser corregidos fácilmente mediante una postfijación.

Además del material colectado para el análisis microscópico, a bordo se muestrearon cerca de 120 ejemplares por lance, registrándose su longitud total por sexo y estado de madurez (macroscópico), con el fin de obtener antecedentes de la composición por tamaño y condición reproductiva de los especímenes.

Considerando posibles diferencias en un rango latitudinal de las especies en estudio, los parámetros característicos del estado reproductivo de los ejemplares colectados, fueron agrupados y comparados para diferentes áreas de captura.

2.1.1. Procesamiento de las muestras en laboratorio histológico

Los especímenes preservados en formalina neutralizada fueron procesados en el laboratorio, lugar en el cual se registraron la longitud total de cada ejemplar medida con un ictiómetro, de precisión de 0,5 centímetros, el peso total y el peso de la gónada, pesados ambos en una balanza con una precisión de 0,01 gramos.

Posteriormente, a los ovarios se les efectuó una postfijación en solución Bouin (requiere la transferencia del ovario en etanol al 70%) conformada por agentes coagulantes como el ácido

pícrico que precipita las histonas, agentes no coagulantes como la formalina, componentes penetrantes como ácido acético que separa y precipita el DNA de la nucleoproteína. Fijador que conserva bien la morfología tisular, con el fin de completar la fijación y completar la desnaturalización de las proteínas de las regiones profundas de la submuestra para el análisis histológico.

Los ovarios, terminada la fijación, se deshidrataron e incluyeron en Paraplast, luego se les efectuó cortes histológicos de 5 micrones de espesor, los que fueron teñidos con hematoxilina y contrastados con eosina. La hematoxilina es el colorante más versátil y ampliamente usado en la técnica histológica. Se emplea para demostrar núcleo celular y se convierte en hamateína por oxidación. Por lo tanto, el complejo hematoxilina-eosina actúa como colorante nuclear (aniónico) y colorante citoplasmático (catiónico).

2.1.2. Análisis de las muestras según la escala microscópica

Las variaciones de las condiciones reproductivas fueron determinadas a través del análisis de la distribución mensual de los estadios de madurez de los ovarios, aplicando una escala microscópica específica basada en los criterios señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) y Hunter y Macewicz (1985).

Para la determinación del período reproductivo se modificó la escala microscópica inicialmente comprometida en la propuesta técnica, y que caracteriza los estadios ováricos de peces pelágicos, incorporando un estadio llamado "Postdesovante de tanda" que contiene un momento importante en el proceso reproductivo de desovadores parciales y que además permite definir con mayor claridad el máximo período reproductivo (**Tabla 2**), requerimiento clave para la aplicación del "Método de Producción de Huevos" en este tipo de recursos. Este nuevo estadio, permite determinar con mayor rigurosidad la época de mayor actividad de desove, y puede ser además utilizado para el establecimiento de medidas administrativas, como lo es la veda reproductiva

Tabla 2. Caracterización de los estadios ováricos de peces pelágicos (Wallace y Selman; Hunter y Macewicz, 1985) modificada para hembras de sardina común y anchoveta

ESTADIO OVARICO	CITOLOGIA E HISTOMORFOLOGIA OVARICA
Estadio I: Virginal,	Ovario con numerosos nidos ovogoniales y ovocitos primitivos rodeados por tejido conectivo intersticial de donde destacan tabiques fibro-conectivos.
Estadio II: Inmaduro (reincidente)	Lamelas repletas con ovocitos no vitelados rodeados por delgadas células foliculares. Vesícula germinativa grande y de posición central, con prominentes nucléolos esféricos, próximos a la membrana nuclear. El citoplasma es escaso, finamente granular y fuertemente basófilo. En ovocitos previtelogénicos tardíos se observan pequeñas vesículas periféricas.
Estadio III: Parcialmente vitelado	Predominio de ovocitos en estado temprano de depositación de vitelo, abarcando no más de las $\frac{3}{4}$ partes del citoplasma. Vesícula germinativa grande, central, con numerosos nucléolos periféricos. Se destaca la presencia de vesículas periféricas. La zona radiata es delgada, subyacente a células foliculares de poca altura.
Estadio IV: Vitelado	Ovocitos cargados de glóbulos de vitelo, desde la periferia a la región perinuclear. Vesícula germinativa mantiene su posición central permaneciendo los nucléolos en la periferia. La zona radiata bien desarrollada. Células foliculares rectangulares en sentido transversal con núcleo esférico, central y citoplasma ligeramente basófilo.
Estadio V: Próximo a la hidratación	Ovocitos cuyo citoplasma presenta grandes glóbulos de vitelo (término de la depositación de vitelo). Vesícula germinativa excéntrica migrante hacia el polo animal. Células foliculares altas claramente distinguibles, con núcleo ovoide desplazado a la base y citoplasma claro de aspecto espumoso.
Estadio VI: Hidratado	Ovocitos con o sin vesícula germinativa en el polo animal, según se haya iniciado la maduración, los cuales se han expandido incrementando considerablemente de tamaño por incorporación de fluidos. Los glóbulos de vitelo se fusionan formando placas de vitelo por ingreso de líquido al citoplasma. La granulosa y la zona radiata se adelgazan.
Estadio VII: En desove	Co-existencia de ovocitos hidratados y folículos postovulatorios nuevos, entre ovocitos en depositación temprana de vitelo.
Estadio VIII: Postdesovante de tanda	Ovario con presencia de folículos postovulatorios y ovocitos vitelogénicos; eventualmente ovocitos próximos a la hidratación.
Estadio IX: Desovado	Predominio de ovocitos inmaduros. Se aprecia atresia folicular. Ovocitos vitelados residuales y eventualmente folículos postovulatorios.

La caracterización de los folículos postovulatorios y el cálculo de la frecuencia de desove, se basó en el criterio utilizado por Hunter y Goldberg (1980), donde cada ovocito hidratado está rodeado por un folículo alargado y fino, una capa epitelial de células granulosas y una única capa externa de tejido conectivo de células con algunos capilares sanguíneos. Durante la

ovulación los ovocitos completamente hidratados son liberados desde sus folículos. El folículo vacío o folículo postovulatorio no se fragmenta y se mantiene íntegro en el ovario, éste se deteriora rápidamente y es reabsorbido.

Para usar los folículos postovulatorios en la estimación de la frecuencia de desove es necesario dividir el proceso de deterioración y reabsorción del folículo en series de diferentes estadios histológicos, cada uno con una edad asignada. En la anchoveta la edad de los folículos postovulatorios puede ser determinada solamente hasta 56 horas después del desove.

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

2.2. Fecundidad parcial en función del peso corporal en sardina común y el modelo de regresión correspondiente a esta relación

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

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

Todos los ovarios que se colectaron como hidratados fueron sometidos a un examen histológico, descartando aquellos que tenían indicios de desove (presencia de folículos postovulatorios), seleccionando sólo aquellos que con seguridad estaban hidratados.

El procedimiento técnico de conteo se inició con la absorción de líquido superficial del ovario con papel filtro, submuestreando la mitad más grande del ovario, tomando tres segmentos del tejido uno del centro y dos de la parte media entre el centro y los extremos del eje mayor del ovario.

Estas tres submuestras fueron aproximadamente de 0,1 gramos, asegurando de este modo una cantidad de 300 a 400 ovocitos hidratados por submuestra.

Las submuestras fueron pesadas en una balanza analítica con una precisión de 0,0001gramos, posteriormente colocadas en una cápsula petri cubriéndolas con gotas de glicerina para ser contabilizadas bajo microscopio estereoscópico.

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

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

donde:

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

\bar{W}_i = Peso húmedo del ovario (g).

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

2.2.1. Fecundidad parcial por hembra madura (E)

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

Las 30 hembras maduras de cada lance que fueron procesadas, se seleccionaron con la finalidad de estimar su fecundidad por medio del modelo de regresión de mejor ajuste.

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

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

donde:

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

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

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

donde:

- \bar{E} = Estimado de la fecundidad media poblacional.
- \bar{E}_i = Promedio de la fecundidad para el lance i.
- S_h^2 = Varianza de la regresión.
- n_h = Número de hembras hidratadas utilizadas para ajustar la regresión.
- \bar{W}_i^* = Peso corporal promedio para el lance i.
- \bar{W}_h^* = Peso corporal promedio de hembras utilizadas en a regresión.
- $Var(\beta)$ = Varianza de la pendiente de la regresión.
- n = Número de lances.

2.2.2. Fracción diaria de hembras desovantes

La fracción diaria de hembras desovantes se determinó a partir de las ecuaciones de Santander et al. (1984), donde la variable $F_{yi} = \hat{F}_i$ representa la fracción corregida de hembras maduras en el lance i , siendo determinada a partir del número corregido de hembras maduras por lance m_{yi} definido por la siguiente ecuación:

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

De este modo F_{yi} se define de la siguiente forma:

$$\hat{F}_i = F_{yi} = \frac{m_{1i}}{\frac{m_{1i} + m_{2i}}{2} + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}} - \frac{m_{2i}}{\frac{m_{1i} + m_{2i}}{2} + m_{1i} + m_{2i} + m_{ai}}$$

Así \bar{F} que representa la fracción promedio de hembras maduras por día de todos los lances se define como:

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

y su varianza:

$$Var(F) = \frac{1}{n(n-1)} \sum \left(\frac{m_{yi}}{\bar{m}} \right)^2 (\hat{F}_i - \bar{F})^2$$

donde:

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

\bar{m} = Número promedio corregido de hembras maduras

$$\bar{m} = \sum \frac{m_{yi}}{n}$$

n = número de muestras

2.3. Hora de máxima actividad reproductiva en sardina común y anchoveta

2.3.1. Crucero de Investigación del B/I Abate Molina

Entre los días 10 y 15 de septiembre de 1997, se efectuó un crucero en la zona de estudio a bordo del B/I "Abate Molina" (con zarpe y recalada en Valparaíso). Las labores de recolección de material tuvieron una duración de 3 días efectivos (entre días 11 y 13); los propósitos de este crucero fueron: la obtención de muestras de adultos y de huevos de sardina común y/o

anchoveta para la estimación de la hora de máxima actividad reproductiva y el registro de las condiciones oceanográficas, especialmente temperaturas superficiales, existentes en los focos de abundancia de ambos recursos.

Las actividades diarias a realizar, contemplaban la toma de muestras a través de una transecta bio-oceanográfica para identificar, en un eje perpendicular a la costa, el margen de distribución hacia el oeste de los productos de desove de ambas especies y su distribución vertical de acuerdo a la batimetría del área. De existir detección de estos recursos a través del equipo de apoyo hidroacústico, se contemplaba la realización de lances de pesca por medio de un arte de media agua para la caracterización de los estados de madurez y de la condición reproductiva de estos recursos.

Un resumen de las principales actividades en una base temporal fue el siguiente:

Día 10 de septiembre: A las 06:00 horas se zarpó a bordo del B/I "Abate Molina" desde Valparaíso a la región frente a la desembocadura del río Itata (36°26'S), a fin de realizar en primera instancia la transecta bio-oceanográfica.

Día 11 de septiembre: Se inició la transecta bio-oceanográfica a las 07:37 hr y en ella se efectuaron muestreos en un total de 6 estaciones, concluyendo esta actividad a las 15:00 hr.

Posteriormente, en la zona próxima a Bahía Coliumo (36°32'S) se llevó a cabo una prospección acústica para detectar agregaciones de anchoveta y sardina. Para tal efecto, se efectuó una grilla de transecta desde el sur al norte entre 1 y 2 mn de la costa, retornando hacia el sur entre 2 a 4 mn de la costa. Los resultados obtenidos mostraron la ausencia de agregaciones de anchoveta y sardina, razón por la cual se optó por trasladarse al Golfo de Arauco como segunda zona de abundancia de recurso.

Respecto al área de pesca, existieron dificultades de obtener ejemplares adultos debido a la escasa presencia de agregaciones de peces, que ameritaran efectuar lances de pesca. Además, la mayoría de las agregaciones se encontraron muy cerca a la orilla a profundidad menores a 40 metros, en la cual el B/I Abate Molina no pudo operar, debido a que ponía en riesgo la seguridad de la embarcación.

En este crucero el B/I Abate Molina llevó una red NICHIMO cuyo túnel se encontraba con una malla anchovetera. Esta red es la que se utiliza para la pesca de reclutas de anchovetas en el Norte de Chile.

A distancias mayores a 1 mn, no se encontraron agregaciones de peces que permitieran efectuar lances de peces, motivo por el cual no se obtuvieron ejemplares adultos durante el crucero.

Durante la navegación se sondeó, la boca grande y chica de la Bahía de Concepción, área de acceso al puerto de Talcahuano, el sector frente a Punta Tumbes y Golfo de Arauco (sur del cañón hasta Lota entre 1 y 3 mn); sin embargo, no se detectó presencia de agregaciones en estos sectores ni durante los tramos de navegación.

Día 12 de septiembre: Entre las 08:52 a 16:00 hr se realizaron estaciones de plancton separadas cada 5 mn aproximadamente desde el sur del cañón hasta Lota y desde Lota hasta Bahía Ilico (37°07'S-73°30'W), con el fin de detectar zonas con presencia de huevos y larvas de anchoveta y sardina común.

Los resultados alcanzados determinaron como zona para el estudio de huevos y larvas en un ciclo de 24 h, la zona comprendida entre las 3 a 5 mn desde Coronel a Lota. En ésta zona, se efectuaron 13 estaciones de plancton por hora a partir de las 18:00 h hasta las 06:00 h del día 13 de septiembre.

Día 13 de septiembre: A las 06:12 hr se inició la navegación hacia la zona de Itata con el fin de realizar en ella un ciclo de muestreo de placton de similares características al realizado en el Golfo de Arauco. A las 10:50 hr se efectuó una estación de plancton en la entrada de Talcahuano por la boca grande sin obtener muestras de huevos y larvas de ambos recursos, razón por lo cual se prosiguió a la zona de Itata. A las 12:48 hr se inicia el ciclo de muestreo de 24 horas en la zona de Itata, donde se realizaron un total de 17 estaciones de muestreos.

Día 14 de septiembre: A las 13:00 hr se concluye la última estación de muestreo de plancton, iniciando el regreso a Valparaíso.

Día 15 de septiembre: A las 03:00 hr se recalca en el Puerto de Valparaíso.

Para la verificación de la hora de máximo desove en los recursos sardina común y anchoveta, se realizaron otros 3 cruceros o períodos de investigación a bordo de embarcaciones artesanales que operaron en el Golfo de Arauco y en la región al sur de la Isla Mocha. Estos se detallan en la sección 2.5. de la metodología.

2.4. Caracterización morfológica de los estadios de desarrollo embrionario en sardina común y anchoveta

De acuerdo a Blaxter (1969), la morfogénesis de los huevos fertilizados durante el período de incubación responde a un patrón predecible de estadios y esto formaría parte de la base de información para después asignar edades a los diferentes estadios de desarrollo ontogénico. Si se determinan tasas de desarrollo, éstas se incrementan exponencialmente con el aumento de la temperatura del agua. Esto obliga a considerar la historia termal de huevos colectados desde el ambiente, en orden de así poder asignar edades precisas a los huevos de anchoveta y de sardina común.

Para la anchoveta se utilizarán los criterios de clasificación de huevos previamente descritos por Moser y Ahlstrom (1985), los que ya fueron utilizados exitosamente como parte de los programas de evaluación mediante MPH en el Perú (Santander et al. 1984) y en los dos últimos proyectos del MPH de anchoveta en el norte de Chile (FIP 95-01 y FIP 96-01). Esta clasificación se basa en las siguientes categorías o estadios (**Tabla 3**):

Tabla 3. Categorías de clasificación de los estadios de desarrollo embrionario en huevos de peces (extractado de Moser y Ahlstrom, 1985)

Estadio	Características morfológicas
Estadio I	La división celular aún no se ha iniciado, los huevos están recién desovados, sin observarse segmentación alguna. Sólo se conforma el blastodisco, una acumulación de citoplasma en un polo.
Estadio II	Este comienza con la división de la célula en dos células o blastómeros y termina con la formación de la mórula.
Estadio III	Este estadio fue inicialmente definido a partir de huevos de sardina como iniciándose con la aparición de la cavidad de segmentación, que es el espacio formado entre el blastodisco y la masa de vitelo durante el último clivaje. Este estado marca el comienzo de la gastrulación. El final de este estadio es identificado ya que el anillo germinal está localizado un tercio más abajo que la masa de vitelo y la naturaleza bilateral del embrión ya es perceptible.
Estadio IV	El comienzo de este estadio se identifica con el anillo germinal que ha envuelto un tercio de la masa de vitelo y el embrión está comenzando a formarse en la región mediana del escudo o defensa embrional. Al final el anillo germinal envuelve dos tercios del vitelo y la región de la cabeza del embrión comienza a aparecer.
Estadio V	Comienza con el anillo germinal dos tercios bajo el vitelo y finaliza con el cierre del blastoporo.
Estadio VI	Se inicia con el cierre del blastoporo y finaliza cuando la cola comienza a separarse de la masa de vitelo.
Estadio VII	El extremo de la cola está separado del vitelo y comienza a elongarse, la notocorda se extiende hasta el extremo de la cola y la aleta embrional comienza a visibilizarse. Al final de este estado la longitud de la cola libre es un medio de la longitud de la cabeza.
Estadio VIII	Se observa cuando la cola libre es mayor que un medio de la longitud de la cabeza y finaliza una vez la longitud de la cola libre es igual a la longitud de la cabeza.
Estadio IX	Se observa cuando la cola se extiende o representa un cuarto de la longitud del saco vitelino y finaliza cuando ésta representa un medio de la longitud del saco vitelino.
Estadio X	Se inicia cuando la longitud de la cola libre representa un medio de la longitud del saco vitelino y finaliza cuando ésta alcanza a tres cuartos de la longitud del saco vitelino.
Estadio XI	Este corresponde al estado final previo a la eclosión y es definido porque la longitud de la cola es más de tres cuartos mayor que la longitud del saco vitelino.

Según la metodología propuesta por Moser y Ahlstrom (1985), estadios de desarrollo no identificables o desintegrados se les clasifica como huevos deteriorados.

Como se indicó anteriormente, estas características morfológicas que funcionan exitosamente para la identificación de huevos de anchoveta, fue validada a partir de muestras de huevos recolectadas en el crucero realizado por el B/I Abate Molina en septiembre pasado (ver sección 2.3) y en los cruceros sucesivos (ver sección 2.5).

En el caso de la sardina común, en especial para el área de Chile centro-sur, existe poca información relativa a los estadios morfológicos que presenta esta especie. Herrera et al. (1987), describieron algunos estadios de huevos y primeras fases larvales de la sardina común basándose en la escala de desarrollo de los huevos formulada por Moser y Ahlstrom (1985). El rango de tamaños de los huevos varió entre 0,89 y 1,03 mm de diámetro, con un valor promedio de 0,96 mm.

En esta especie, se analizó la estructura morfológica de los huevos encontrados en terreno así como de los huevos que han sido incubados en el laboratorio y así poder establecer las fases del desarrollo embrionario que permitan una adecuada asignación de estadios para esta especie. Además de la descripción morfológica y merística de los estadios, se confeccionó una tabla de clasificación de los estadios identificables en este recurso.

2.5. Relación entre la temperatura y el tiempo de incubación de los diferentes estadios de desarrollo embrionario de anchoveta y sardina común

2.5.1 Experimentos de incubación de huevos de sardina común y anchoveta

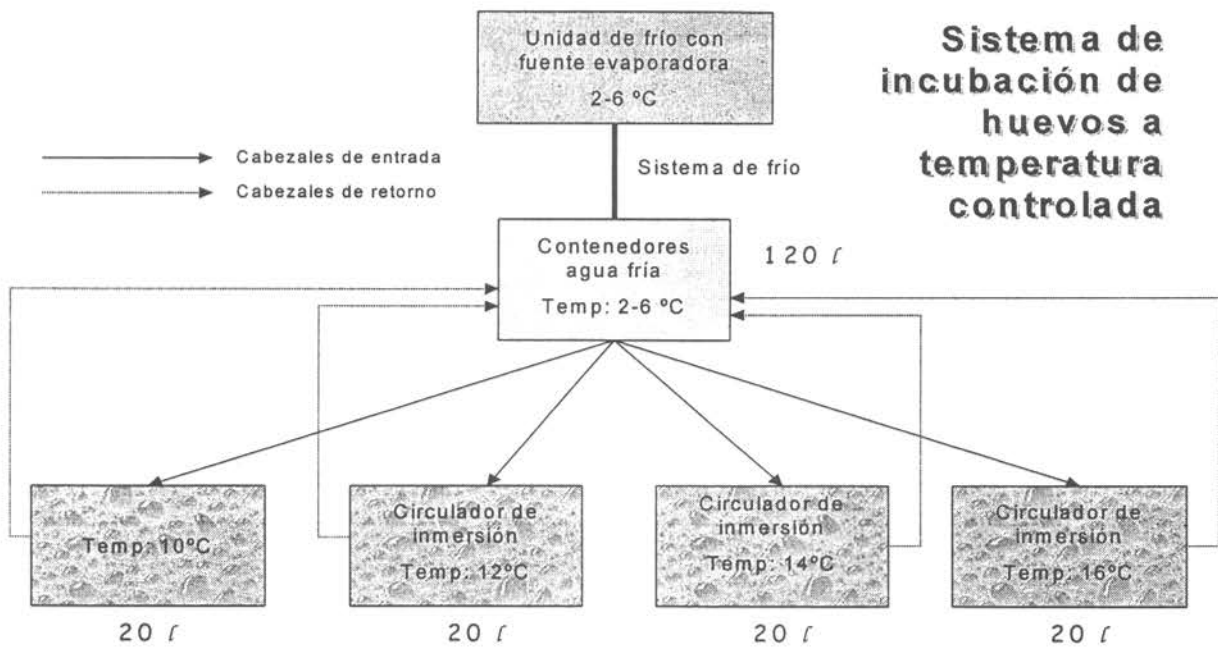
Para el desarrollo de este objetivo se colectaron huevos de sardina común y anchoveta durante la época de máxima actividad reproductiva desde el ictioplancton através de arrastres verticales y oblicuos (5 minutos) con redes WP2. De acuerdo a los antecedentes recolectados de terreno, se observó que el desove en ambos recursos ocurre durante la noche, razón por la cual la recolección de material desde el plancton fue principalmente realizada ya sea durante la noche o desde tempranas horas de la madrugada. El material recolectado provino de 2 áreas de pesca en las cuales se verificó núcleos de desove de ambos recursos en la VIII Región: entre la desembocadura del río Itata hasta Burca y desde la Bahía de Concepción. En ambas áreas se utilizaron embarcaciones artesanales para la

recolección del material además de un Zodiac, el cual fue transportado por tierra hasta las áreas de estudio (Coronel, Dichato, Purema y Lirquén) para minimizar el tiempo de obtención y transporte de las muestras.

Una vez en el laboratorio, el material era rápidamente clasificado por 4 integrantes del grupo de trabajo, familiarizados con los estados morfológicos determinados para ambos recursos según la sección 2.4 de este informe. Los huevos vivos así recolectados se sortearon bajo microscopios binoculares en condiciones de baja luminosidad. Estos eran agrupados por estadios de desarrollo, para posteriormente ser mantenidos en frascos de vidrios esteriles de 20 ml, llenos con agua de mar filtrada (0,5 μm).

Las incubaciones fueron realizadas en una sala especialmente acondicionada para este objetivo, ubicada en las dependencias del Instituto de Investigación Pesquera en Talcahuano. La sala fue diseñada para experimentos de cultivo ya que su temperatura ambiente prácticamente no muestra variaciones (aislada térmicamente) y dispone de un sistema automático de control de fotoperíodo. En ella se instalaron tres baños termoregulados, los que a su vez consistieron de un recipiente circular de 20 (lt) lleno con agua dulce y un termoregulador marca Haake (modelo tipo C1 o C10), el cual cuenta con un bomba impulsora que permite el continuo movimiento del agua y rápida homogenización de la temperatura de trabajo.

A su vez se provisionó a cada baño con un sistema circulante de agua fría (ca. 2°C), la que provenía de 2 enfriadores de 60 l de agua fría de capacidad c/u. El agua fría fue distribuida mediante cabezales de propulsión hacia los recipientes circulares a la forma de un circuito cerrado y pasando por serpentines difusores fabricados en acero inoxidable. El circuito y diagrama general de este sistema se presenta en el siguiente esquema:



Las temperaturas seleccionadas para las incubaciones se situaron dentro de los valores esperables para el océano durante la época de desove. Para las incubaciones de huevos de la sardina común, el rango experimental fue entre 10°C y 17°C; mientras que para la anchoveta, los experimentos se llevaron a cabo entre 11.5 y 18°C.

La evolución del desarrollo embrionario fue controlada a intervalos de tres horas, en forma continuada durante el día y la noche, así como registros de la temperatura de experimentación. Durante cada control, los huevos del recurso en estudio fueron mantenidos en agua de mar a la misma temperatura de cada una de las unidades experimentales, momento en el cual se aprovechó también el recambio del agua de mar en que se encontraban contenidos los huevos de peces, descartándose a su vez los huevos deteriorados o muertos.

2.5.2 Edad promedio (horas) de cada estadio por temperatura

La determinación de la edad promedio por estadio se realizó según:

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^n (n_{i,j} * t_{i,j})}{\sum_{j=1}^n n_{i,j}}$$

- Y_i = edad del estadios i en cada replica
 $n_{i,j}$ = número de huevos observados en el estadio (i) y al intervalo (j).
 t_j = hora (j) a la cual fue observado el estadio (i)
 j = número de intervalos observados (1,2.....n)
 i = estadio (1,2,.....11)

Para el caso de la anchoveta en que se realizaron cinco replica por cada temperatura la edad promedio por estadio se obtuvo del promedio de las replicas para el estadio.

Como hora de desove para ambas especie se fijaron las 22:00 horas, lo cual ha sido previamente establecido através del estudio de la histología gonadal, esta hora fue considerado como el tiempo cero.

En el caso de aquellas incubaciones que se iniciaron con estadios más avanzados de desarrollo (i.e. VI), la edad de ese estadio fue estimada a partir de las incubaciones anteriores, y la diferencia horaria entre el cambio de un estado otro, lo cual permitio permitió definir la edad promedio para los estadios siguientes.

2.5.3 Análisis de la Información

Una vez obtenidas las edades promedio por estadio y temperatura, se procedió al análisis de la información para cada una de las especies según el modelo desarrollado por Lo (1985) para la anchoveta de California (*Engraulis mordax*).

Se estudiaron tres relaciones principales, y en cada caso se ajustó un modelo basado en un ajuste de tipo no-lineal, utilizando el método de Gauss-Newton.

La primera relación analizada fue entre la temperatura y la edad media de los huevos para todos los estadios, según la relación:

$$Y_{i,t} = a_i e^{b_i t}$$

donde,

$Y_{i,t}$: es la edad promedio (horas) de los huevos para cada estadio y temperatura

t : es la temperatura de incubación

a_i y b_i : son constantes para cada estadio de desarrollo

Luego, se analizó la relación entre cada estadio y su edad promedio (horas) por temperatura según la relación:

$$Y_{i,t} = a_t e^{b_t i} (i)^{c_t}$$

donde,

i : estadio de desarrollo

a_t , b_t y c_t : son constantes temperatura específicas

Finalmente, con el objetivo de obtener un solo modelo que nos permitiera obtener la edad promedio de cada estadio a una temperatura dada, se utilizó el Modelo establecido por Lo (1985), de la forma

$$Y_{i,t} = a e^{(bt+ci)} (i)^d$$

donde, los coeficientes a , b , c y d son comunes para todos los estados y temperaturas.

Alternativamente a esta metodología, se propuso a sugerencia del evaluador del proyecto, incorporar la metodología propuesta por Ahlstrom (1943), para huevos de *Sardinops sagax*, y que permite mediante una extensa base de datos determinar los tiempos de desarrollo de los estadios a la temperatura. Esto requiere de una completa base de datos relativa a cuantificación de estadios de desarrollo de huevos de ambos recursos en función de hora y

temperatura durante la colecta. Esta metodología es aplicable solo en el caso de la anchoveta, ya que además del material obtenido en el propio proyecto, se incorpora el de otras colecciones de proyectos FIP realizados con anterioridad por otros consultores en la aplicación del método de producción diaria de huevos de anchoveta para la zona norte (FIP96-01, FIP97-01), bases de datos que fueron provistas por el FIP previa solicitud y autorización del Consejo de Investigación Pesquera. En la sardina común, el material colectado en proyectos previos no fue suficiente como para dar respuesta al objetivo mediante la metodología de Ahlstrom (1943) debido a que proyectos anteriores de investigación no disponían de clasificaciones de los estados de desarrollo embrionario.

Cabe señalar que la información obtenida desde los proyectos FIP96-01 y FIP97-01, analizada según la propuesta de Ahlstrom (1943), permitió contrastar la bondad de ajuste de los modelos estimados por Lo (1985) y en este estudio. Este aspecto es importante, ya que el modelo de Lo (1985) fue desarrollado para la anchoveta de California (*Engraulis mordax*) y este modelo ha sido utilizado en el norte de Chile para la anchoveta a falta de un modelo específico para esta especie.

2.6. Distribución de huevos de sardina común y anchoveta

2.6.1. Area y Período de Estudio

Los cruceros de investigación para la recolección de huevos de sardina común y anchoveta se desarrollaron entre el 10 de septiembre de 1997 y el 24 de agosto de 1998 (**Tabla 4**), abarcando dos zonas de estudio: a) la zona costera de las regiones VIII y IX (con énfasis en la zona comprendida entre la desembocadura del río Itata y el Golfo de Arauco) y b) la zona costera de la X Región, entre Morro Bonifacio y Bahía Queule.

Finalmente y al igual que en 1998, en el marco de una pesca de investigación, se recolectaron huevos y larvas de ambas especies en agosto de 1999 en las mismas áreas anteriormente señaladas (**Tabla 4**).

Tabla 4. Areas y períodos prospectados en cruceros para la recolección de huevos de anchoveta y sardina común en las regiones VIII, IX y X

CRUCERO	PERIODO	LATITUD	LONGITUD	N° ESTACIONES	N° ESTACIONES POSITIVAS(*)
1	10/09/97 - 14/09/97	36°16' - 37°09'S	72°54' - 73°30' W	53	46
2	30/01/98 - 20/08/98	35°13' - 39°53'S	72°28' - 73°34'W	64	48
3	06/08/98 - 07/08/98	36°52' - 37°14'S	73°10' - 73°27'W	26	10
4	22/08/98 - 24/08/98	39°23' - 39°42'S	73°14' - 73°25'W	10	9
5	06/08/99- 25/08/99	36°21' - 39°42'S	72°52' - 73°25'W	177	121
TOTAL				330	234

(*) Estaciones positivas para huevos de sardina común y/o anchoveta.

En resumen, fueron desarrollados 5 períodos de investigación para la recolección de huevos de sardina común y anchoveta en el área de estudio, período en el que se realizaron 330 estaciones de muestreo, con 234 estaciones positivas (70.9%) para la presencia de huevos de sardina y anchoveta en el plancton de la región de estudio.

El primer crucero de investigación, fue desarrollado entre los días 10 y 15 de septiembre de 1997, a bordo del B/l Abate Molina, operado por el Instituto de Fomento Pesquero; mientras que las labores de recolección de material ictioplanctónico fueron responsabilidad del personal científico perteneciente al Instituto de Investigación Pesquera. El área de prospección de huevos de anchoveta y sardina común, estuvo circunscrita a la zona costera de la VIII Región, cuyos límites latitudinales fueron, la desembocadura el río Itata, por el norte y el fondo de saco del Golfo de Arauco, por el sur. El área estuvo limitada longitudinalmente por las 25 mn desde la costa.

El diseño de muestreo consideró la realización de una transecta de estaciones perpendicular a la línea de costa (**Figura 1**), compuesta por 6 estaciones de muestreo bio-oceanográfico situadas a 1, 5, 10, 15, 20 y 25 mn desde la costa, con el propósito de detectar batimétricamente núcleos de mayor concentración de huevos de ambas especies.

Debido a las características de muestreo adaptativo que tuvo el crucero, además, se identificó dos sectores con mayor número de huevos de sardina común y anchoveta (*i.e.*, desembocadura del río Itata y Golfo de Arauco), donde se monitoreó (en escala de horas) la concentración de huevos de las dos especies objeto del estudio (**Figura 1**), con el propósito de relacionar la evolución temporal con la detección de diferentes estados de desarrollo en huevos de anchoveta y sardina común.

El conjunto de salidas que componen el **crucero 2**, se desarrollaron en embarcaciones de la flota anchovetera de cerco de la VIII Región, principalmente las embarcaciones Doña Estela y Glaciar (**ver Anexo**), entre el 30/01/98 y el 20/08/98, incorporando muestreos principalmente en el período de desove primario (julio-septiembre, Cubillos & Arancibia (1993) con un 82.8% de las estaciones de muestreo en este período, pero también involucrando al período secundario (febrero-marzo, Cubillos & Arancibia, 1993) de desove de ambos clupeiformes en la zona centro-sur de Chile, con un 17.2% de las estaciones de muestreo.

El área de prospección de huevos de anchoveta y sardina común para el crucero 2, fue mucho más amplia latitudinalmente, en contraste con el resto de los cruceros realizados, abarcando a la zona costera de las regiones VIII y IX, pero con un especial énfasis en la región nerítica frente a la VIII Región (**Figura 2**). Debido a lo extremadamente costera de la distribución de los recursos sardina común y anchoveta durante las salidas correspondientes al crucero 2, no se realizó una transecta de estaciones sino que se privilegió el muestreo temporal con el objeto de conocer el período del día donde se realiza el desove a través de la observación del estado de desarrollo de los huevos de ambas especies.

Los cruceros 3 y 4 fueron desarrollados en el marco de actividades de pesca de investigación, al interior del período de veda reproductiva de sardina común y anchoveta, que abarco entre el 1 y 15 de agosto de 1998. Ambos cruceros fueron realizados a bordo de embarcaciones pertenecientes a la flota anchovetera de cerco asentadas en la VIII y IX regiones y fueron desarrollados en el mes de agosto de 1998 (período de desove primario de ambas especies). El crucero 3 comprendió estaciones situadas principalmente al interior del Golfo de Arauco (**Figura 3**), en tanto que, el crucero 4 fue realizado en la región costera de la IX Región, desde Bahía Queule hasta Morro Bonifacio (**Figura 3**).

En el marco de una pesca de investigación durante la veda reproductiva de ambos recursos, autorizada por la Subsecretaría de Pesca, se desarrolló la recolección de muestras a bordo de 3 embarcaciones: L/M Daniel (sector norte Itata a Bahía Concepción), L/M Huracán (sector Playa Escuadrón a Golfo de Arauco) y PAM Trinidad (sector Punta Lavapié a Corral) las que operaron simultáneamente a partir del 06 de agosto de 1999 y realizándose una mayor cantidad de estaciones de muestreo (**Figura 4**). Las lanchas artesanales requirieron de 1 día de operación para cada prospección a diferencia de la embarcación industrial que requirió de 8 días para cubrir el área de estudio al sur de la VIII Región.

La zona de muestreo involucrada en los cruceros realizados, *i.e.*, Terraza del Itata y Golfo de Arauco, coincide con áreas donde históricamente se han detectado núcleos costeros de alta abundancia de huevos de sardina común y anchoveta (Rojas et al., 1983; Serra et al., 1994; Quiñones et al., 1995; Núñez et al., 1997). Además, desde hace unos años, la zona costera de las regiones IX y X también han sido consideradas como importantes zonas de alta abundancia de huevos de las dos especies objetivo (Castro et al., 1997). Por otra parte, el período de muestreo coincide con los períodos de desove primario y secundario de ambas especies en la región (Cubillos & Arancibia, 1993).

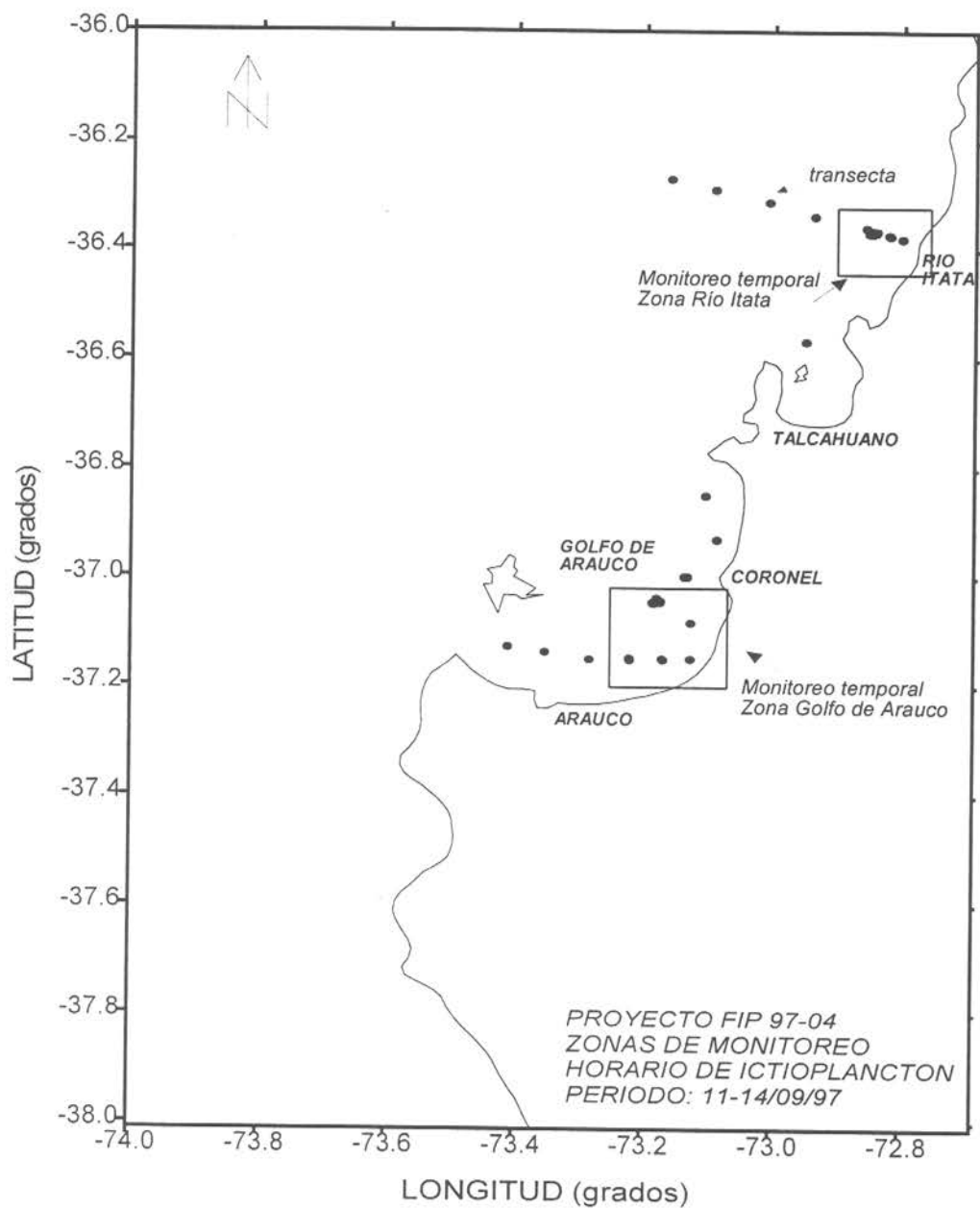


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo bio-oceanográfico en la zona costera de la VIII región (cruce 1)

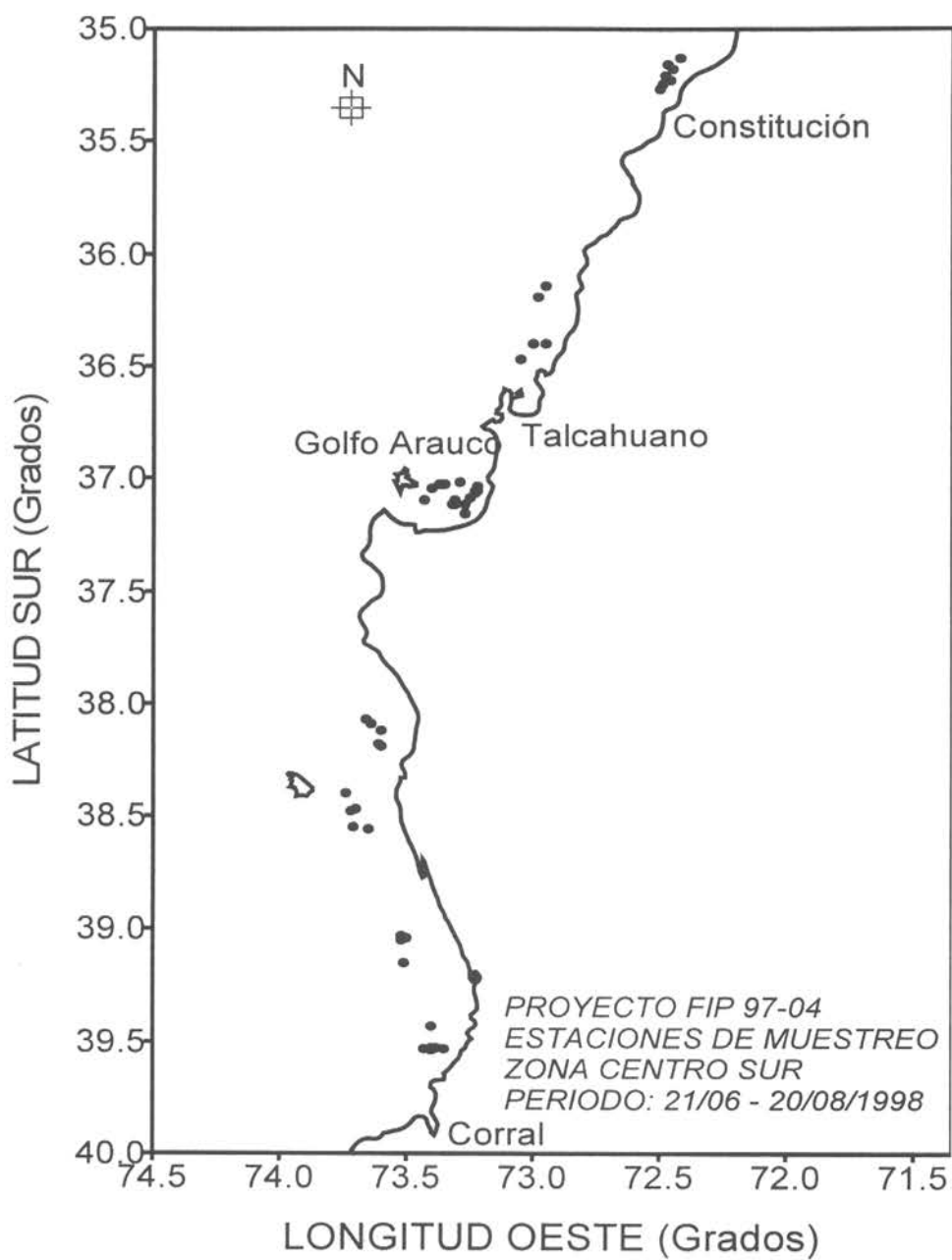


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo bio-oceanográfico en la zona costera de la VIII, y IX regiones (Crucero 2)

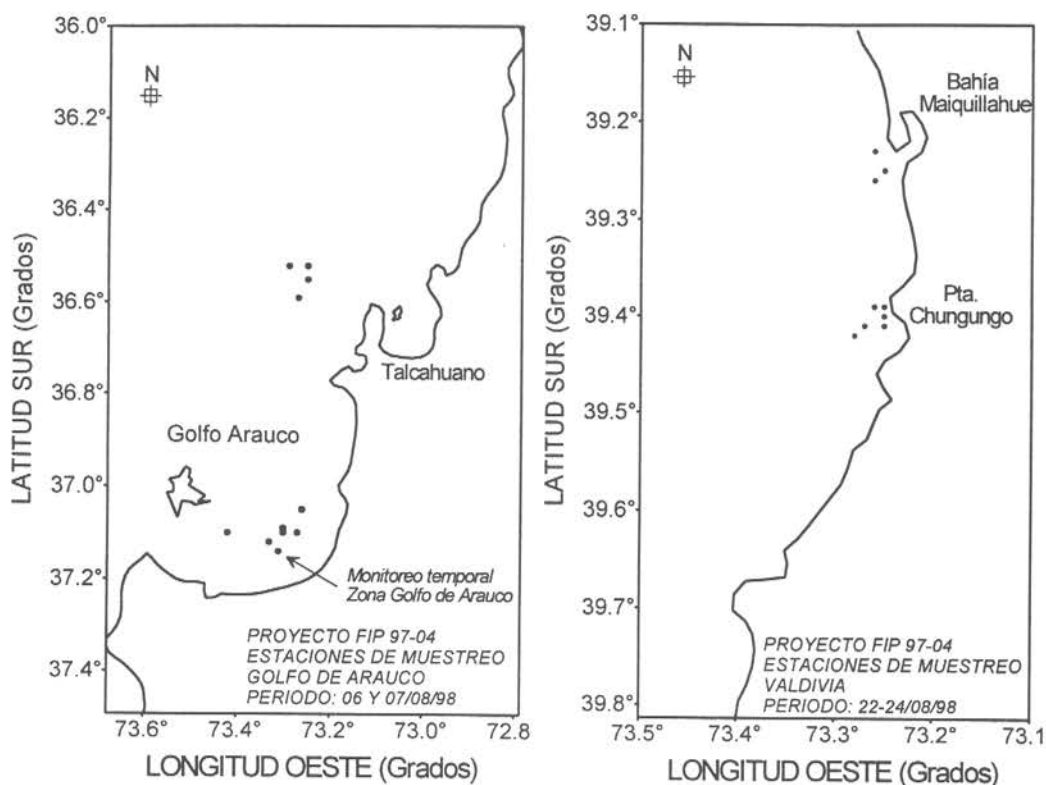


Figura 3. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico en la zona costera de la VIII Región (Cruceros 3) y en la IX Región (Crucero 4)

2.6.2. Colecta de la información

En los cruceros 1, 3 y 4, se obtuvieron registros continuos de variables hidrográficas con el propósito de conocer estructuras oceanográficas características que pudiesen asociarse a la distribución espacial y temporal de huevos de sardina común y anchoveta.

Durante el crucero 1 se obtuvo registros de temperatura (°C), salinidad y oxígeno disuelto (ml/l), por medio de una sonda oceanográfica CTDO Neil Brown, modelo Mark III, conectado a un sistema de muestreo automático tipo roseta General Oceanics, provista de 12 botellas Niskin de 5 l de capacidad. En los cruceros 3 y 4, se obtuvo registros de temperatura (°C) y salinidad por medio de un CTD SiS Sencoren Systeme. Asimismo, se llevaron a cabo lances planctónicos verticales para la recolección de huevos de sardina común y anchoveta. Los lances (red WP2, 202 µm, flujómetro TSK) fueron estratificados en las estaciones bio-oceanográficas dispuestas en la transecta (crucero 1) y, verticales en el resto de las estaciones de muestreo.

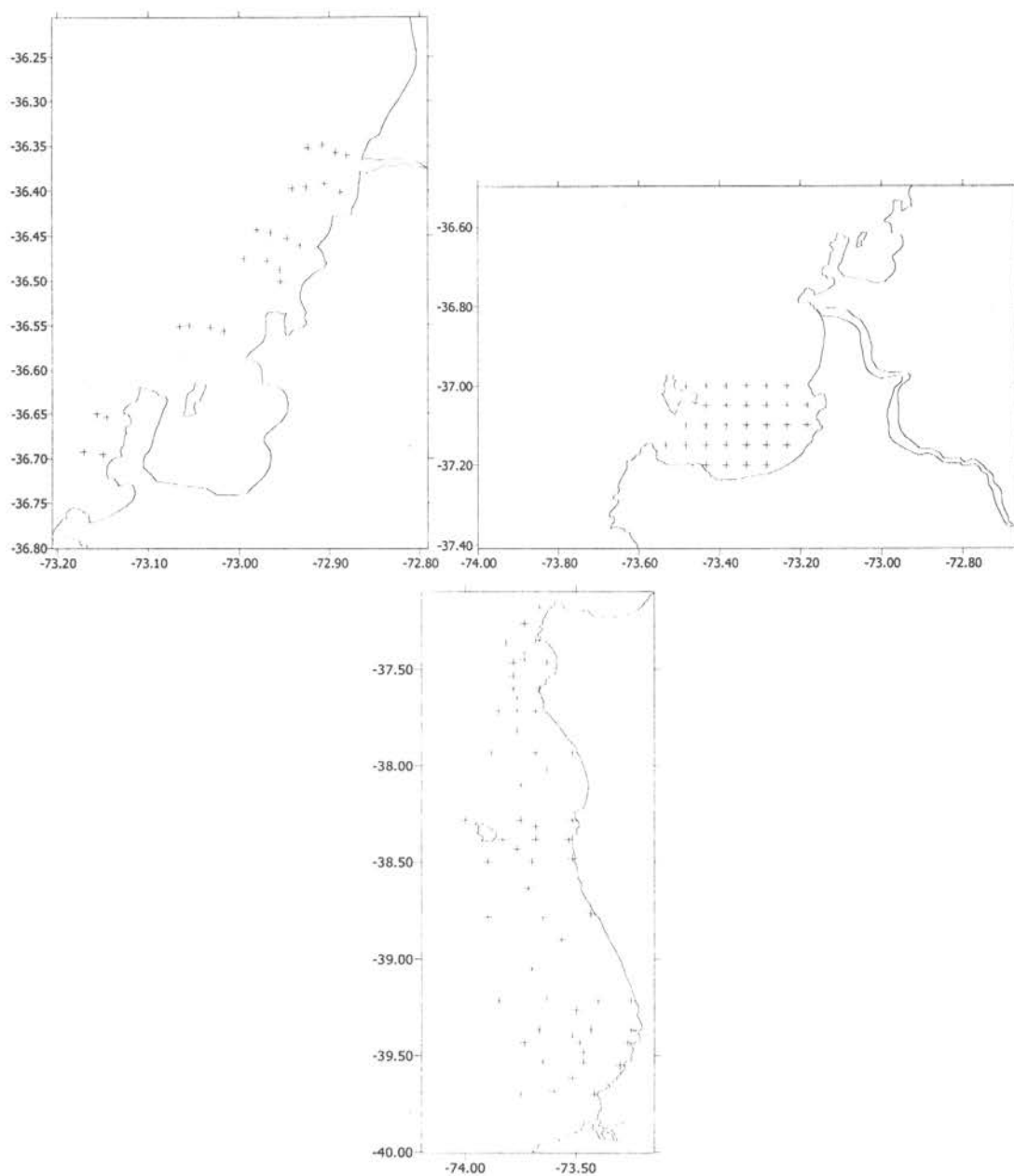


Figura 4. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico en las zona costeras de la VIII Región: Itata - Golfo de Arauco y en la IX Región (Crucero 5)

3. RESULTADOS

Como ha sido indicado en la metodología, el principal enfoque considerado en el estudio de los antecedentes biológicos y de los parámetros reproductivos, tiene en consideración la componente latitudinal y de temperaturas en la pesquería de ambas especies entre las regiones V a IX. Para estos efectos, tomando en cuenta los resultados del FIP96-10 acerca de la distribución del recurso (Cubillos et al. 1998), se caracterizó la información biológica proveniente de las siguientes áreas y sus pesquerías asociadas:

- San Antonio (33°30'S a 34°30'S): actividad artesanal (1-2 millas puerto) e industrial (área desembocadura Rapel).
- Octava región norte (35°S a 36°30'S): actividad industrial (Carranza y desembocadura Itata).
- Bahía Concepción y Golfo de Arauco: actividad artesanal.
- Octava región sur (37°S a 38°20'S): actividad industrial.
- Sur Isla Mocha y Qeule IX región (38°20'S a 39°S): actividad industrial.
- Noroeste de Corral (39°S a 40°30'S): actividad industrial.

El período de análisis de estos parámetros fue el de enero de 1996 a junio de 1999. En el caso de las capturas provenientes del área de San Antonio, se debe indicar que ha existido una reducida operación industrial sobre estas especies en 1997 y 1998. En el mes de diciembre de 1997, no se obtuvo información de estos recursos debido a que éstos estuvieron bajo un régimen de veda por reclutamiento entre los días 30 de noviembre de 1997 y 5 de enero de 1998. A su vez, entre el 15 de julio y 15 agosto de 1998 rigió en el litoral de la V a X regiones una veda de carácter reproductivo en ambos recursos, razón por la cual se autorizó por parte de la Subsecretaría de Pesca un período de pesca de investigación entre el 1° y el 15 de agosto.

Estructura de tallas del desembarque de sardina común y anchoveta por regiones de captura

Para el período enero de 1996 a junio de 1999, se agruparon los muestreos de estructura de tallas de los desembarques, de la sardina común y la anchoveta, según el origen de las zonas de pesca donde se efectuaron las capturas. En la **Figura 5** se presenta la estructura de tallas de la sardina común. En esta especie, se observa en todas las zonas la ocurrencia de ejemplares en un rango entre los 4,0 y 18,0 cm de longitud total (LT); sin embargo, se aprecian diferencias importantes en las modas que caracterizan la estructura global de tallas. En las áreas localizadas al norte de los 36°30'S, las capturas artesanales e industriales en esa región se caracterizan por la presencia de 2 modas principales predominantes: una inferior a los 10 cm LT y otra moda centrada en los 13,0 a 15,0 cm LT (1996 a 1999). En las capturas artesanales provenientes de la Bahía de Concepción y Golfo de Arauco se aprecia también la presencia de la moda inferior a 10 cm LT, apareciendo menos importante la moda de tallas superiores a 10 cm observada al norte de los 36°30'S. Al sur de la Punta Lavapié, la pesquería industrial captura predominantemente ejemplares de tallas superiores a los 8 cm LT, apreciándose 3 modas, la primera centrada en los 10,0 cm LT y dos modas en los 13,0-14,5 y 16 cm LT (Zona III de la **Figura 5**); mientras que en las capturas provenientes del suroeste de Puerto Saavedra y noroeste de Corral (Zonas IV y V), es marcado el predominio de ejemplares de tallas mayores a los 10 cm LT con la moda principal centrada entre los 13,5 y 14,5 cm LT en 1997 y 1998. En 1999, se aprecia un predominio en todas las áreas, de ejemplares pequeños, aspecto que sería reflejo de un mayor aporte de reclutas de estas fracciones a la pesquería desde fines de 1998.

En conclusión, en las áreas al sur de la Punta Lavapié se registra en la sardina común un marcado predominio de ejemplares de tallas superiores y una disminución de los ejemplares de tallas inferiores a los 10 cm LT, existiendo un gradiente latitudinal en la estructura de tamaños de este recurso.

En los desembarques de la anchoveta se aprecia un cuadro similar (**Figura 6**), con un corrimiento de las modas principales hacia tallas mayores en las regiones al sur de la Punta Lavapié; a excepción de 1999, año en el cual las modas dominantes son de inferior tamaño, hecho que al igual que para la sardina común sería producto de altos niveles de

reclutamiento en 1998/99. Entre los 35°00'S y los 36°30'S predominan los ejemplares en el rango de 5,0 a 18,5 cm LT, distribuidos polimodalmente. En el sistema de bahías de la VIII Región, los desembarques muestran un predominio de la moda centrada en 11,0 y 12 cm LT y una moda secundaria entre los 14,5 y 16,0 cm LT. En la anchoveta la gradiente latitudinal en la estructura de tallas (período 96/98), dio cuenta de un predominio de los ejemplares de mayor tamaño hacia el sur con modas principales entre los 12,0 18,0 cm de LT (Isla Mocha-Queule y noroeste de Corral). En 1999, dominan en las capturas de todas zonas ejemplares de tallas con modas entre 10 y 12,0 cm LT.

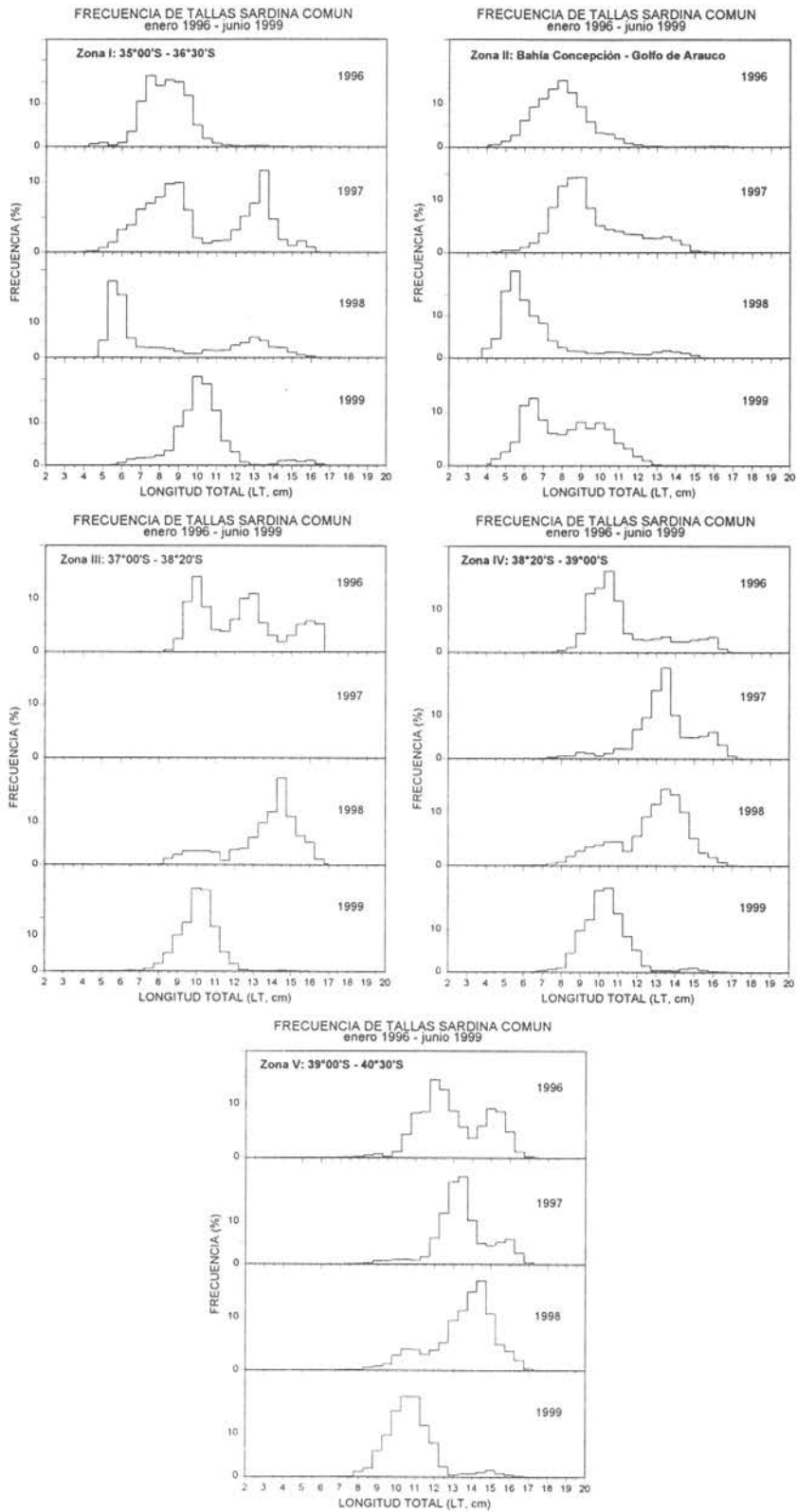


Figura 5. Estructura de tallas de la sardina común caracterizada a partir de diferentes áreas de pesca y agrupadas para el período enero de 1996 a junio de 1999

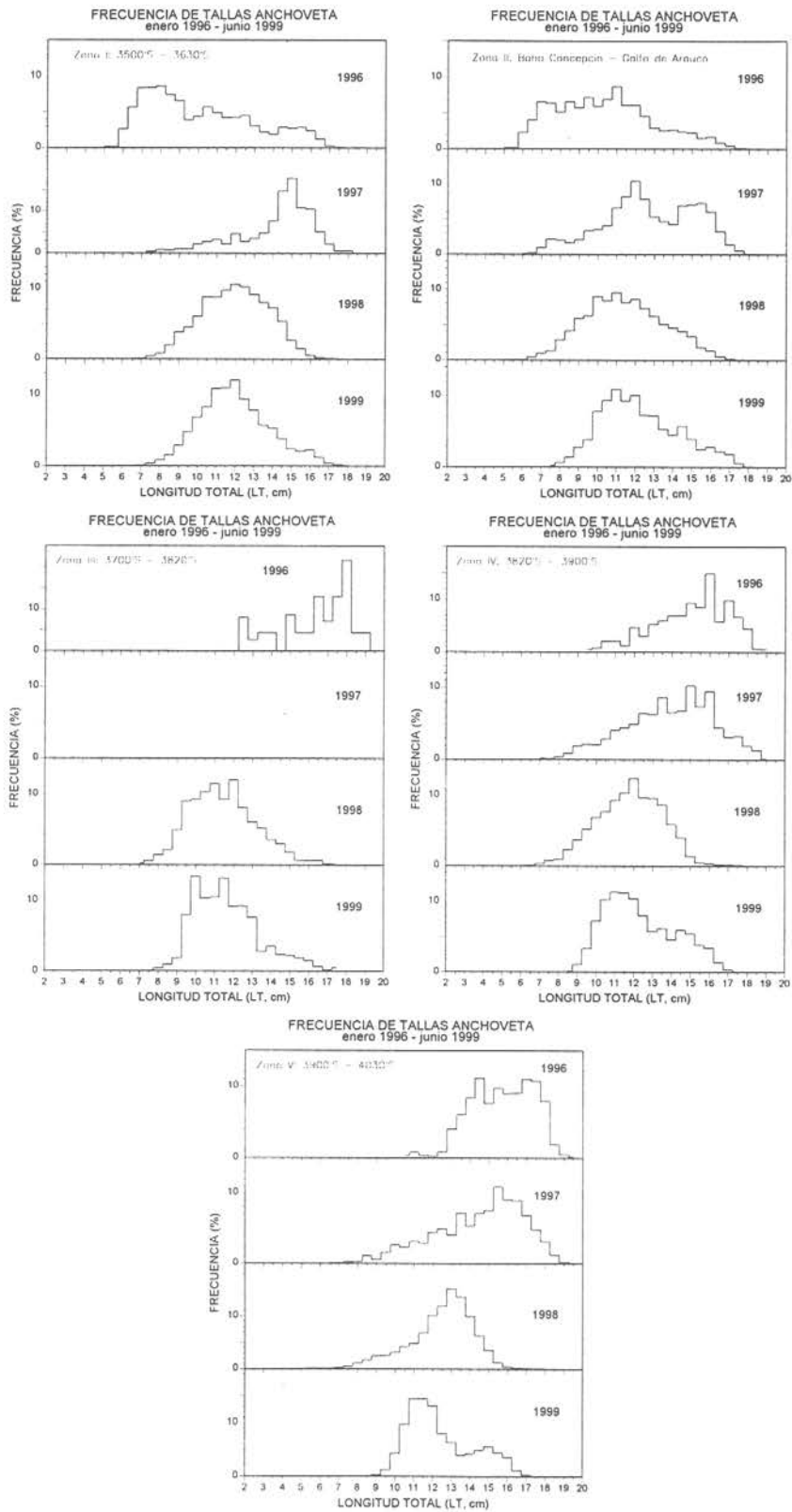
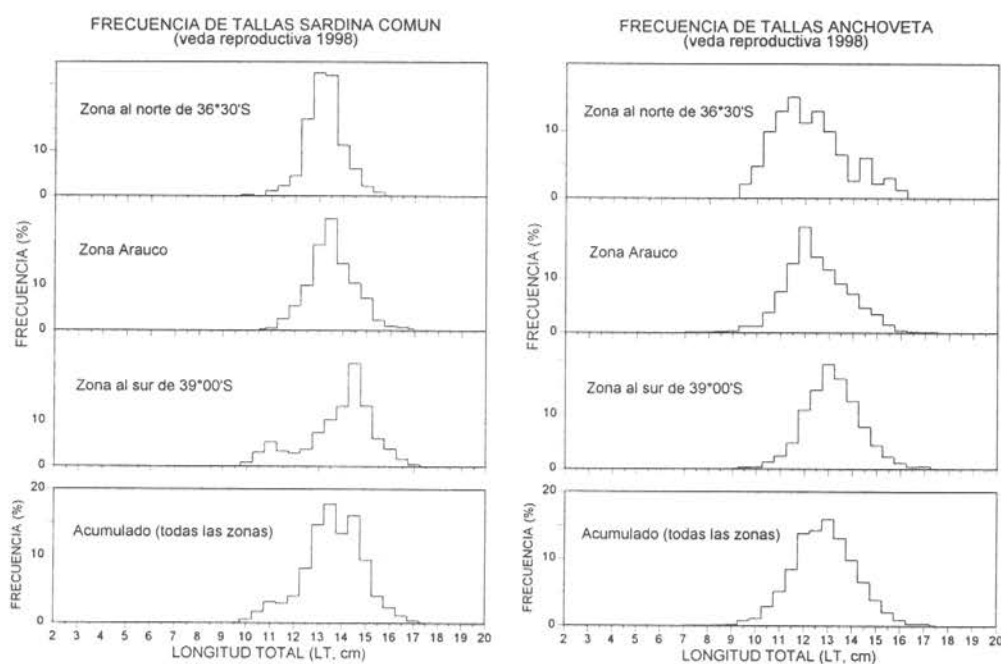


Figura 6. Estructura de tallas de la anchoveta caracterizada a partir de diferentes áreas de pesca y agrupadas para el periodo enero de 1996 a junio de 1999

Estructura de tallas durante el período de veda reproductiva de 1998

Los muestreos de frecuencia de tallas efectuados en el material desembarcado permiten observar un rango de tallas para la sardina común de 9,5 a 17,5 cm LT y una moda principal en los 13,5 cm LT. En general, se observa una similitud en la estructura de tamaños del recurso en las zonas al norte de 36°30'S, Arauco y al sur de 39°00'S, con modas en 13,0 – 13,5 y 14,5 cm LT, respectivamente. En el caso de la anchoveta, la composición por tamaños acumulada indica una moda en los 13,0 cm LT y un rango de tallas entre los 7 y 17,5 cm LT. Las modas principales de la anchoveta en las distintas regiones se observaron en los 11,5 – 12,0 y 13,0 cm LT de norte a sur (ver **Figura 7**).



Estructura de tallas durante el período de veda reproductiva de 1999

En la sardina común la frecuencia de tallas en agosto de 1999 presentó un rango entre 5,0 y 16,5 cm LT, con una buena representación de los ejemplares entre 10 y 14 cm LT y una reducida presencia de ejemplares de tallas superiores a los 14 cm. En las semanas del 9 al 15 y del 23 al 29 se observó una moda en los 11 cm LT, a diferencia de lo registrado entre el

16 y 22 de agosto donde la moda alcanzó los 13 cm LT (**Figura 8**). Lo anterior podría incidir en que los valores promedios del IGS, analizados más adelante, muestren una leve disminución entre el 23 y 29 de agosto.

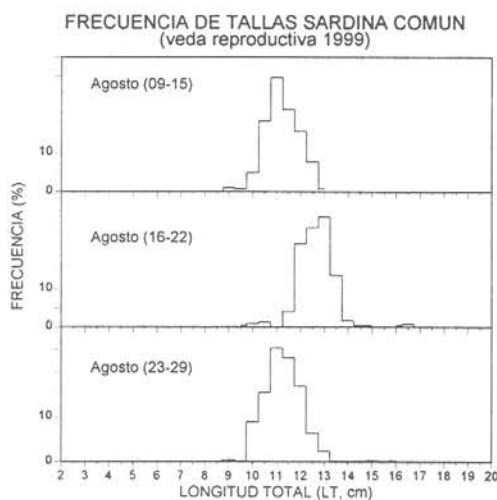


Figura 8. Estructura de tallas de sardina común por semana en la veda reproductiva 1999

En el caso de la anchoveta durante agosto la estructura de tallas presentó un amplio rango, entre 5,0 y 19 cm de LT, sin embargo, hacia fines de mes disminuye la ocurrencia de ejemplares de mayor tamaño (ver **Figura 9**). Las modas se encontraron en 12 y 13 cm LT.

Durante las dos semanas de septiembre se logró obtener sólo muestras de anchoveta provenientes principalmente de la IX Región, sin que se registraran diferencias en la estructura de tallas en ambas semanas y con un predominio de las longitudes modales de 15,0 y 16,0 cm LT en un rango de tallas entre 12,5 y 19 cm LT (**Figura 9**).

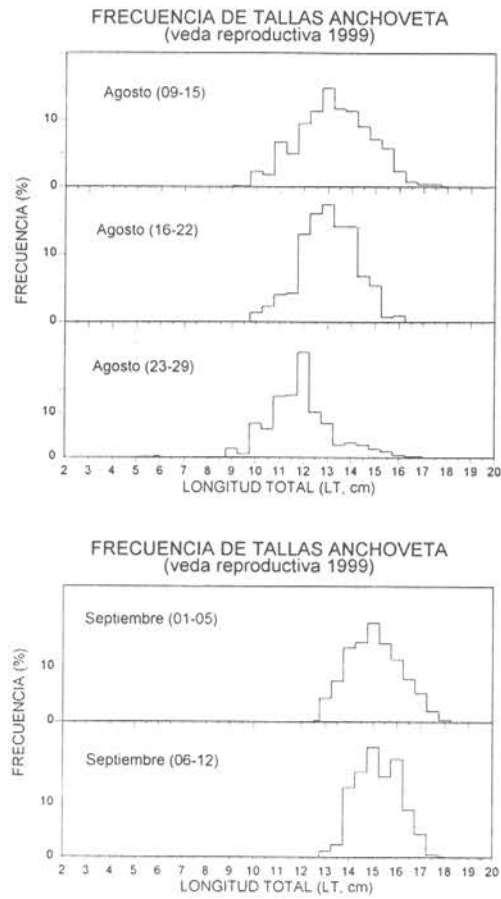


Figura 9. Estructura de tallas de anchoveta por semana durante la veda reproductiva 1999

Parámetros de la relación longitud-peso separados por área de captura

Los parámetros de la relación longitud-peso de la sardina común y de la anchoveta fueron también analizados separando la información biológica obtenida por el Instituto de Investigación Pesquera a partir de los desembarques de ambas especies de acuerdo a la zona desde donde se efectuaron las capturas (**Tablas 5 y 6**). Las zonas corresponden a las inicialmente señaladas en la sección de resultados.

El parámetro a de la relación longitud-peso en la sardina común, no muestra mayores diferencias entre los promedios mensuales de las zonas II a V, sin embargo predominan valores bajos en la zona I en 1997 y 1998; en 1999 a se presentó bajo en todas las zonas. En este parámetro no se observan tendencias estacionales en ninguna de las zonas en referencia (**Tabla 5**).

A diferencia de lo anterior, el parámetro b muestra valores más bajos en los meses de septiembre a noviembre y máximos valores ($>3,1$) en la zona I, mientras que en la zona 5 se registran los valores menores ($<3,0$). En promedio, se observa una mayor diferencia entre el coeficiente b de la zona I (3,18 en 1996-1999) y el resto de las zonas ($< 3,1$ en 1996-1999).

Entre los años, se observan diferencias especialmente en 1996 y 1999 con respecto a los años 1997-1998, hecho que podría estar relacionado con la estructura de tallas de la población y/o los diferentes regímenes (frío-cálido) al que estuvo expuesto este recurso.

En la anchoveta (**Tabla 6**), se observan los máximos valores del parámetro b en la época estival entre enero y abril de 1997. Las zonas I y II muestran similares valores promedios de este parámetro ($> 3,1$) y el resto de las zonas muestran valores inferiores a 3,1 en el promedio de todos los años.

Tabla 5. Variación mensual de los parámetros a y b de la relación longitud total (cm) - peso (g) en la sardina común según zonas de pesca (1996-1999; ver texto)

ZONA	Mes	1996			1997			1998			1999			
		a	b	n	a	b	n	a	b	n	a	b	n	
ZONA I	Ene				0.009	3.034	50	0.005	3.274	59				
	Feb				0.007	3.110	90							
	Mar	0.015	2.888	91	0.011	2.980	117	0.003	3.448	60	0.004	3.396	80	
	Abr	0.069	2.330	134	0.002	3.549	50	0.002	3.692	150	0.004	3.409	60	
	May	0.005	3.243	201	0.003	3.490	130							
	Jun	0.010	2.940	55										
	Jul	0.017	2.671	50	0.005	3.157	30							
	Ago	0.004	3.264	44				0.016	2.787	149				
	Sep	0.006	3.127	130				0.011	2.917	40				
	Oct	0.007	3.094	168				0.015	2.814	90				
	Nov													
	Dic													
	Media	0.017	2.945	873	0.006	3.220	467	0.009	3.155	548	0.004	3.403	140	
ZONA II	Ene	0.007	3.161	215	0.005	3.312	118				0.010	3.029	186	
	Feb	0.005	3.291	100	0.011	2.931	50	0.005	3.285	40	0.005	3.338	101	
	Mar	0.017	2.864	128				0.076	2.251	60	0.003	3.560	260	
	Abr	0.021	2.757	100				0.007	3.138	159	0.003	3.567	31	
	May							0.009	3.011	120	0.002	3.694	97	
	Jun	0.002	3.636	75				0.018	2.773	8				
	Jul	0.006	3.159	105	0.005	3.216	110	0.008	3.040	61				
	Ago	0.012	2.838	132	0.006	3.107	138	0.019	2.731	235				
	Sep	0.008	3.003	25	0.014	2.736	125	0.018	2.745	70				
	Oct				0.033	2.467	180	0.014	2.844	30				
	Nov				0.016	2.784	237							
	Dic													
	Media	0.010	3.089	880	0.013	2.936	958	0.019	2.869	783	0.004	3.438	675	
ZONA III	Ene													
	Feb							0.020	2.714	60				
	Mar										0.005	3.313	61	
	Abr													
	May										0.003	3.489	60	
	Jun													
	Jul							0.020	2.714	60				
	Ago													
	Sep													
	Oct													
	Nov													
	Dic													
	Media							0.020	2.714	120	0.004	3.401	121	
ZONA IV	Ene				0.006	3.135	148	0.032	2.543	121				
	Feb				0.004	3.257	32	0.024	2.662	60	0.012	3.002	30	
	Mar							0.067	2.286	60	0.005	3.272	60	
	Abr				0.009	2.988	50	0.005	3.309	40				
	May							0.008	3.075	60	0.002	3.588	90	
	Jun	0.002	3.508	134							0.001	3.785	60	
	Jul	0.001	3.736	109	0.020	2.657	25	0.012	2.846	60				
	Ago													
	Sep	0.019	2.691	50										
	Oct	0.007	3.066	55	0.012	2.844	61							
	Nov													
	Dic	0.005	3.202	235										
	Media	0.007	3.241	583	0.010	2.976	316	0.025	2.787	401	0.005	3.411	240	
ZONA V	Ene	0.015	2.852	60										
	Feb	0.008	3.090	100	0.020	2.677	110				0.011	3.024	87	
	Mar				0.017	2.762	65							
	Abr				0.003	3.462	25				0.003	3.418	120	
	May	0.002	3.554	75	0.007	3.080	120	0.038	2.499	60	0.003	3.496	91	
	Jun				0.005	3.201	251	0.007	3.087	151	0.003	3.488	240	
	Jul	0.002	3.649	130	0.008	2.979	155							
	Ago	0.007	3.056	50	0.021	2.616	80	0.036	2.449	120				
	Sep	0.054	2.310	60	0.017	2.656	92	0.043	2.392	80				
	Oct	0.005	3.224	108				0.020	2.736	20				
	Nov	0.007	3.106	188	0.026	2.509	96	0.109	2.167	119				
	Dic							0.047	2.475	66				
	Media	0.012	3.105	771	0.014	2.883	994	0.043	2.544	616	0.005	3.357	538	

Tabla 6. Variación mensual de los parámetros a y b de la relación longitud total (cm) - peso (g) en la anchoveta según zonas de pesca en 1996-1999 (ver texto)

	Mes	1996			1997			1998			1999		
		a	b	n	a	b	n	a	b	n	a	b	n
ZONA I	Ene				0.001	3.826	28	0.005	3.197	210	0.009	3.042	60
	Feb	0.004	3.330	57	0.004	3.246	194				0.033	2.549	16
	Mar	0.007	3.046	101	0.005	3.212	140	0.009	2.934	180	0.005	3.182	126
	Abr	0.003	3.344	71	0.006	3.085	97	0.006	3.066	186	0.001	3.648	60
	May	0.003	3.344	122	0.004	3.183	130	0.008	2.915	60			
	Jun	0.002	3.540	60	0.004	3.199	76				0.002	3.558	131
	Jul	0.008	2.935	50	0.008	2.929	77						
	Ago				0.006	3.022	66	0.005	3.099	60			
	Sep	0.002	3.571	30	0.005	3.082	27	0.013	2.779	180			
	Oct	0.005	3.148	269				0.011	2.855	150			
	Nov				0.008	2.969	50						
	Dic												
	Media	0.004	3.282	760	0.005	3.175	885	0.008	2.978	1026	0.010	3.196	393
ZONA II	Ene	0.004	3.318	155	0.002	3.502	174	0.006	3.091	60	0.008	3.026	108
	Feb	0.008	3.026	140	0.004	3.263	50	0.007	3.050	170	0.002	3.577	192
	Mar	0.002	3.477	145	0.005	3.109	100	0.019	2.651	180	0.002	3.546	120
	Abr	0.005	3.203	174	0.001	3.651	100	0.007	3.053	270	0.003	3.430	230
	May	0.004	3.265	80	0.006	3.095	60	0.003	3.326	156	0.042	2.423	30
	Jun	0.003	3.328	28				0.018	2.668	120			
	Jul	0.004	3.210	14	0.005	3.061	115	0.003	3.346	56			
	Ago	0.009	2.818	84				0.012	2.800	300			
	Sep	0.010	2.850	180				0.020	2.645	120			
	Oct	0.004	3.281	60	0.007	3.003	246	0.006	3.075	90			
	Nov				0.008	2.966	330	0.008	3.016	60			
	Dic												
	Media	0.005	3.178	1060	0.005	3.206	1175	0.010	2.975	1582	0.011	3.200	680
ZONA III	Ene												
	Feb							0.008	2.986	40			
	Mar										0.003	3.399	60
	Abr												
	May										0.002	3.464	60
	Jun												
	Jul							0.028	2.445	38			
	Ago												
	Sep							0.029	2.491	60			
	Oct												
	Nov												
	Dic												
	Media							0.022	2.641	138	0.003	3.431	120
ZONA IV	Ene				0.025	2.530	16	0.014	2.778	30	0.018	2.764	30
	Feb				0.006	3.073	30						
	Mar												
	Abr												
	May							0.006	3.022	60	0.015	2.753	45
	Jun	0.003	3.341	85				0.011	2.826	30	0.023	2.591	30
	Jul	0.005	3.095	51									
	Ago	0.004	3.185	78									
	Sep												
	Oct							0.015	2.737	30			
	Nov												
	Dic												
	Media	0.004	3.207	214	0.015	2.802	46	0.011	2.841	150	0.019	2.703	105
ZONA V	Ene	0.008	3.010	35				0.003	3.388	60	0.013	2.842	60
	Feb										0.006	3.139	120
	Mar												
	Abr												
	May	0.002	3.405	42							0.004	3.218	150
	Jun				0.004	3.161	37				0.009	2.913	25
	Jul	0.004	3.181	8	0.007	2.955	43						
	Ago				0.007	2.662	30						
	Sep	0.018	2.639	16									
	Oct	0.009	2.948	11				0.010	2.856	60			
	Nov							0.008	3.008	50			
	Dic							0.008	3.015	30			
	Media	0.008	3.037	112	0.006	2.926	110	0.007	3.067	200	0.008	3.028	355

Indicadores del estado reproductivo de los recursos sardina común y anchoveta

Proporción de sexos en la capturas de sardina común y anchoveta entre 1995-1998

En la sardina común se observa en general en todas las zonas, que la proporción de sexos se alterna entre un predominio inicial de machos durante los meses de verano a una mayor proporción de hembras durante los meses de invierno (especialmente julio-agosto) y hacia los meses de octubre-noviembre.

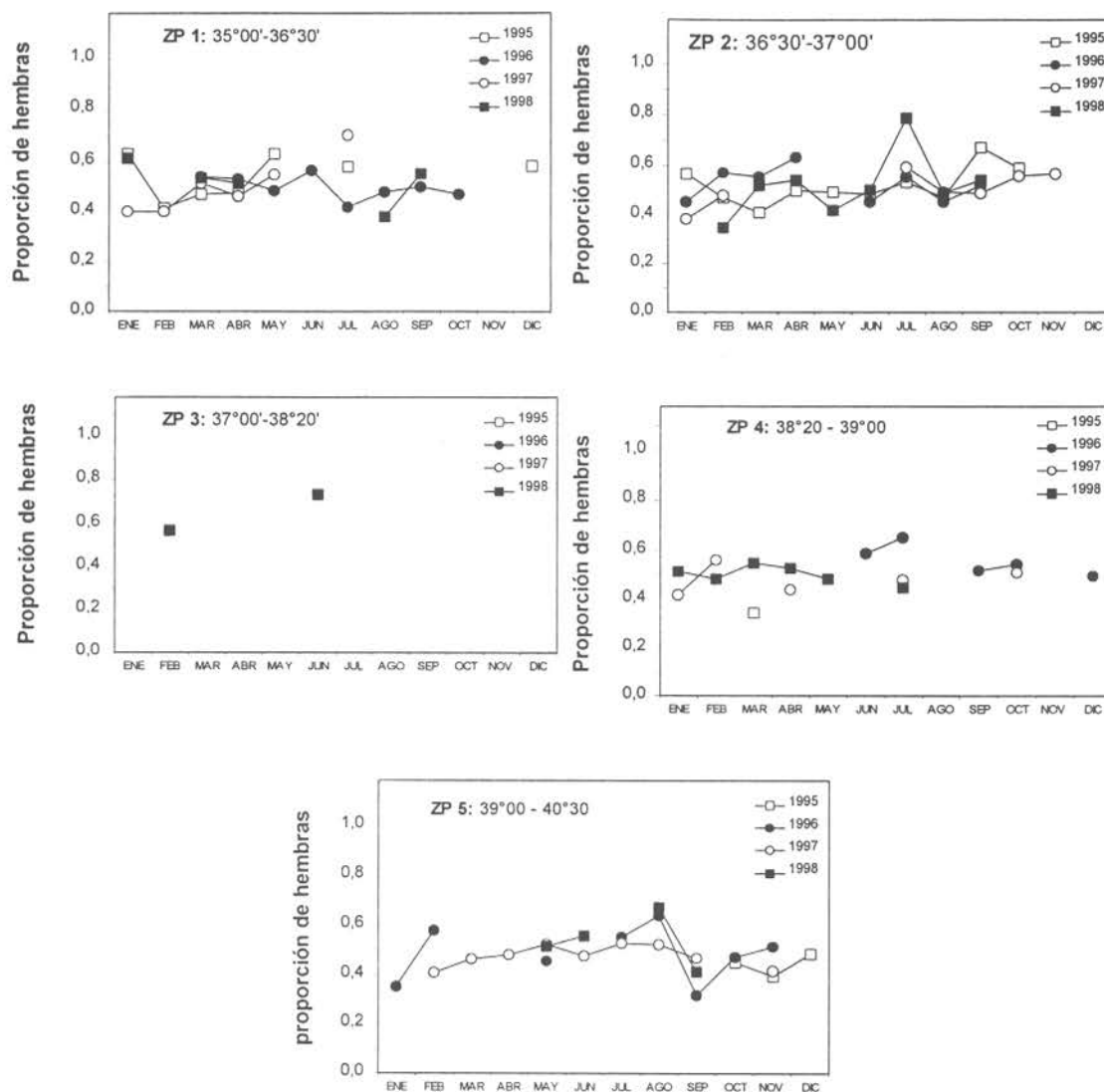


Figura 10. Proporción de sexos de la sardina común por zona de pesca entre 1995-1998

En la zona V esta variación no es tan marcada como en las otras zonas (Figura 10). En la anchoveta en cambio, se observa una mayor predominancia de hembras en las capturas, hecho que se observa durante la mayor parte de los años 1997 y 1998, siendo estas diferencias más marcadas hacia las zonas localizadas al sur de la Isla Mocha y en la región al noroeste de Corral (Figura 11). En este caso se observa que más de un 60% de la captura en esas zonas está representada por hembras de anchoveta.

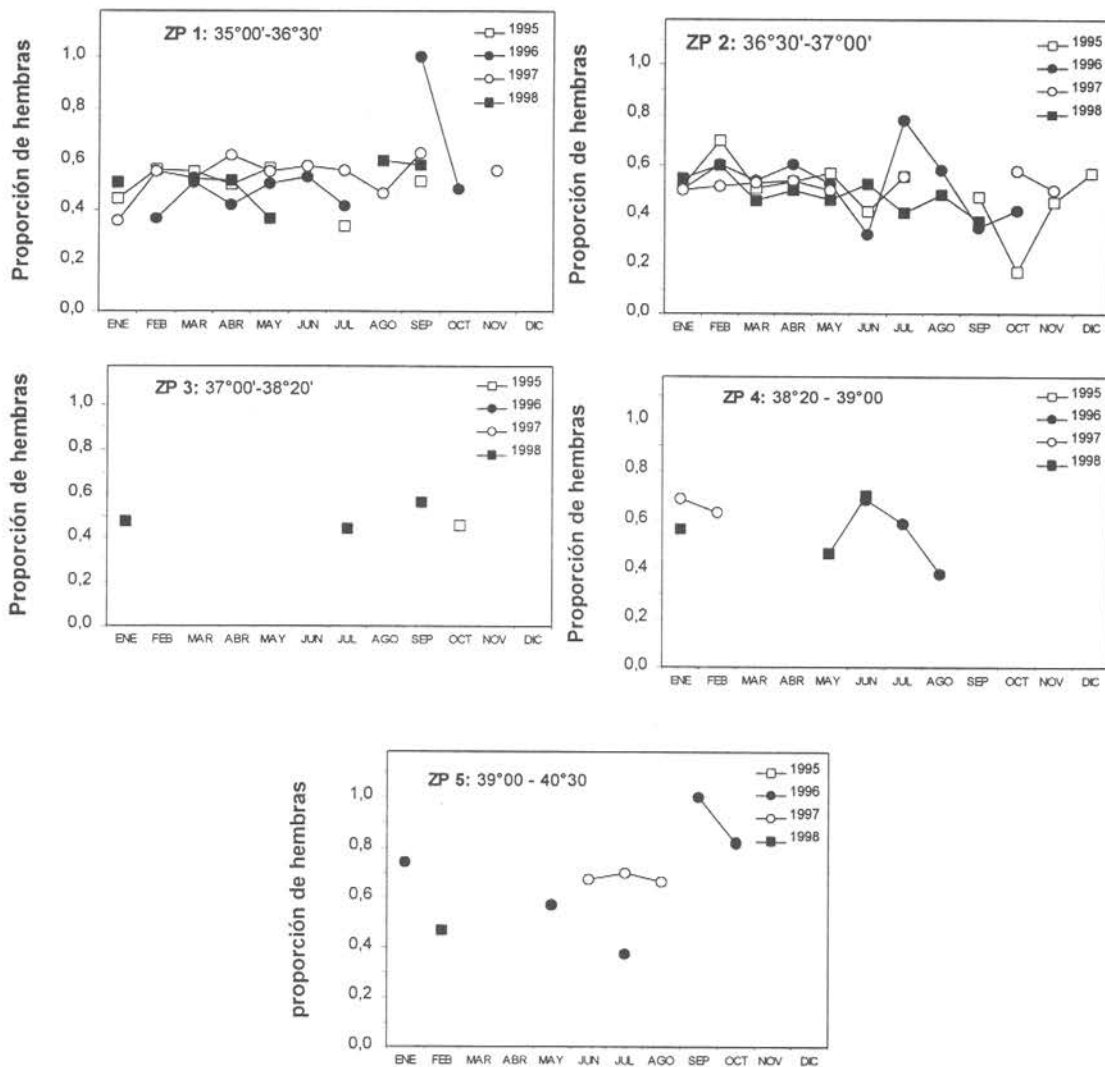


Figura 11. Proporción de sexos de la anchoveta por zona de pesca para el período 1995-1998

Proporción sexual durante la veda reproductiva de 1999

La representación de los sexos en la sardina común no muestra grandes cambios en su proporción; sin embargo en la anchoveta la distribución por sexos es marcadamente diferente existiendo más de un 60% de hembras en las áreas costeras al norte de la Bahía de Concepción (**Tabla 7**).

Este aspecto es importante en este recurso ya que se conoce que forma agregaciones de individuos del mismo sexo durante su fase reproductiva.

Tabla 7. Proporción de sexos durante la veda reproductiva (agosto-septiembre 1999)

	Sardina común			Anchoveta		
	Semanas Agosto			Semanas Agosto		
Sexo	09-14	15-22	23-29	09-14	15-22	23-29
Machos	0.49	0.51	0.50	0.44	0.45	0.37
Hembras	0.51	0.49	0.50	0.56	0.56	0.63

	Sardina común			Anchoveta		
	Semanas Septiembre			Semanas Septiembre		
Sexo	01-05	06-12	---	01-05	06-12	---
Machos	--	--	--	0.55	0.45	--
Hembras	--	--	--	0.45	0.55	--

Distribución de los estados de madurez sexual (EMS) para el período 1998-1999

En esta sección se separaron los estados de madurez macroscópicos que han sido determinados mensualmente para los años 1995 a 1998. Como esta información fue disgregada de acuerdo a la zona de origen de las capturas de sardina común y anchoveta, existen meses en donde se dispone de reducida información para alguna zona en particular.

Sardina común

Al norte de los 36°30'S para sardina común se observan marcadas diferencias interanuales en las máximas proporciones de ocurrencia del estado de madurez sexual (EMS) II (**Figura 12**).

El máximo observado en febrero y marzo de 1995 también se observa en 1997 y 1998; sin embargo, en 1996 éste se observó hacia junio-julio, meses en los cuales también es probable que se haya registrado un máximo en las zonas al sur de los 36°30'S.

Para el caso de la distribución mensual del estado EMS III (**Figura 12**), los mayores porcentajes de ocurrencia de este estado se registran entre los meses de abril y septiembre para todos los años; en 1998 se destaca para la zona de pesca 2 un máximo en el mes de marzo y un prolongado aumento en este estado entre junio y septiembre.

Similar a los máximos registrados para este estado, el EMS IV (**Figura 13**) muestra porcentajes de ocurrencia altos entre los meses de abril y septiembre de cada año con máximos entre julio y septiembre en las zonas de pesca 2 a 5. Finalmente, en la pesquería se registra una baja incidencia de hembras en estado V (**Figura 13**).

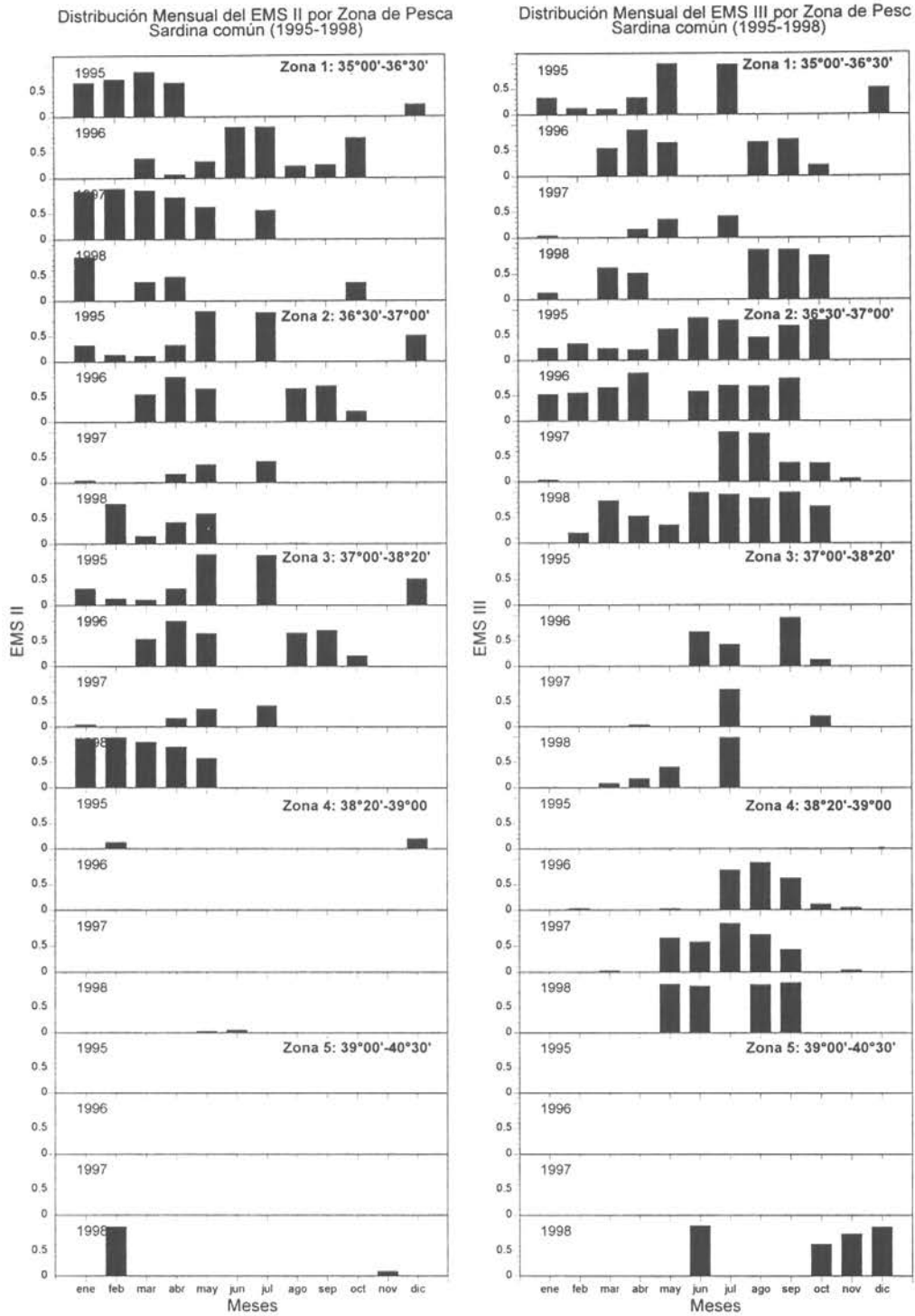


Figura 12. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) II y III de sardina común por zona de pesca (1995-1998)

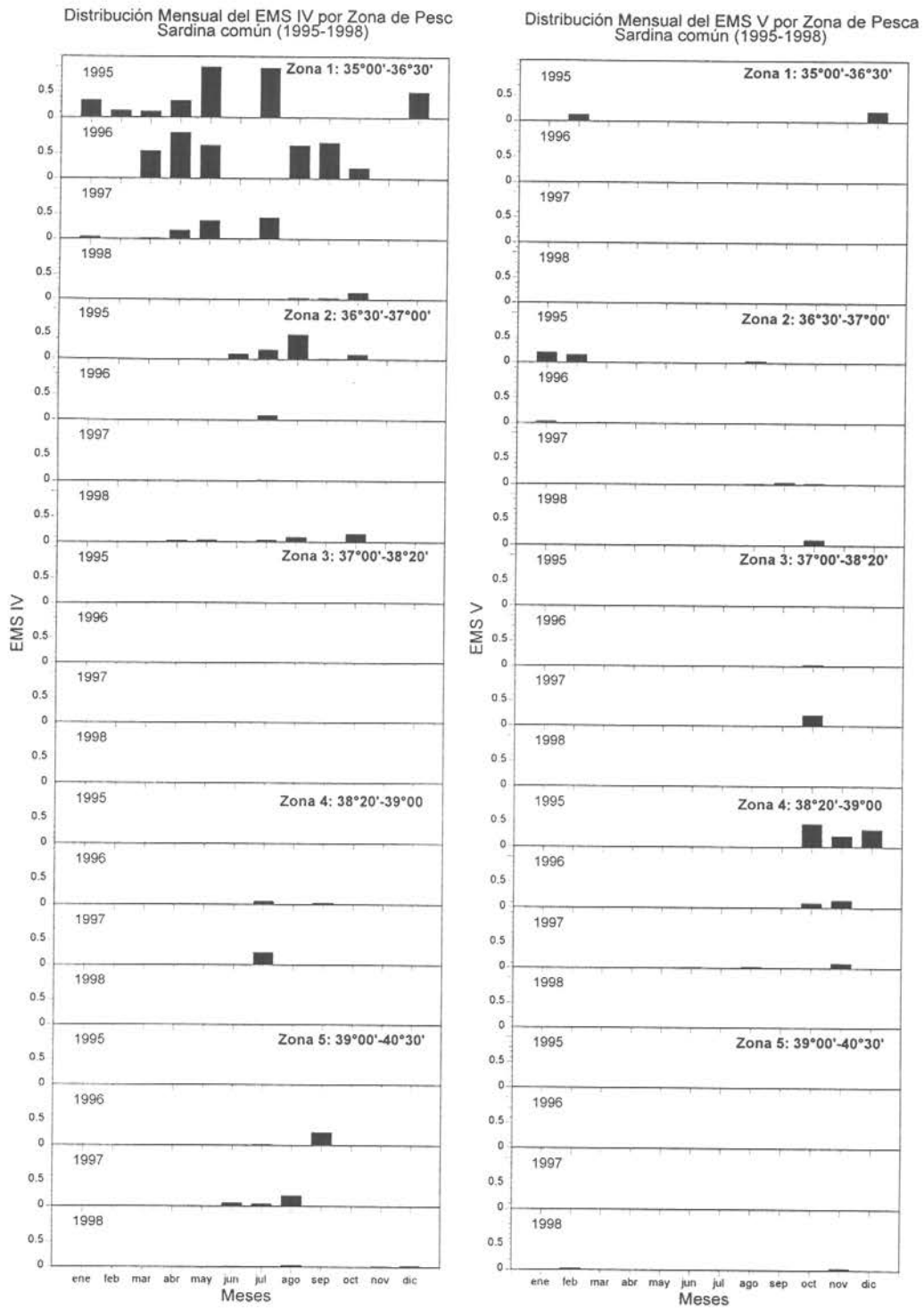


Figura 13. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) IV y V de la sardina común por zona de pesca (1995-1998)

Anchoveta

En la anchoveta el EMS II muestran máximos porcentajes durante los meses de verano a otoño (febrero-mayo) en 1995 y 1997-1998 (**Figura 14**), siendo la excepción el año 1996, año en el cual los EMS II fueron mayores entre agosto y octubre.

Para el caso del EMS III se observan máximas proporciones entre mayo y septiembre para las zonas 1 y 2 (**Figura 14**). La presencia de hembras en EMS IV y V es bastante menos frecuente en los desembarques, sin embargo las más altas proporciones de EMS IV se registran en los meses de julio-agosto (**Figura 15**). En el caso de los EMS V, éstos muestran un comportamiento similar al registrado por la sardina común con máximos en los meses de enero y febrero (**Figura 15**).

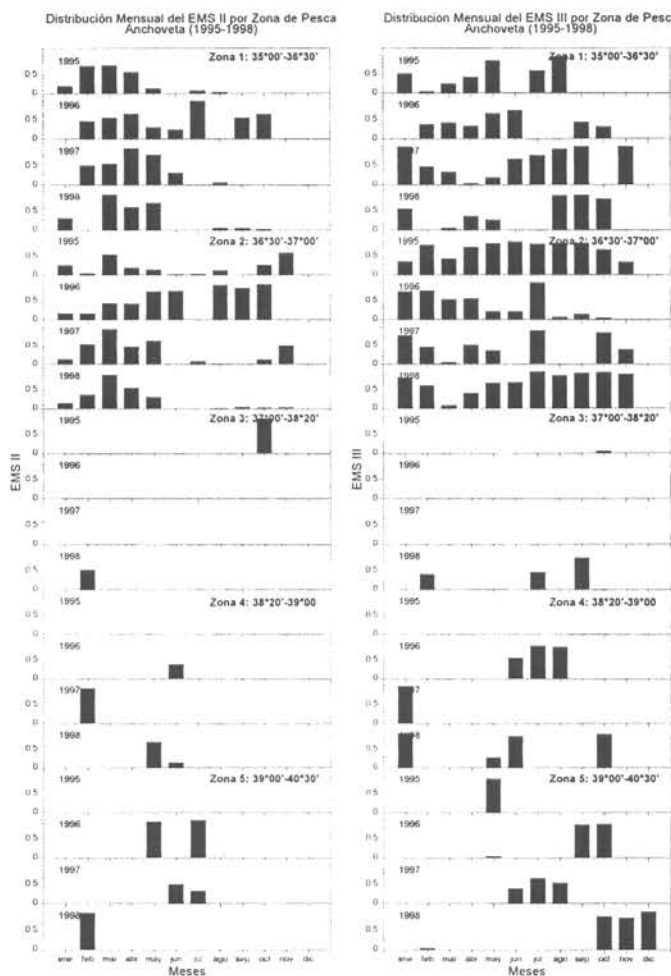


Figura 14. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) II y III de anchoveta por zona de pesca (1995-1998)

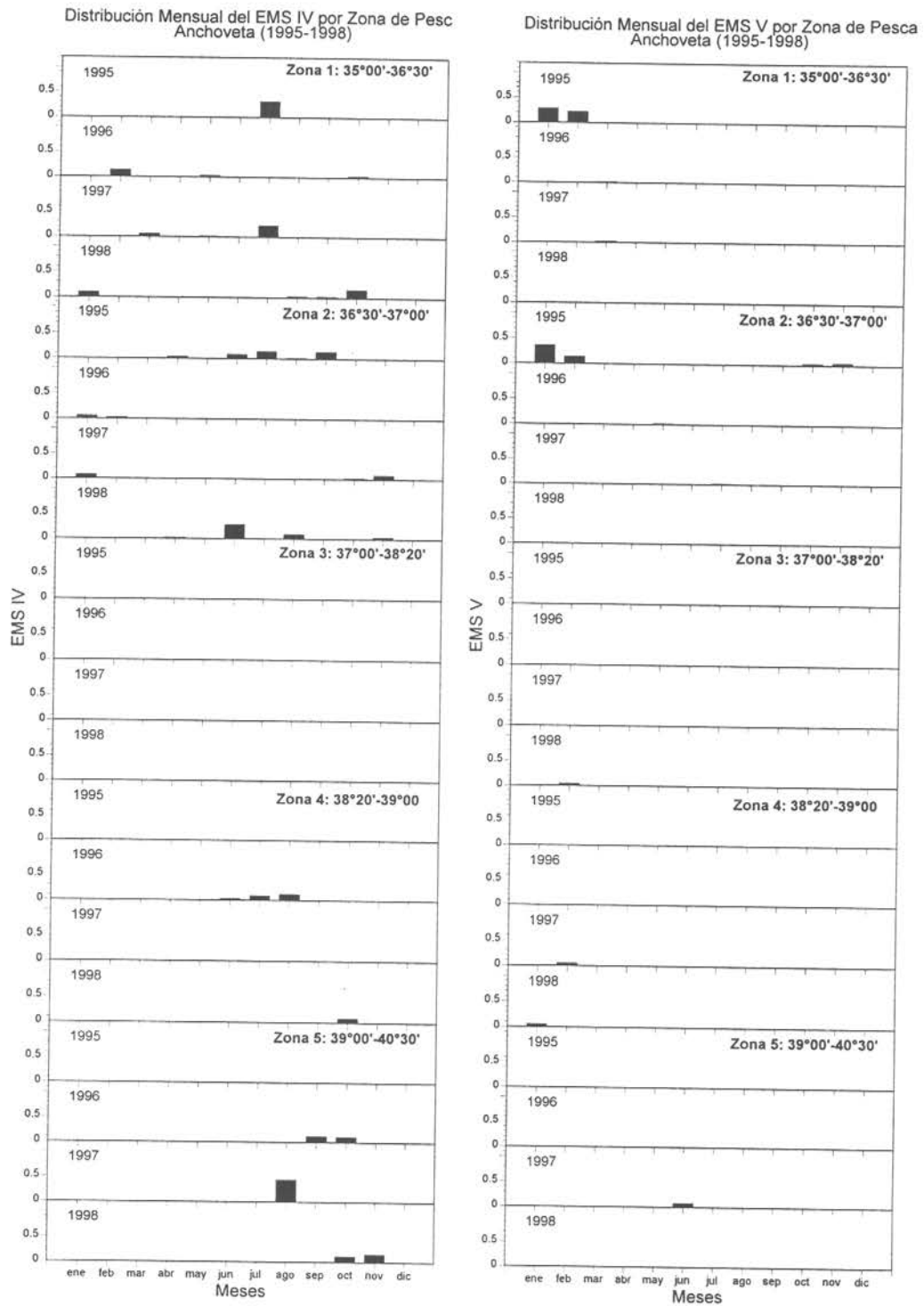


Figura 15. Distribución mensual del estado de madurez sexual (EMS) IV y V de la anchoveta por zona de pesca (1995-1998)

Seguimiento de los EMS durante el período de veda reproductiva de 1998

Además de las actividades de pesca a bordo de la L/M Glaciar, las que se iniciaron el día sábado 8 de agosto, se ha incorporado un muestreo intensivo de los ejemplares adultos de anchoveta y sardina común provenientes de la pesca artesanal e industrial existente en diferentes regiones de pesca. La región más al norte ($36^{\circ}30'S$) sería la próxima a Carranza, área en la que operó un cerquero industrial. En la Bahía de Concepción, si bien iniciaron su operación 6 embarcaciones artesanales, sólo una embarcación registró capturas en las cercanías de Itata y la boca de la Bahía. Las otras embarcaciones se desplazaron al Golfo de Arauco, registrándose desembarques en los puertos de Coronel y Lota. La región más al sur en la cual se registraron capturas de estos recursos por parte de embarcaciones industriales, fue la localizada al sur de Pto. Saavedra y noroeste de Corral. La entrada en operación de lanchas artesanales en la X región (alrededor de 6 embarcaciones que se encontraban en Valdivia) se inició el día 19 de agosto, debido a que tras el término del período de veda las condiciones climáticas no permitieron la operación de estas embarcaciones.

Distribución de los estados de madurez (EMS)

El análisis macroscópico de los estadios de madurez sexual de las hembras de sardina común y de anchoveta muestra que en los diferentes intervalos de tamaños, las hembras de los estadios III y IV representan un alto porcentaje de la muestra. Estos son estadios terminales que manifiestan una alta actividad reproductiva en ambos recursos (**Figura 16**).

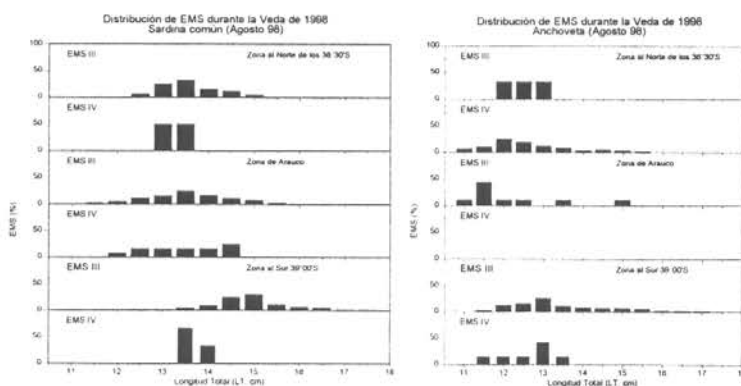


Figura 16. Composición de los estados de madurez macroscópicos (EMS) durante la veda reproductiva de 1998 para sardina común y anchoveta

Seguimiento de los EMS durante el período de veda reproductiva de 1999

Distribución de los estados de madurez (EMS)

Durante las primeras dos semanas de agosto se evidenció principalmente la presencia de hembras II y III. Para el caso del EMS IV la sardina común presenta sólo un talla donde el estado IV se hizo presente, para la anchoveta en cambio se observó ausencia aunque presentó estados desovados (EMS V). Esta situación cambio completamente durante la última semana de agosto ya que ambos recursos se hicieron presentes en las capturas observándose la presencia de estadios II, III, IV y V (**Figura 17**).

Durante las dos primeras semanas de septiembre solo se tuvo registros de anchoveta, encontrándose durante la primera semana que todo el contingente muestreado se encontraba en estados de madurez III; y un incremento en la proporción de hembras desovantes se observo en la última semana (EMS IV).

El hecho que la anchoveta aún mantuviese altos niveles de maduración durante septiembre sería un resultado totalmente esperado para este fecha, ya que se debe recordar que este recurso tiene una fase de desove más extensa y posterior a la de la sardina común. Esta se extiende principalmente desde septiembre hasta octubre o noviembre de cada año.

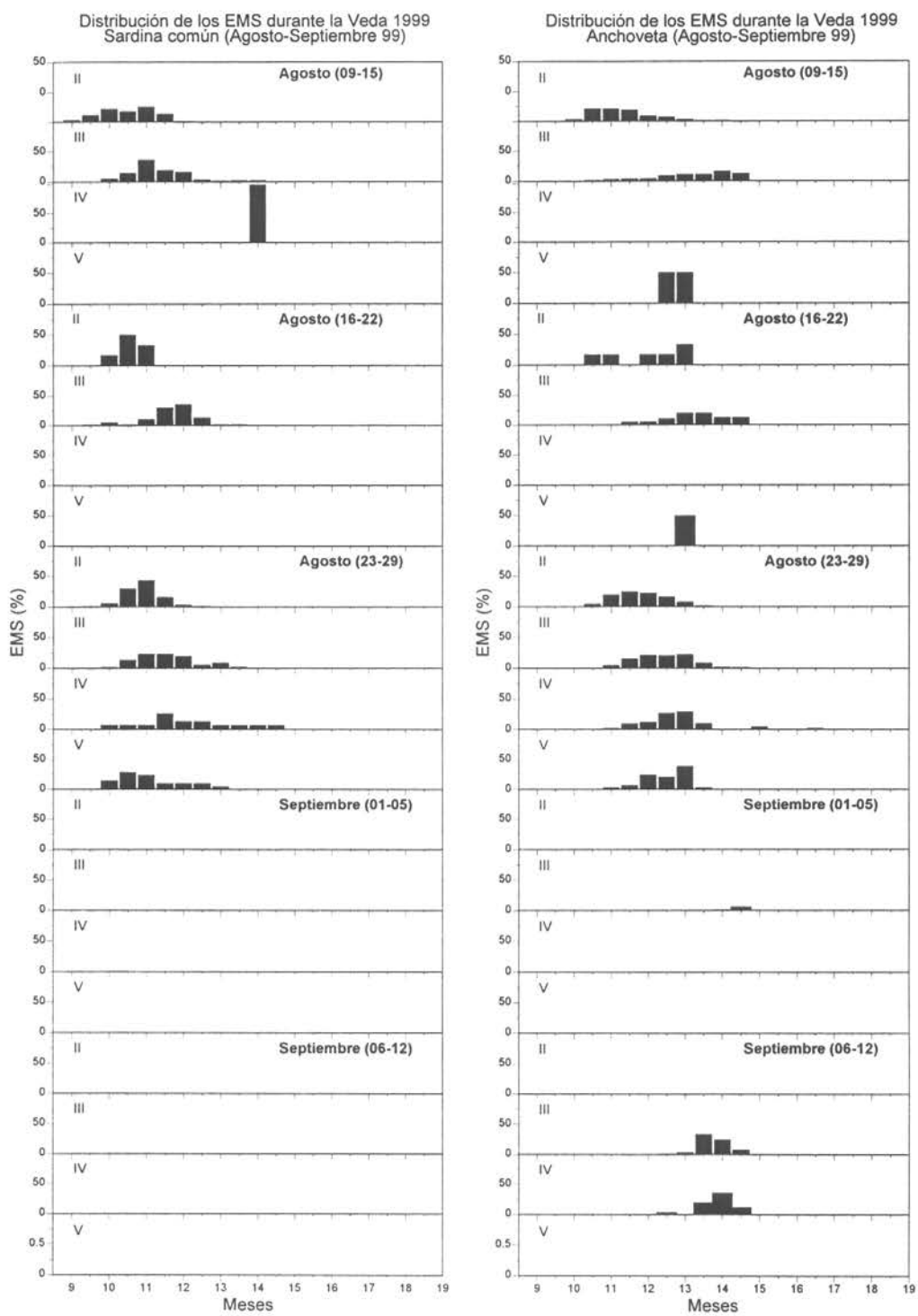


Figura 17. Distribución de los (EMS) madurez sexual durante la veda reproductiva (agosto-septiembre 1999)

Índice gonadosomático (IGS) e índice gonádico (IG) para el periodo 1995-1998

Sardina común

El índice gonadosomático en la sardina común, luego de un período de valores bajo 3 en los meses de verano, muestra máximos valores en los meses de julio y agosto de los cuatro años alcanzando niveles superiores al 5% en todas las zonas de operación de la flota (**Figura 18**). Un aspecto interesante de observar en este punto, lo constituye la evolución mensual del IGS en las regiones entre los 35° y 37°S (zonas 1 y 2), donde se visualiza dos máximos: uno otoñal (marzo-abril) de menor intensidad y un segundo máximo primaveral (julio-septiembre).

Similar tendencia temporal, a la descrita por el IGS, es observada en el índice gonádico (IG) (**Figura 18**). En este caso también se registra un máximo secundario en el período de máximo desove observado en 1996 en los meses de abril-mayo en la zona al norte de los 36°30'S y marzo-abril entre los 36°30' y los 37°S para el año 1998. A partir de junio en todas las zonas con información se observa el incremento del IG hasta alcanzar un desove máximo de mayor intensidad que los mencionados anteriormente.

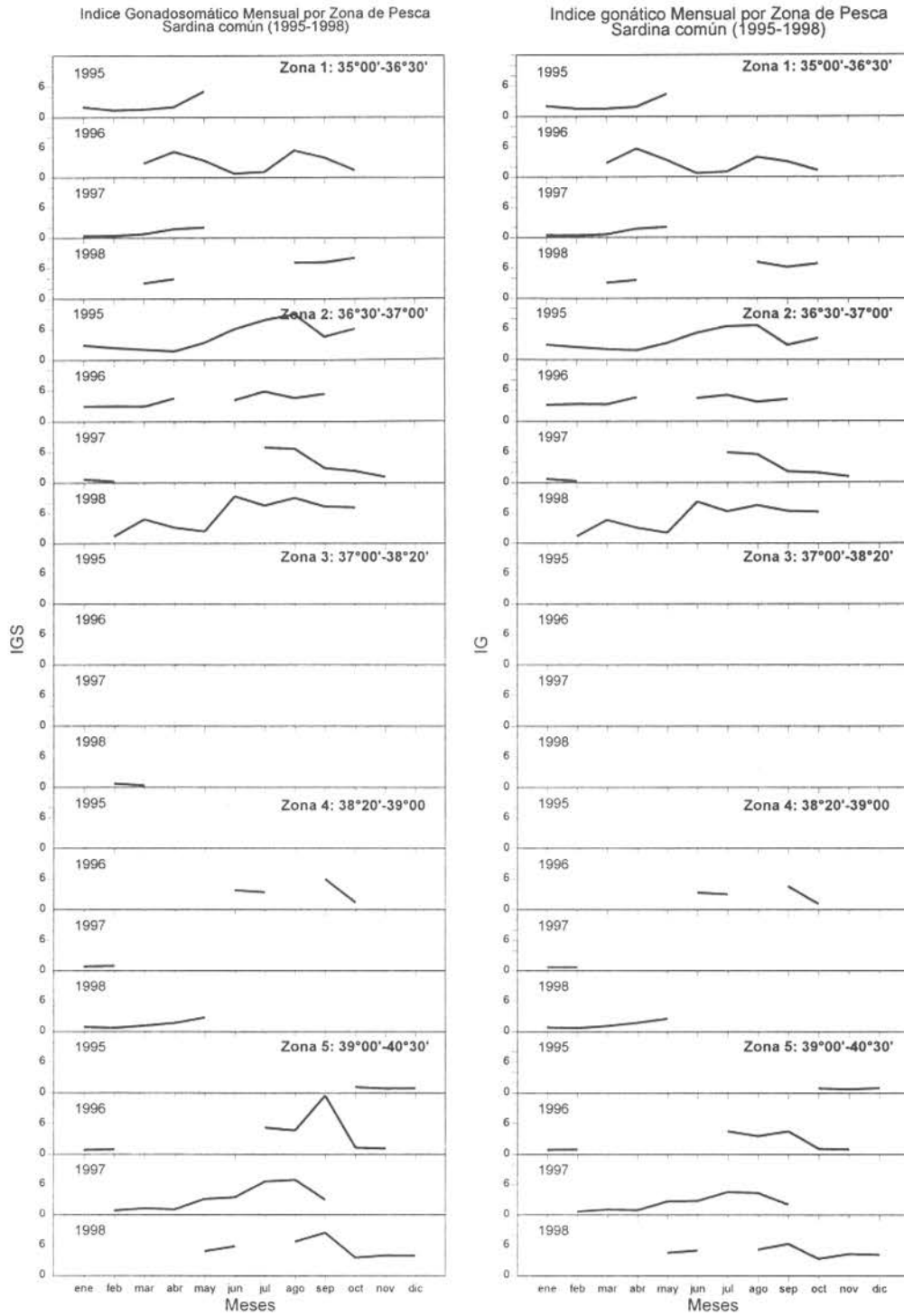


Figura 18. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) y índice gonádico (IG) de la sardina común por zonas (1995-1998)

Anchoveta

El IGS para la anchoveta en general presenta una tendencia a la disminución desde enero hasta marzo en todas las zonas y años, para permanecer en esta condición durante al menos dos meses en el año (abril-mayo). Comenzado el invierno (**Figura 19**) sus niveles se elevan permaneciendo en condición reproductiva hasta noviembre. Los valores máximos de IGS registrados superan el 4% en todos los casos pudiendo observarse en algunos años valores mayores al 6% como es el caso de la zona 2 en los años 1995 y 1998. A partir del mes de diciembre comienza a observarse el descenso del IGS entrando a un período de reposo reproductivo. El año 1996 destaca porque los valores de IGS disminuyen antes del comienzo del verano para las zonas 1 y 2, sin embargo la reducida información de las zonas 4 y 5 señalan que los individuos se encuentran todavía en alta actividad reproductiva.

En relación al IG, estos muestran similar tendencia en comparación al IGS, observándose los valores que marca el período reproductivo por sobre el 3%.

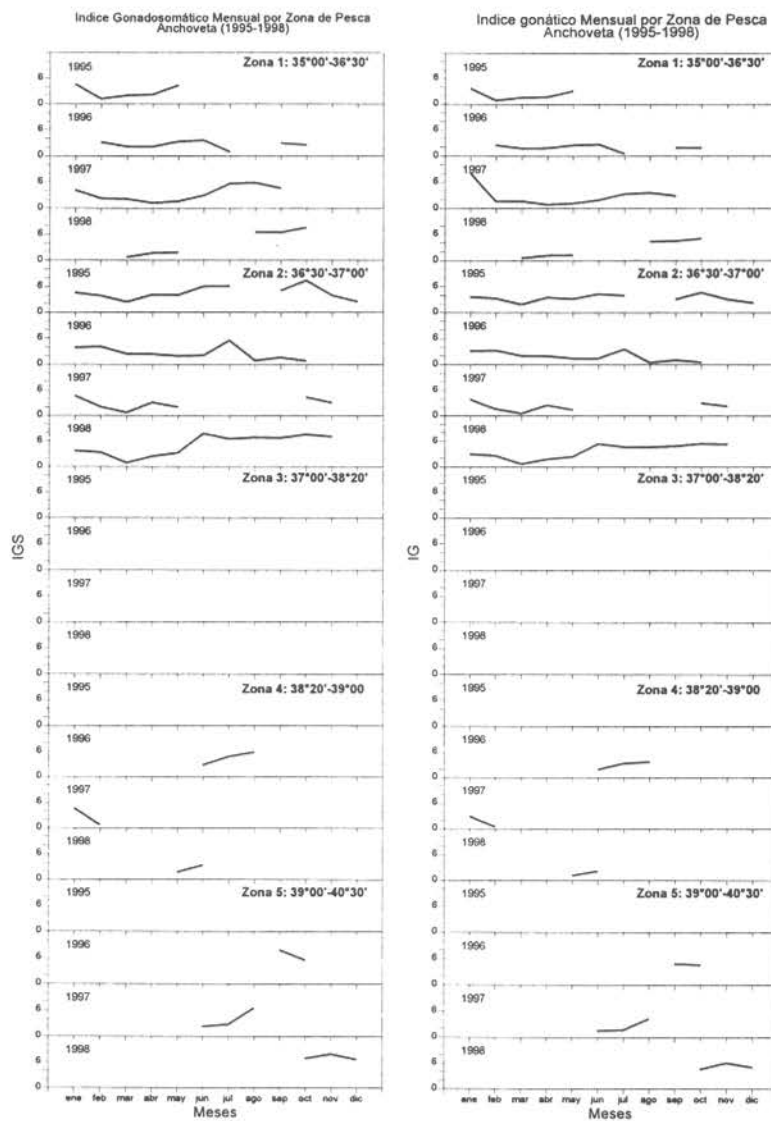


Figura 19. Variación mensual del índice gonadosomático (IGS) y del índice gonádico (IG) en la anchoveta por zonas de pesca (1995-1998)

Seguimiento del IGS y IG durante el período de veda reproductiva de 1998

Distribución de los índices reproductivos IGS y IG

Con la finalidad de identificar cual era el estado de la actividad reproductiva en ambas especies, se cuantificaron el índice gonadosomático (IGS) y gonádico (IG). Estos índices mostraron altos valores en casi todas las tallas y zonas siendo levemente menores en la X-Región, especialmente para la sardina común (muy superiores a 6%) Ambos recursos por lo

tanto se encontraban en actividad reproductiva en el mes de agosto y en el caso de la sardina común se puede señalar que este recurso estaba en su máximo período de desove (Figura 20).

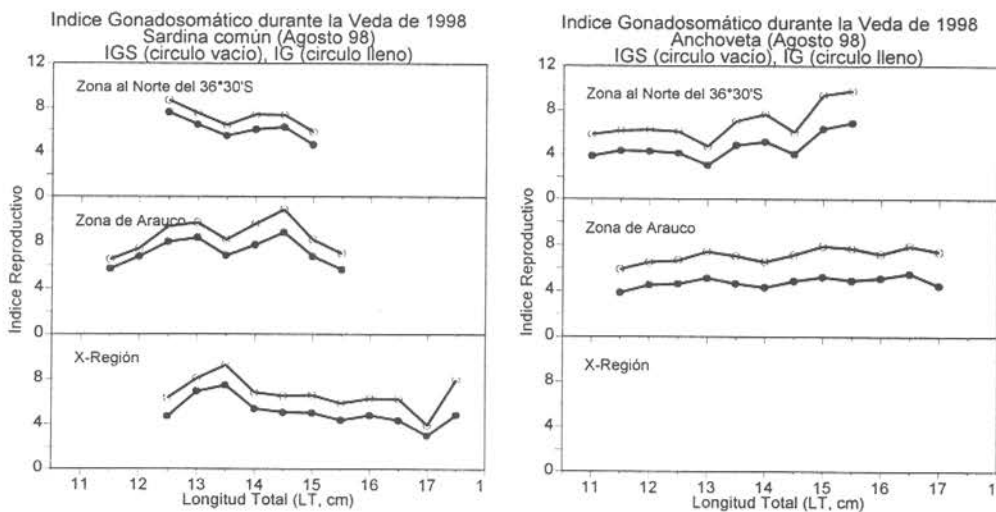


Figura 20. Distribución espacial (por zonas) del IGS y IG durante veda reproductiva de 1998

Seguimiento del IGS y IG durante el período de veda reproductiva de 1999

Evolución semanal del IGS promedio y ponderado para sardina común y anchoveta durante el período mayo 1999 - septiembre 1999

Los IGS promedio para ambos recursos muestran valores en torno al 5% o superiores, lo que da cuenta de una mantención de la actividad reproductiva principalmente en la anchoveta, incluso alcanzando niveles de 8% en las primeras semanas de septiembre (Figura 21). La leve baja observada en la semana 17 en la sardina y en la anchoveta, fue principalmente debido al corrimiento observado en la estructura de tallas de los recursos.

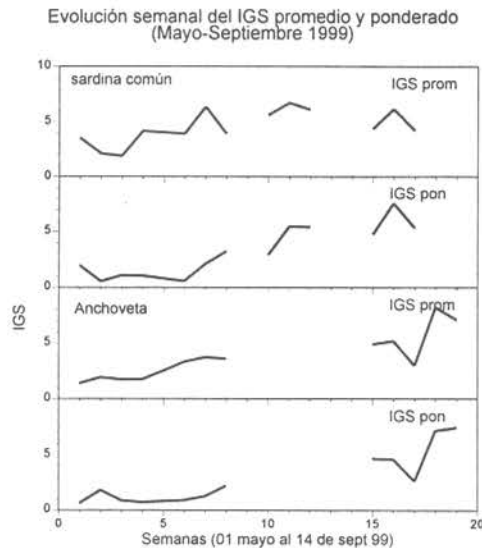


Figura 21. Evolución semanal del IGS promedio y ponderado de ambos recursos (mayo-septiembre)

Distribución de los índices reproductivos IGS

Tanto en la sardina común como en la anchoveta los máximos valores de IGS se registraron hacia las tallas de mayor tamaño y se incrementaron en estas fracciones particularmente durante el período del 16 al 22 de agosto.

Sardina común

En la sardina común, este índice se mantuvo para las tallas mayores entre los días 23 y 29; sin embargo se observa un descenso leve para las tallas entre 10 y 13 cm LT. Durante septiembre, como se mencionó anteriormente no se observó presencia de esta especie en los muestreo (**Figura 22**).

Anchoveta

La actividad reproductiva que se observó en la anchoveta se situó en un amplio rango de tallas, observándose los valores más altos de IGS a medida que la longitud total (LT) fue aumentando (**Figura 22**).

En relación a la evolución semanal podemos observar en septiembre que la anchoveta alcanzó valores de IGS mucho mayores en comparación a agosto.

Esto indica que este recurso estaba alcanzando su máxima estación de desove. Cabe recordar, que se conoce claramente que este recurso tiene altos índices de desove a partir de septiembre y hasta noviembre.

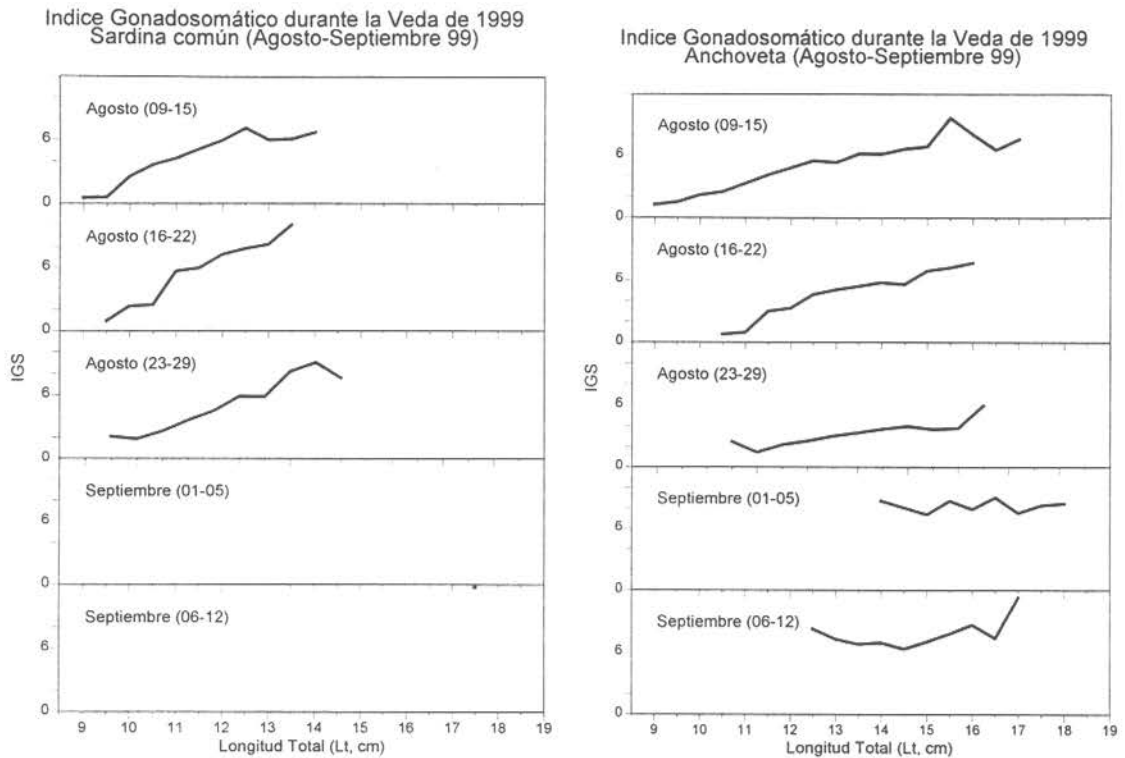


Figura 22. Índice gonadosomático semanal por rango de tallas de sardina común y anchoveta

Caracterización de los folículos postovulatorios en sardina común y anchoveta para la zona de estudio

La sardina común y la anchoveta son desovadores múltiples con desarrollo asincrónico de los ovocitos, apareciendo simultáneamente ovocitos con distintos estadios de desarrollo en ovarios reproductivamente activos. Durante la temporada de desove, el desarrollo del ovocito es un proceso continuo que involucra todos los estadios, con tandas que fluctúan entre 6 y 12 días durante la época de máximo desove. Cada hembra promedio de anchoveta desova cerca de 20 veces por año, aunque en el interior del ovario sólo existen 3 a 4 tandas potenciales en que están incluidos todos los ovocitos (Hunter y Leong, 1981).

En la sardina común, probablemente se produce un menor número de desoves, debido a que su período de actividad reproductiva es más acotado con respecto a la anchoveta. De acuerdo a lo anterior, queda establecido que la fecundidad por temporada de desove es indeterminada, por temporada y su valor final dependerá de diversos factores.

El desarrollo y maduración de ovocitos en teleosteos, se ha subdividido en varios estadios, estableciéndose con claridad en términos generales cuatro tipos de ovocitos que caracterizan el comportamiento reproductivo de los peces, destacándose ovocitos sin vitelo, ovocitos parcialmente vitelados, ovocitos vitelados e hidratados.

La hidratación se presenta cuando el núcleo ha completado su migración hacia el polo animal y los glóbulos de vitelo han comenzado a unirse formando placas compactas de vitelo. El núcleo en el ovocito hidratado no es visible, porque después que éste ha llegado al polo animal la membrana nuclear se desintegra, dispersando su contenido en el citoplasma. Durante la hidratación todos los glóbulos de vitelo se unen en placas y el ovocito se agranda, extendiéndose las capas de células de la granulosa y teca. En este momento las células de la granulosa aparecen largas, conformando finos rectángulos, las células teca son planas, con apariencia fibrosa y la zona radiata es delgada y sin estriaciones. Los ovocitos hidratados forman el grupo más efímero ya que este estadio por lo general permanece menos de un día, mientras que los otros estadios están casi siempre presentes en los ovarios reproductivamente activos. El núcleo migratorio puede ser visto 24 horas antes de la ovulación, pero los ovocitos hidratados en los cuales todos los glóbulos se han unido

formando placas de vitelo no aparecen hasta 12 horas antes del desove, por lo general la mayoría de los ovocitos hidratados son ovulados.

Folículo postovulatorio (FPO)

Cada ovocito está rodeado por un folículo alargado y fino, una capa epitelial de células granulosas y una única capa externa de tejido conectivo de células tecales, con algunos capilares sanguíneos. Durante la ovulación, los ovocitos completamente hidratados son liberados desde sus folículos. El folículo no se fragmenta, manteniéndose en el ovario como un folículo vacío o folículo postovulatorio. El desove ocurre simultáneamente con la ovulación. En principio, el folículo postovulatorio es una estructura distinta, pero se deteriora rápidamente y es reabsorbido. En la anchoveta, 48 horas después de la ovulación, los FPO no pueden distinguirse con seguridad de los estadios intermedios de ovocitos atrésicos.

Para usar los folículos postovulatorios en la estimación de la frecuencia de desove es necesario dividir el proceso de deterioración y reabsorción del folículo en series de diferentes estadios microscópicos, cada uno con una edad asignada (tiempo desde el desove).

La estructura de los ovarios de anchoveta obedece al esquema general reconocido en los teleosteos. Es así como las descripciones de la anchoveta de California (*Engraulis mordax*) son similares a la anchoveta de Chile (*Engraulis ringens*).

Los FPO nuevos de la anchoveta y la sardina común presentan las siguientes características en común: una forma enrollada sobre sí misma con muchos repliegues y curvas, el lumen contiene algún material granular o particulado, una capa definida de células granulosas ordenadas linealmente de forma cuboidal o columnar que tienen un núcleo prominente, una capa definida de tejido conectivo en la teca con capilares sanguíneos y no hay degeneración de folículo.

Las diferencias son menores y se relacionan con el alargamiento de las células columnares, siendo ligeramente más altas en la sardina común.

Edad día 0 en folículos postovulatorios nuevos

En esta edad están incluidos aquellos folículos postovulatorios nuevos evacuados de 0 a 23 horas de edad.

En las primeras horas no muestran signos de degeneración aparente pero pueden sufrir cambios estructurales. Durante la ovulación, cuando el folículo colapsa las capas celulares aparecen como cordones, formando repliegues o curvas. Las células de la granulosa, que se han estirado durante la hidratación, aparecen alargadas y angostas, con un gran núcleo prominente en el centro, la larga y delgada capa de la teca se engrosa y se vuelve más notoria. Después del desove, el folículo postovulatorio es una estructura replegada y curvada. Es relativamente grande, de forma irregular, con un lumen irregular que frecuentemente contiene granulos eosinófilos en la anchoveta de origen incierto. Las células de la granulosa son columnares o cuboidales y en algunos casos tienen una pequeña hipertrofia, estas células se acomodan ordenadamente a lo largo del borde del lumen con sus paredes celulares normalmente evidentes y un núcleo prominente y sano. El núcleo de las células de la granulosa pueden localizarse en la periferia o en la base de la célula.

La degeneración de los folículos postovulatorios comienza al parecer después de la 8-9 horas después del desove en anchoveta. El primer signo de degeneración es la presencia de unos pocos núcleos picnóticos en las células de la granulosa, seguido rápidamente por la migración de algunos linfocitos dentro del folículo postovulatorio, apareciendo al final unas pocas vacuolas en la capa de la granulosa.

Los FPO en degeneración en anchoveta y sardina común, presentan las siguientes características en común: la forma del FPO es más regular y menos enrollada sobre sí mismo que un FPO nuevo; presencia de lumen, aunque el tamaño puede ser reducido; degeneración de las células granulosas (núcleo picnóticos, pocas paredes de células, vacuolas usualmente presentes y falta de alineación del núcleo); capa de la teca identificable. La diferencia se relaciona con el grosor de la teca rodeando la granulosa, es decir, las células de la granulosa pueden ser ligeramente más grandes en la sardina común y se presenta mayor vacuolización en la anchoveta. Estas diferencias son secundarias al momento de estimar la frecuencia de desove.

Edad día 1 en folículos postovulatorios

La degeneración es pronunciada en folículos postovulatorios después de 24 horas de ocurrido el desove. El folículo postovulatorio se encuentra en regresión, se ha encogido y tiene pocos repliegues, por lo cual presenta una forma menos irregular que un FPO nuevo. El lumen está reducido, puede contener algún material granular menos que un FPO nuevo. Las células de la granulosa no tiene un alineamiento ordenado a diferencia de un FPO nuevo que si lo presenta. Algunas de las células de la granulosa son picnóticas, las vacuolas son comunes y sólo algunas paredes de células están intactas. La capa subyacente de células de la teca está presente aunque menos clara que el FPO día 0.

Folículos postovulatorios mayores de 48 horas

La clasificación en estos folículos postovulatorios se dificulta por la alta degeneración y reabsorción y puede ser fácilmente confundido con estadios atrésicos. El tamaño del folículo postovulatorio de más de 48 horas se reduce a más de la mitad de los FPO de 24 horas, el lumen está muy reducido o ausente y no se observan gránulos eosinófilos. Las paredes celulares están ausentes en el tejido remanente de la capa granulosa y pueden verse aún algunas vacuolas o núcleos picnóticos. La teca está presente pero a menudo no se distingue porque está incorporada dentro del tejido conectivo del ovario. El número de FPO después de 48 horas es menor, debido a la reabsorción y desarrollo de ovocitos de la próxima tanda. Se estima que de 3 a 4 días después del desove todos los FPO han sido reabsorvidos.

La persistencia de los FPO en el ovario, al parecer, son similares en la anchoveta y sardina común, teniendo en consideración que estas especies desovan a temperaturas y épocas parecidas.

De acuerdo a lo anterior los criterios para clasificar por edad los folículos postovulatorios se basan en los diferentes estadios de degeneración por los que atraviesan, la definición de éstos se llevó a cabo en base a criterios discretos de las características citológicas y morfohistológicas, a continuación se entrega la caracterización de los folículos postovulatorios para la sardina común, complementada con fotomicrografías (**Tabla 8**):

Tabla 8. Caracterización histológica de los folículos postovulatorios (F.P.O.) de sardina común (*S. bentincki*, Hunter y Goldberg (1980), modificado)

F.P.O. nuevos de día 0 (< 24 h)

Folículos postovulatorios nuevos que no muestran signos de degeneración. Estructura de forma irregular formada por una columna epitelial bien organizada con numerosas involuciones. Adyacente a las células foliculares se ubica la lámina de células tecales conectivas que pueden verse como una prominente capa. El lumen es amplio e irregular (**Figura 23**).

F.P.O de día 1 (>24 y < 48 h.)

Folículos postovulatorios en regresión, mostrando signos de degeneración. Son más pequeños que los folículos postovulatorios nuevos, el cual se ha contraído sobre sí mismo. Presencia de células foliculares con citoplasma vacuolado y núcleo picnótico, cuyas paredes no son claramente distinguibles. La disposición lineal de las células se mantiene. La lámina tecal se destaca claramente. El lumen es estrecho e irregular (**Figura 24**).

F.P.O de día 2 (> 48 h)

Folículos postovulatorios con marcada degeneración celular. De menor tamaño que el folículo postovulatorio de día 1. Epitelio folicular desorganizado, perdiendo la disposición lineal de sus células, las cuales se presentan en avanzado estado degenerativo, de forma irregular, con citoplasma vacuolado y núcleo picnótico. Lámina tecal desarrollada. El lumen está ocluido (**Figura 25**).

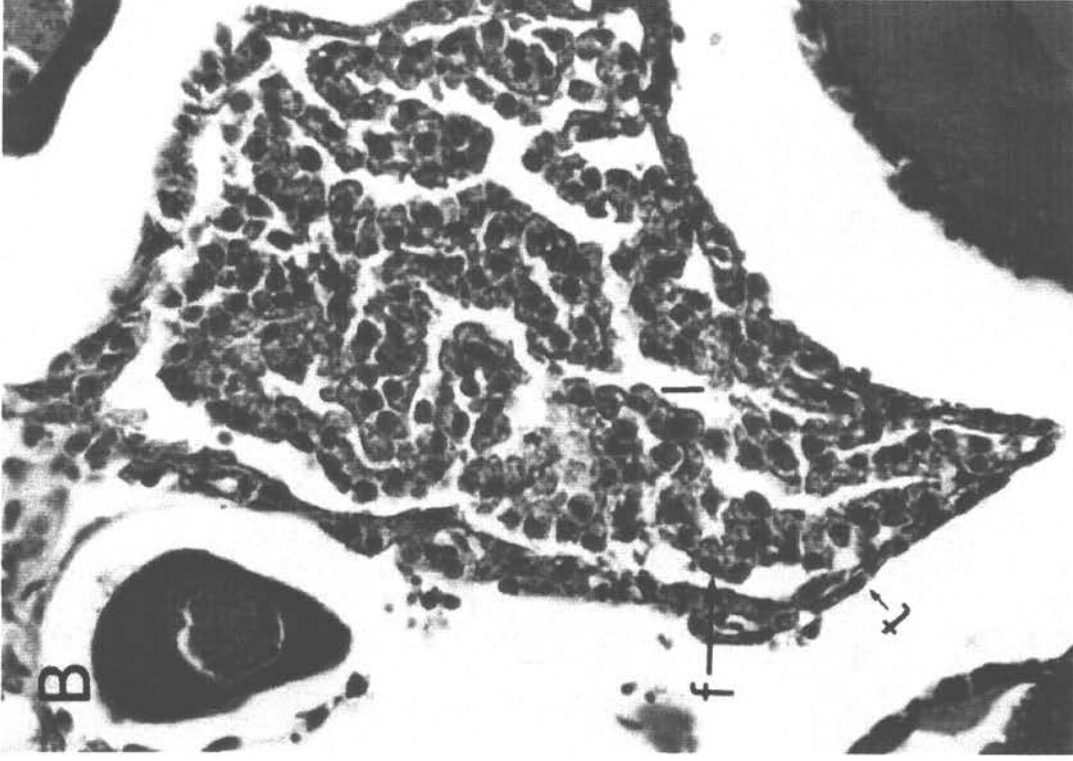
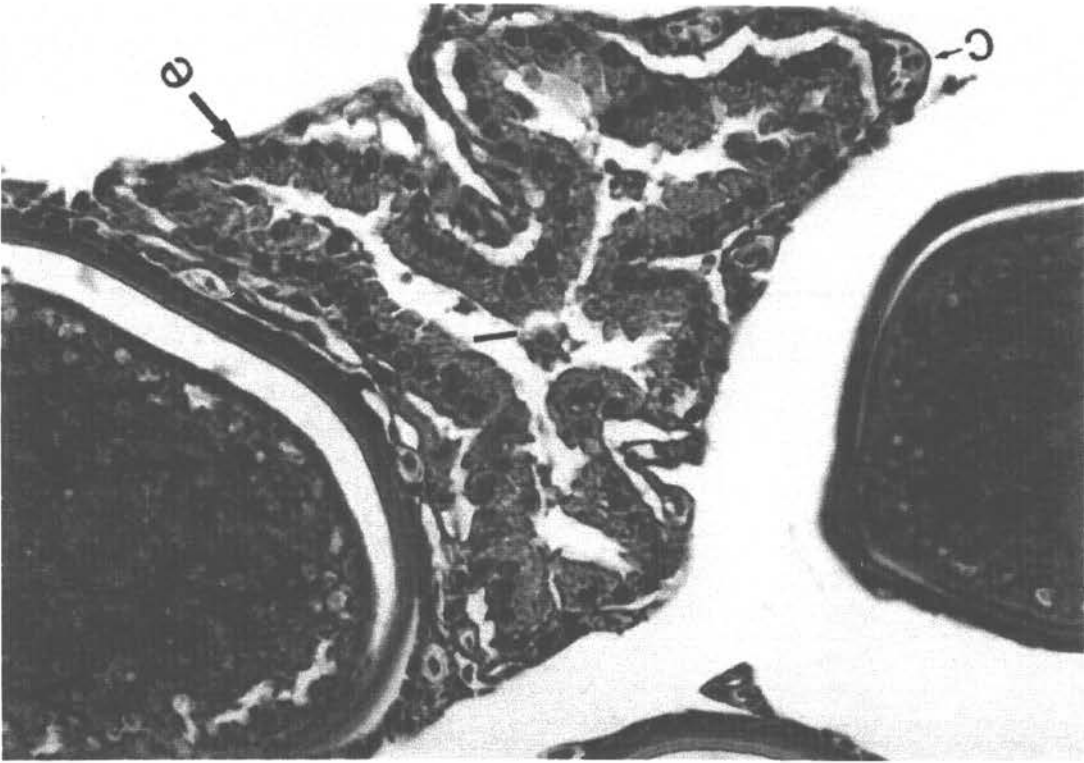


Figura 23. Sardina común (Fotografías A y B). Folículo Postovulatorio Nuevo de día 0. Folículos Nuevos que no muestran signos de degeneración. (e: Epitelio Follicular; f: Célula Follicular; l: Lúmen; c: Capilar Sanguíneo)

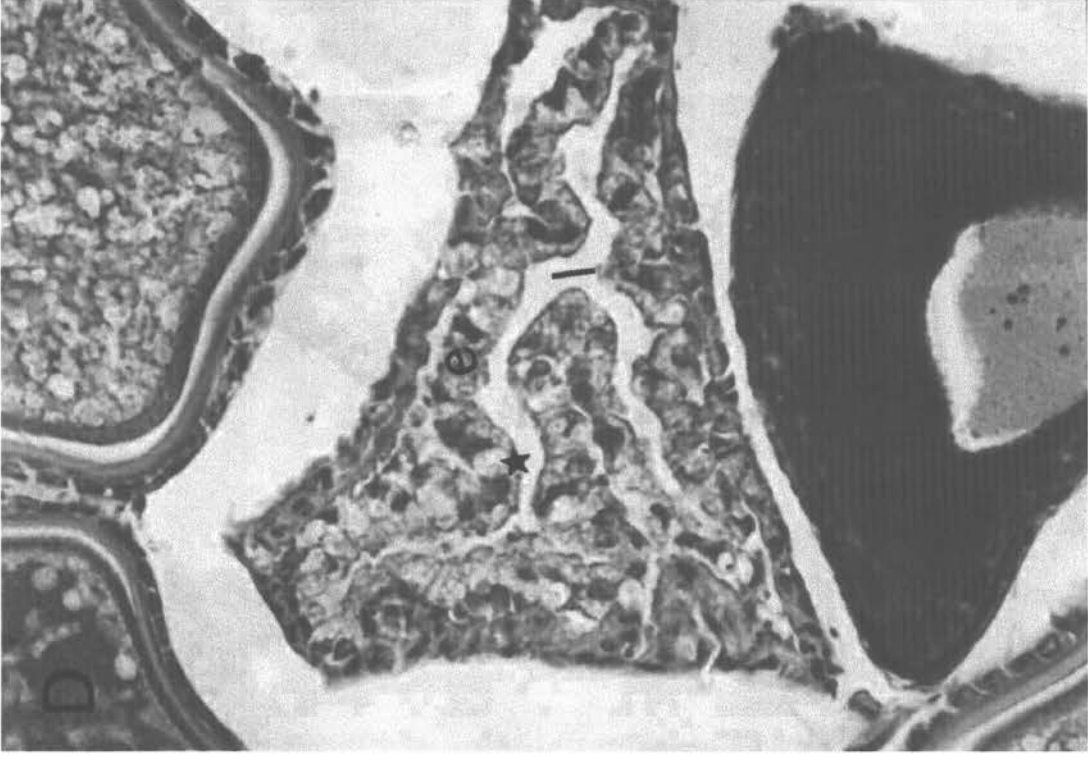
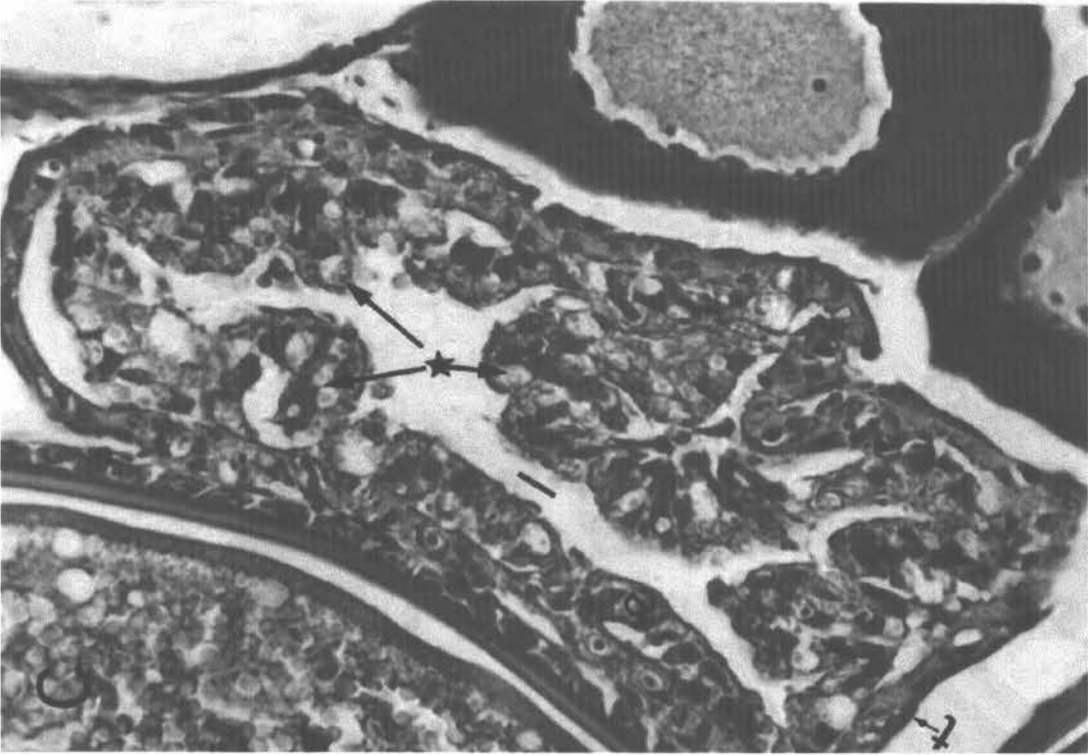


Figura 24. Sardina común (Fotografías C y D). Folículo Postovulatorio de día 1. Folículo Postovulatorio en regresión con signos de degeneración. (e: Epitelio Folicular; t: Capa Tecal; l: Lúmen; estrella: Vacuola)

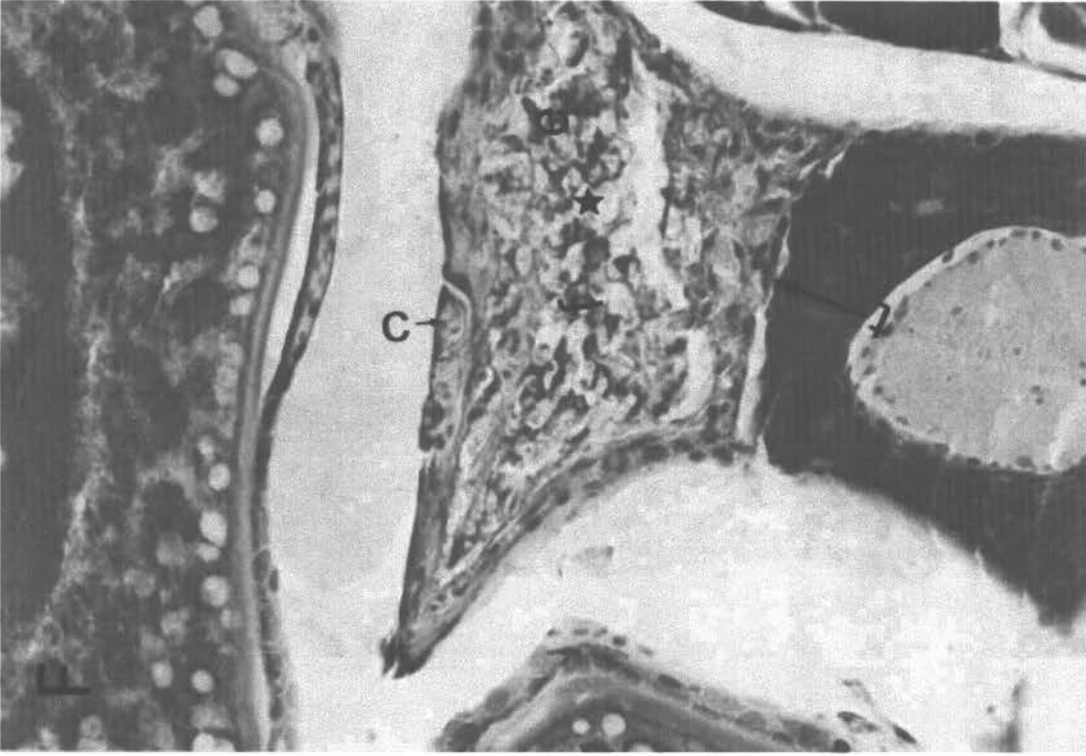
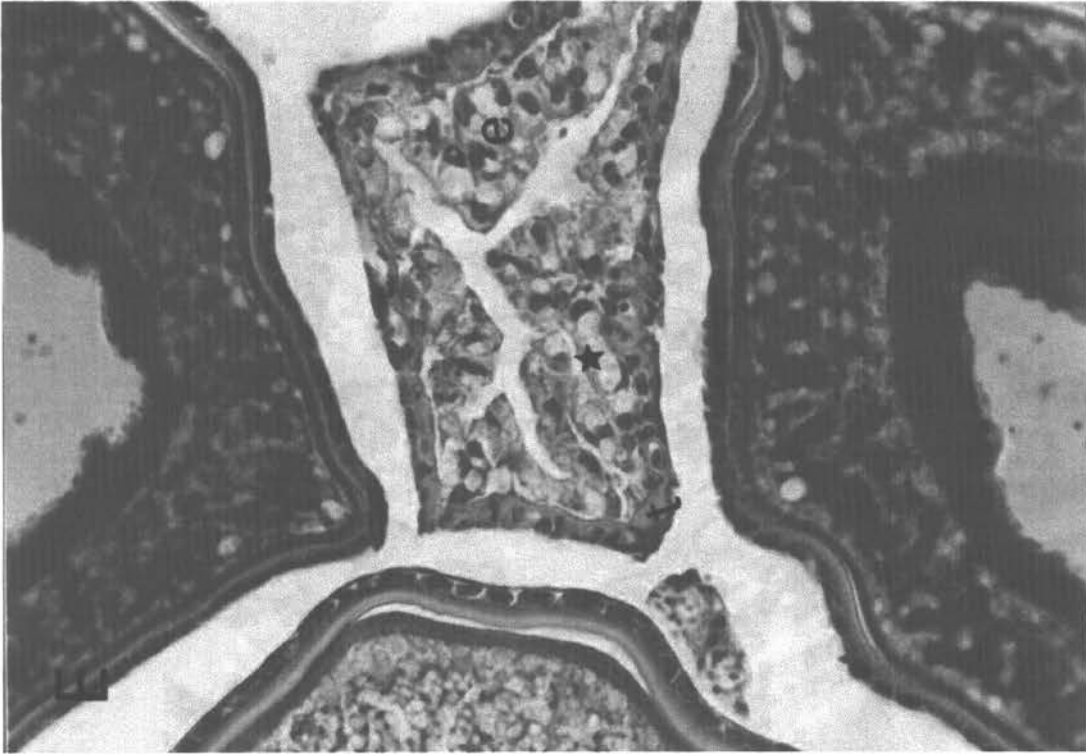


Figura 25. Sardina común (Fotografías E y F). Folículo Postovulatorio de día 2. Folículo Postovulatorio con marcada degeneración celular. (e: Epitelio Follicular; f: Células Folliculares; t: Capa Tecal; estrella: Vacuola; c: Capilar Sanguíneo)

Epoca reproductiva

El seguimiento reproductivo de la sardina común y anchoveta permitió definir la época de desove, entregando antecedentes claves para la futura aplicación del "Método de Producción de Huevos". La variación de la condición reproductiva se determinó a través del análisis de la distribución mensual de los estadios de madurez de los ovarios, aplicando la escala microscópica específica basada en los criterios señalados por Wallace y Selman (1981); Selman y Wallace (1989) para peces teleosteos; Hunter y Macewicz (1985), modificada para hembras de sardina común y anchoveta. Los especímenes se coleccionaron entre la V y X Regiones, analizándose microscópicamente 7.825 hembras de las cuales el 43% correspondió a sardina común y el resto al recurso anchoveta. Cabe mencionar, que en San Antonio se observó una baja significativa en los desembarques, coleccionando muestras solo en forma parcializada.

Sardina común

El análisis histológico de los ovarios de la sardina común, indicó que entre noviembre de 1997 y abril de 1998, este recurso se encontró en reposo sexual relativo, presentando un alto porcentaje de ejemplares inmaduros (85%), con una baja actividad y una importante presencia de atresia ovárica (Tablas 9 y 10).

Tabla 9. Sardina común. Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX). Comprende la V a X regiones

1997-1998	ESTADIOS DE MADUREZ									MADUROS (%)
	(%)									
MESES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	(III AL IX)
OCTUBRE	0	15	35	43	2	1	0	5	0	85
NOVIEMBRE	0	87	2	9	0	0	0	1	0	13
ENERO	28	68	3	0	1	0	0	0	0	5
FEBRERO	8	79	4	2	3	2	0	1	0	13
MARZO	0	61	11	8	9	2	0	10	0	39
ABRIL	7	83	6	3	0	0	0	0	0	10
MAYO	0	9	36	49	6	0	0	0	0	91
JUNIO	0	4	7	40	44	4	0	1	0	96
JULIO	0	0	2	18	35	25	0	20	0	100
AGOSTO	0	0	4	16	46	10	2	21	1	100
SEPTIEMBRE	0	0	0	10	46	37	0	7	0	100
OCTUBRE	0	0	0	4	64	28	0	4	0	100

Tabla 10. Sardina común. Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX)

a) Zona de San Antonio (32°11'S- 34° 50'S)

1998	ESTADIOS DE MADUREZ (%)									MADUROS (%)
MESES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	(III AL IX)
AGOSTO	0	0	5	51	36	1	0	8	0	100
SEPTIEMBRE	0	0	0	10	46	37	0	7	0	100
OCTUBRE	0	0	0	4	64	28	0	4	0	100

b) Zona de Talcahuano (34°51'S - 38°30'S)

1997-1998	ESTADIOS DE MADUREZ (%)									MADUROS (%)
MESES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	(III AL IX)
OCTUBRE	0	19	42	36	0	1	0	2	0	81
NOVIEMBRE	0	76	5	16	1	0	0	1	1	24
ENERO	30	63	3	0	2	1	0	1	0	6
FEBRERO	15	45	1	9	14	12	0	4	0	40
MARZO	0	19	16	17	21	3	0	23	0	81
ABRIL	16	70	7	7	0	0	0	0	0	14
MAYO	0	54	23	23	0	0	0	0	0	46
JUNIO	0	6	0	94	0	0	0	0	0	94
JULIO	0	0	2	22	40	12	0	24	0	100
AGOSTO	0	0	1	10	52	12	2	22	1	100

c) Zona de Valdivia (38°31'S - 41°00'S)

1997-1998	ESTADIOS DE MADUREZ (%)									MADUROS (%)
MESES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	(III AL IX)
OCTUBRE	0	3	8	68	8	0	0	14	0	97
NOVIEMBRE	0	97	0	3	0	0	0	1	0	3
ENERO	24	73	3	0	0	0	0	0	0	3
FEBRERO	6	89	5	0	0	0	0	0	0	5
MARZO	0	93	7	0	0	0	0	0	0	7
ABRIL	5	86	6	2	0	0	0	0	0	9
MAYO	0	3	38	53	6	0	0	0	0	97
JUNIO	0	4	8	33	50	4	0	1	0	96
JULIO	0	0	0	2	11	85	0	2	0	100
AGOSTO	0	0	23	8	30	10	0	29	0	100

El proceso reproductivo se inició en mayo, extendiéndose hasta octubre, visualizándose un período de máximo desove en julio-agosto, debido a la mayor presencia de los estadios VII y VIII (Figuras 26, 27, 28, 29).

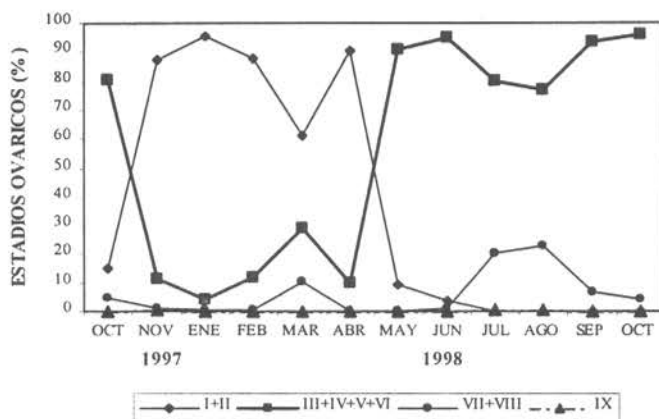


Figura 26. Estadios microscópicos de madurez sexual en la sardina común (4 diferentes zonas de estudio en 1997-1998)

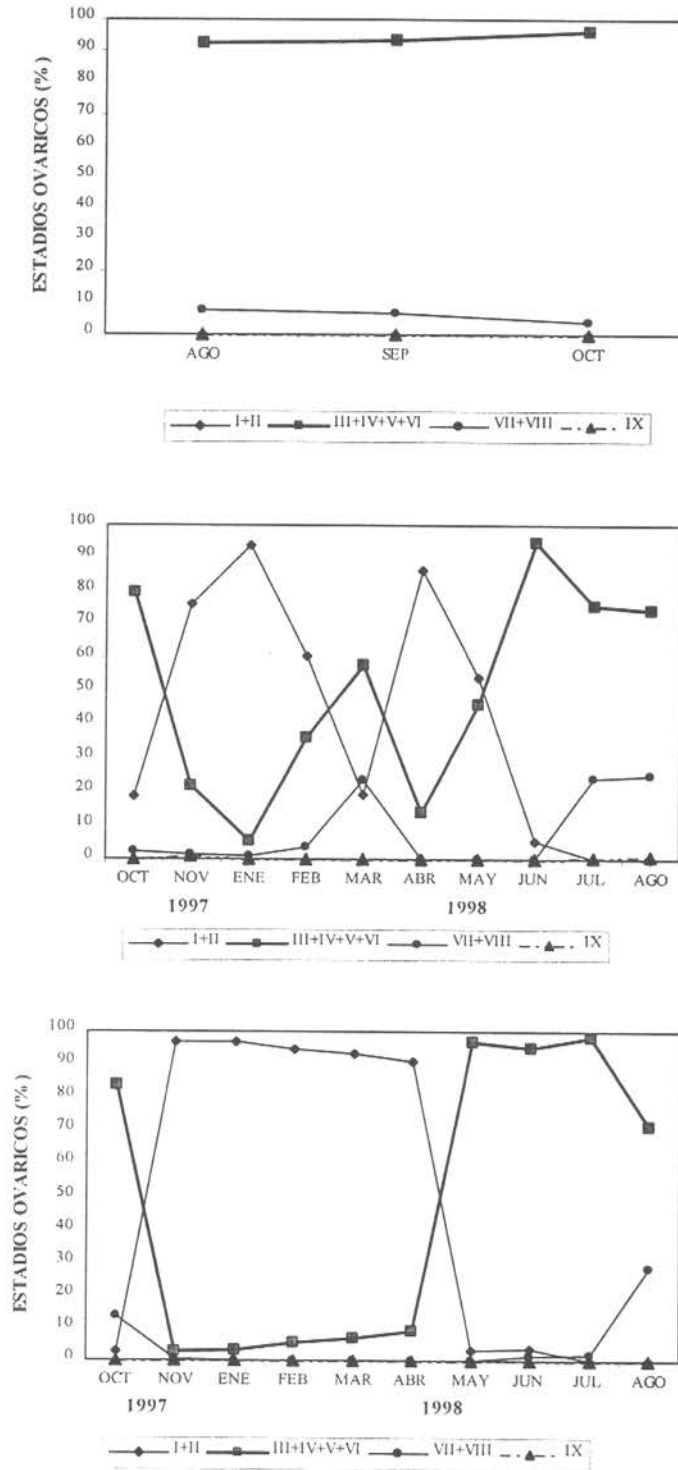


Figura 27. *Sardina común*. Estadios microscópicos de madurez sexual. a) San Antonio, b) Talcahuano y c) Valdivia

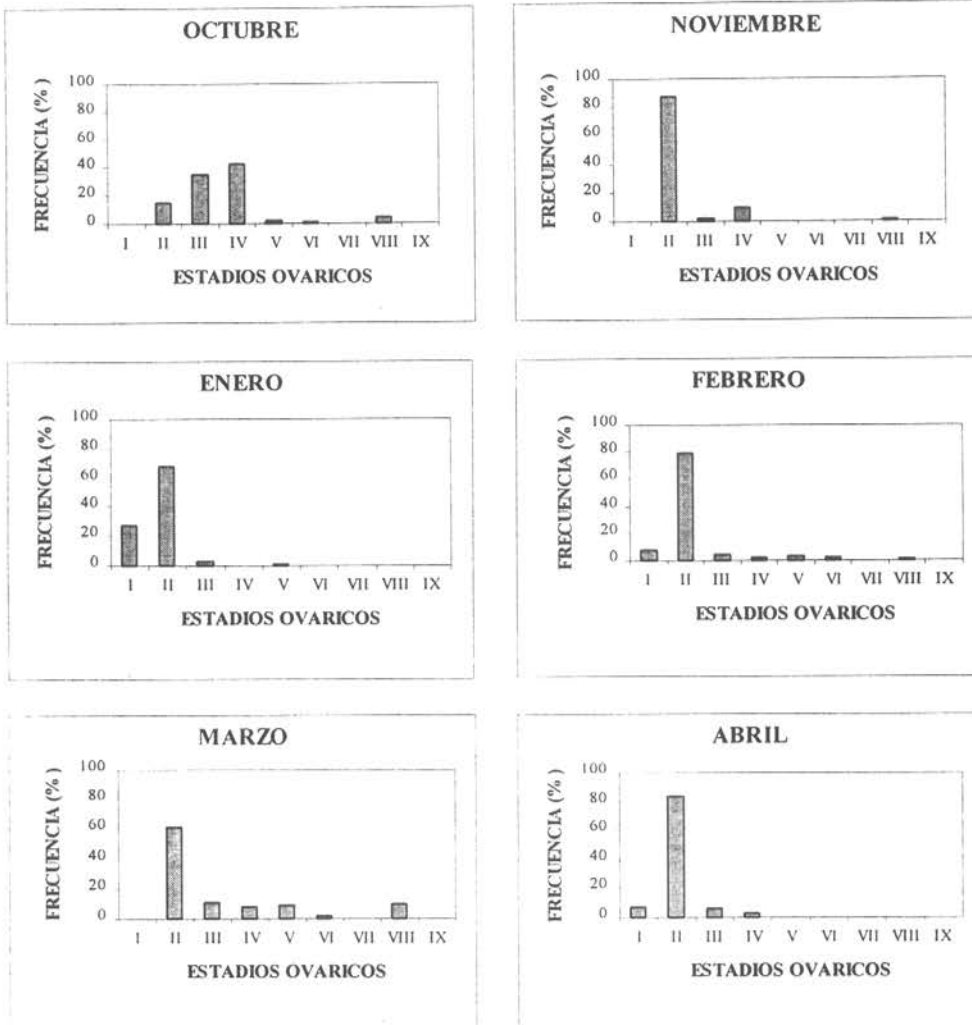


Figura 28. **Sardina común.** Estadios ováricos en la zona V a X Región (octubre 1997 a abril 1998)

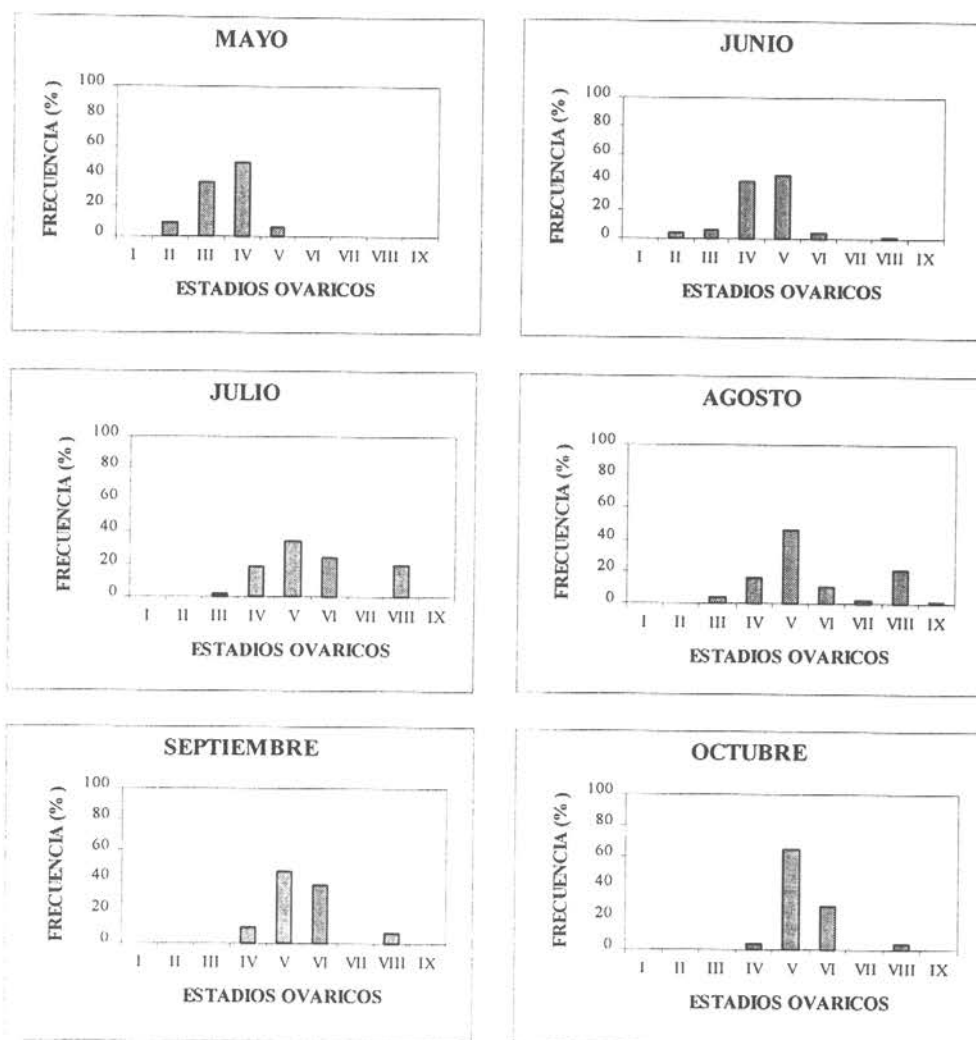


Figura 29. Sardina común. Estadios ováricos en la zona V a X Región (mayo a octubre de 1998)

Estos resultados coinciden con el análisis del índice gonadosomático, el cual indicó que el máximo período reproductivo de la sardina común ocurrió entre julio y septiembre (Figura 30). Se destaca a su vez la similitud de los valores medios obtenidos respecto del promedio mensual histórico del recurso para el período 1979-1996 (Fuente: bases de datos seguimiento pesquerías pelágicas zona centro-sur, IFOP)

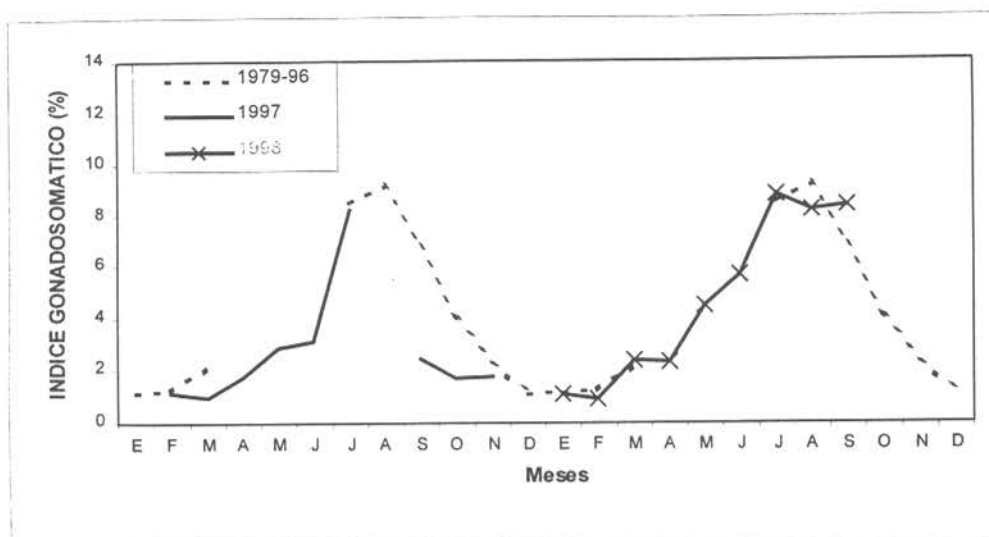


Figura 30. Índice gonadosomático de la sardina común en la zona centro-sur (1979 -98)

Anchoveta

La anchoveta presentó una actividad reproductiva de mayor amplitud que la sardina común, observándose un proceso intenso entre octubre de 1997 y febrero de 1998, con un 92% de hembras maduras, condición corroborada por la presencia de ovocitos vitelogénicos, hidratados y folículos postovulatorios, declinando a partir de marzo, visualizándose en abril el reposo sexual relativo, con una alta incidencia de anchovetas inmaduras (82%) (Tablas 11 y 12).

Tabla 11. **Anchoveta.** Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX). Comprende la V a X regiones

MESES	ESTADIOS DE MADUREZ (%)									MADUROS (%) (III AL IX)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
OCTUBRE	0	6	4	57	6	4	4	20	0	94
NOVIEMBRE	0	5	25	40	11	1	0	15	2	95
DICIEMBRE	0	1	39	34	8	1	0	15	1	99
ENERO	4	7	17	38	12	3	0	15	4	90
FEBRERO	2	17	15	40	9	2	0	10	6	81
MARZO	2	31	15	26	7	4	0	7	8	67
ABRIL	6	76	5	5	0	0	0	0	7	18
MAYO	3	36	3	17	7	7	1	6	21	61
JUNIO	0	10	40	21	7	14	0	4	3	90
AGOSTO	0	0	4	16	17	33	0	29	0	100

Tabla 12. Anchoqueta. Frecuencia mensual (en porcentaje) del total de hembras con ovario virginal (I), inmaduro (reincidente, II), parcialmente vitelado (III), vitelado (IV), próximo a la hidratación (V), hidratado (VI), en desove (VII), postdesovante de tanda (VIII) y desovado (IX)

a) Zona de San Antonio (32°11'S- 34° 50'S)

MESES	ESTADIOS DE MADUREZ (%)									MADUROS (%)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	(III AL IX)
DICIEMBRE	0	1	39	34	8	1	0	15	1	99
ENERO	1	6	22	46	13	0	0	9	3	93
FEBRERO	0	11	20	36	13	0	0	12	7	89
MARZO	0	4	27	48	4	0	0	4	12	96
AGOSTO	0	0	12	42	37	4	0	5	0	100

b) Zona de Talcahuano (34°51'S - 38°30'S)

MESES	ESTADIOS DE MADUREZ (%)									MADUROS (%)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	(III AL IX)
OCTUBRE	0	0	0	66	9	3	0	22	0	100
NOVIEMBRE	0	7	29	36	12	1	0	13	3	93
ENERO	3	7	15	38	13	4	0	14	5	90
FEBRERO	1	24	5	41	12	1	0	9	6	75
MARZO	3	56	4	10	8	8	1	9	1	41
ABRIL	0	30	0	23	0	3	0	0	43	70
MAYO	3	36	3	17	7	7	1	6	21	61
JUNIO	0	6	30	18	6	32	0	6	2	94
AGOSTO	0	0	3	13	14	37	1	32	1	100

c) Zona de Valdivia (38°31'S - 41°00'S)

MESES	ESTADIOS DE MADUREZ (%)									MADUROS (%)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	(III AL IX)
OCTUBRE	0	10	6	52	4	4	6	18	0	90
NOVIEMBRE	0	1	13	52	8	3	0	23	1	99
ENERO	13	7	11	19	10	4	0	30	6	80
FEBRERO	6	17	16	42	3	3	0	8	6	78
MARZO	8	29	17	8	13	1	0	7	17	63
ABRIL	7	81	6	2	0	0	0	0	3	12
JUNIO	0	14	47	23	8	1	0	3	4	86

Posteriormente, en mayo comenzó el nuevo ciclo reproductivo, evidenciándose el pleno desove en agosto, con un 100% de hembras maduras (**Figuras 31, 32, 33 y 34**).

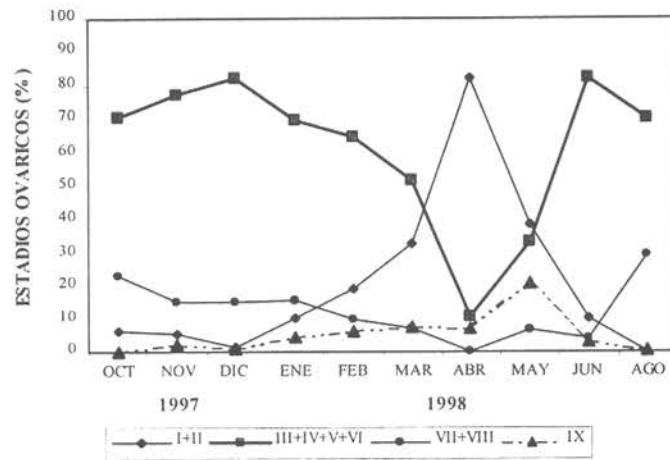


Figura 31. Anchoveta. Estadios microscópicos de madurez sexual (4 diferentes zonas de estudio en 1997-1998)

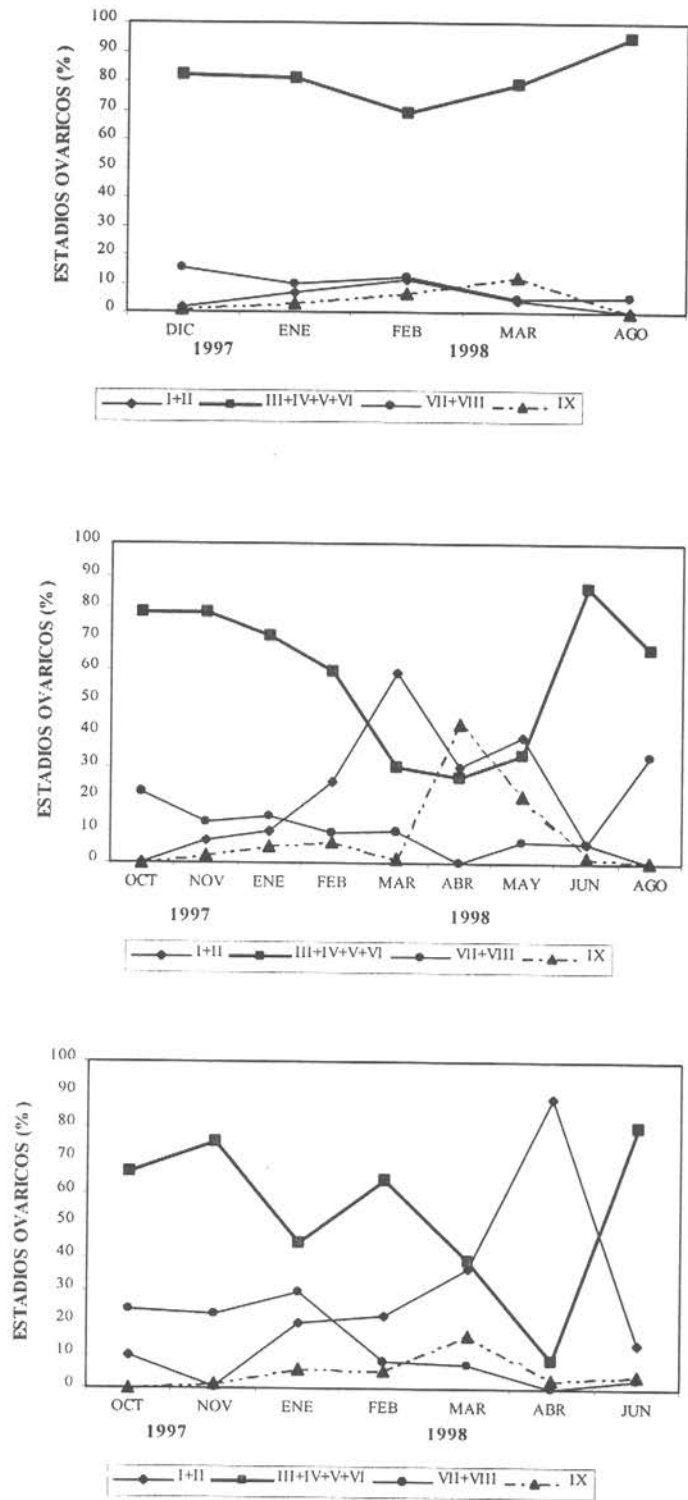


Figura 32. Anchoveta. Estadios microscópicos de madurez sexual. a) San Antonio, b) Talcahuano y c) Valdivia

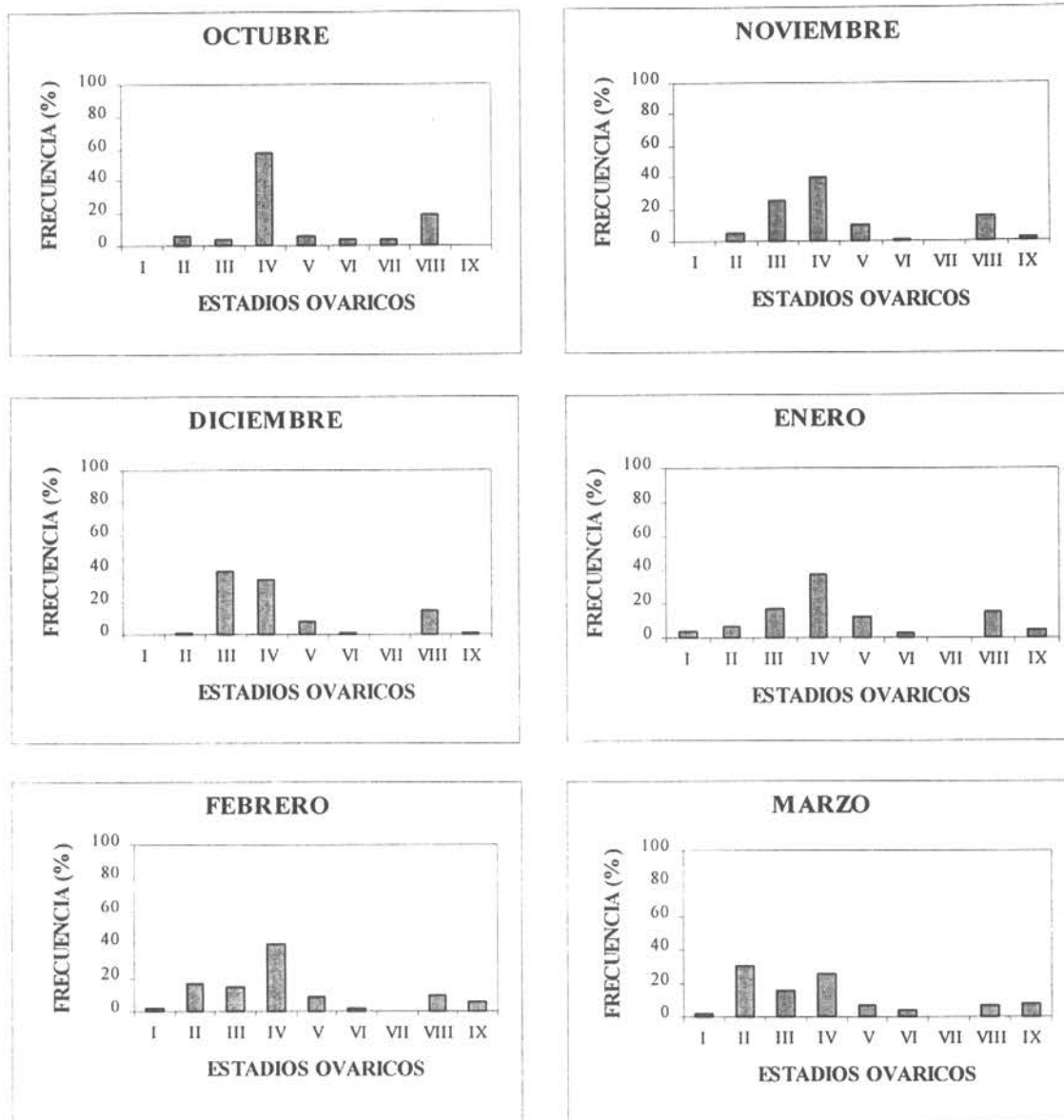


Figura 33. **Anchoveta**. Estadios ováricos en la zona V a X Región (octubre 1997 a marzo 1998)

El análisis por zonas de pesca no refleja claramente alguna diferencia temporal de la época de desove para ambas especies, observándose una alta similitud entre el análisis macroscópico, a través del índice gonadosomático obtenido históricamente a partir del seguimiento de la pesquería (data IFOP 79/96) y los resultados obtenidos con técnicas histológicas (**Figura 35**).

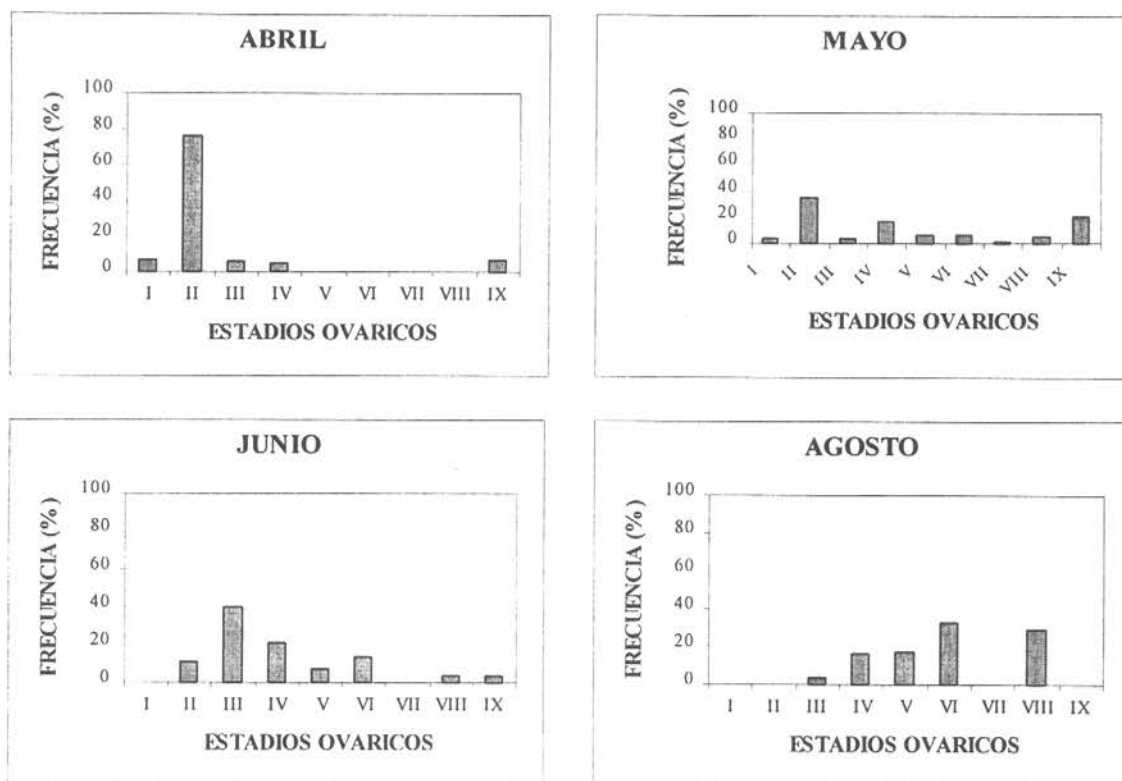


Figura 34. **Anchoveta.** Estadios ováricos en la zona V a X Región (abril a agosto 1998)

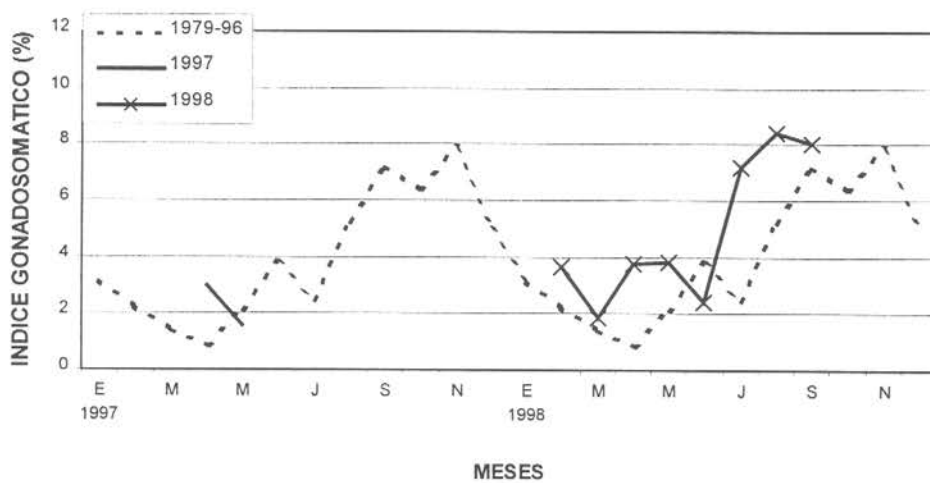


Figura 35. **Anchoveta.** Índice gonadosomático de la anchoveta en la zona centro-sur (1979 - 1998)

Fecundidad parcial en función del peso corporal en sardina común y el modelo de regresión correspondiente a esta relación

Peso promedio de hembras maduras

El peso total del cuerpo de hembras hidratadas, estadio que se caracteriza por el incremento temporal del peso producido por la retención de agua en el ovario, se calculó de acuerdo al ajuste obtenido de una ecuación lineal, estimada con aquellas hembras maduras de cada lance y que histológicamente no clasificaron como hembras hidratadas (Figuras 36 y 37).

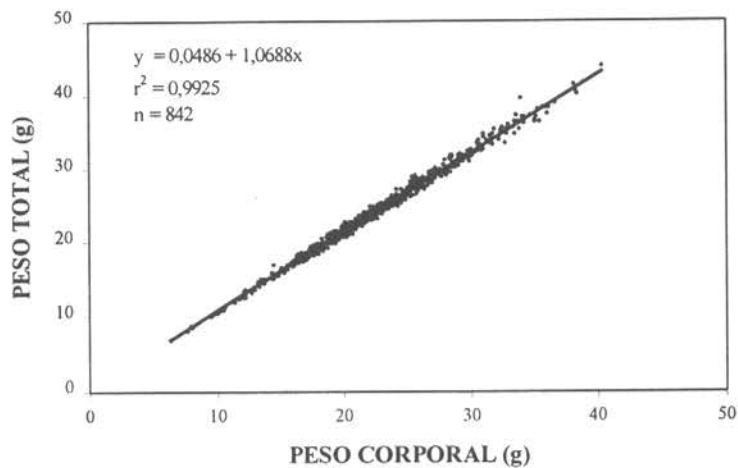


Figura 36. Regresión lineal entre el peso total y el peso corporal de hembras maduras de sardina común

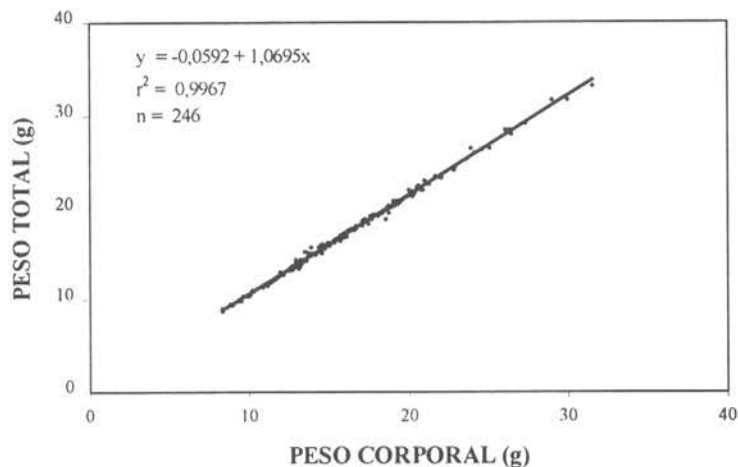


Figura 37. Regresión lineal entre el peso total y el peso corporal de hembras maduras de anchoveta

Sardina común

El peso promedio del cuerpo de las hembras maduras fluctuó entre 19,5 y 32,6 gramos. El peso promedio de hembras maduras en el área investigada fue de 25,1 gramos, con una varianza de 0,7097 y un coeficiente de variación de 0,0283.

Anchoveta

El peso promedio del cuerpo de las hembras maduras fluctuó de 12,6 a 21,4 gramos. El peso promedio de hembras maduras en el área investigada fue de 17,2 gramos, con una varianza de 0,8647 y un coeficiente de variación de 0,0503.

Fecundidad parcial en función del peso corporal y longitud total

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

Sardina común

La fecundidad parcial en función del peso corporal y la longitud total, para las 107 hembras hidratadas, analizadas por diferentes modelos se entrega en la **Tabla 13**.

Tabla 13. **Sardina común**. Resumen de los diferentes modelos de regresión ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal (g) y la longitud total (cm)

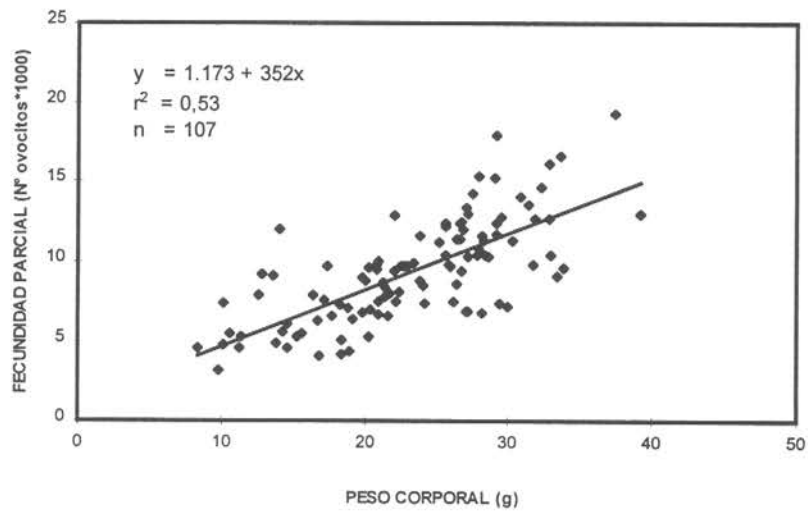
	AJUSTE LINEAL	EXPONENCIAL	POTENCIAL
	PESO CORPORAL		
a	1,17	8,15	6,57
b	352,11	0,04	0,81
n	107	107	107
r ²	0,53	0,55	0,53
S _a	788,33	0,09	0,23
S _b	32,61	0,003	0,07
S _{yx}	2.227,64	0,24	0,25
MSE	4.962.371	7.244.761	6.119.361

Tabla 13. continuación

	LONGITUD TOTAL		
a	-11,58	6,61	2,83
b	1.465,59	0,17	2,36
n	107	107	107
r²	0,43	0,48	0,48
S_a	2.356,88	0,25	0,64
S_b	164,11	0,02	0,24
S_{yx}	2.439,74	0,26	0,26
MSE	5.952.333	6.002.345	5.627.384

La fecundidad parcial en hembras hidratadas, cuyo tamaño fluctuó entre 10,5 y 17,0 cm, varió de 3.173 a 17.922 ovocitos hidratados por hembra (**Figura 38**). La fecundidad parcial promedio, estimada para todos los lances (fecundidad modal), fue de 9.212 ovocitos, con una varianza de 76.204 y un coeficiente de variación de 0,02997.

a)



b)

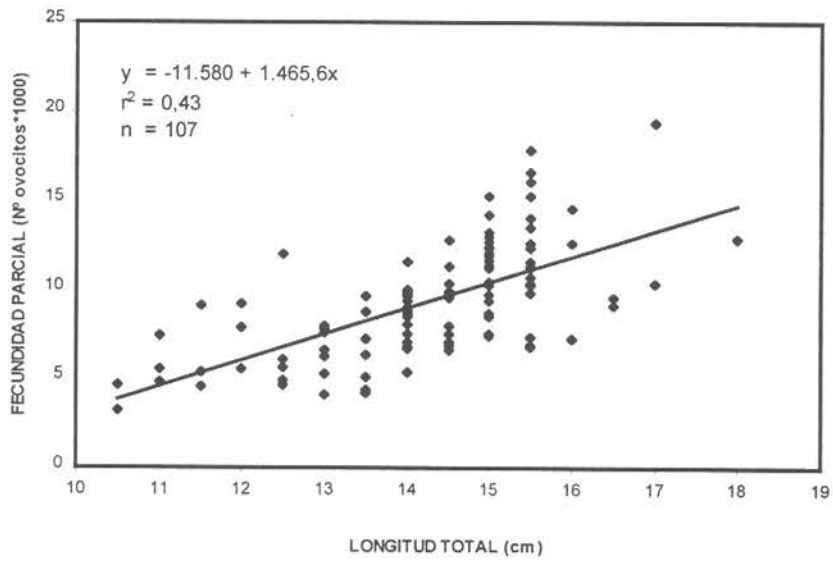


Figura 38. Hembras hidratadas de sardina común. Regresión lineal entre la fecundidad parcial y a) peso corporal (g), b) longitud total (cm)

Anchoveta

La fecundidad parcial en función del peso corporal y longitud total, para las 88 hembras hidratadas, analizadas por diferentes modelos se entrega en la **Tabla 14**.

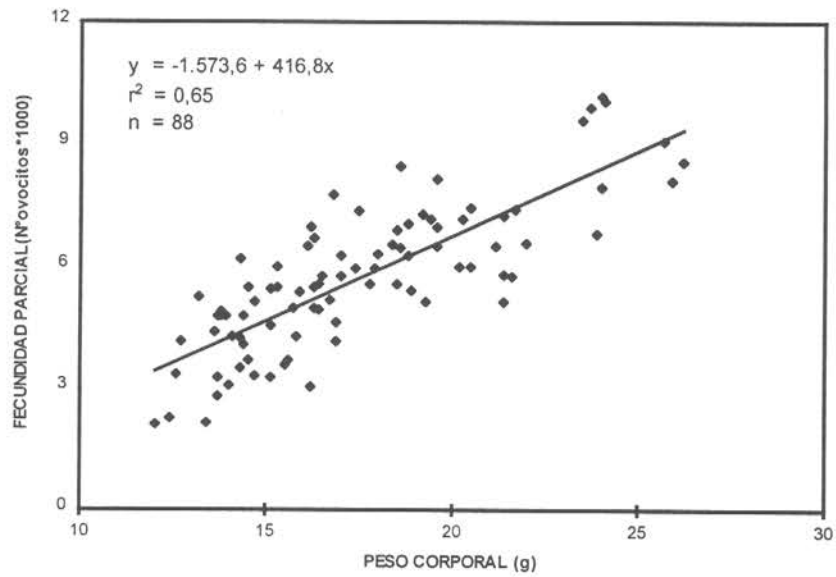
Tabla 14. Anchoveta. Resumen de los diferentes modelos de regresión ajustados entre la fecundidad parcial con el peso corporal (g) y la longitud total (cm)

	AJUSTE LINEAL	EXPONENCIAL	POTENCIAL
PESO CORPORAL			
a	-1.573,65	7,29	4,65
b	416,84	0.074858	1,39
n	88	88	88
r ²	0,65	0,59	0,62
S _a	584,08	0,12	0,33
S _b	32,73	0,007	0,12
S _{y_x}	1.056,55	0,22	0,21
MSE	1.116.291	1.261.307	1.163.385
LONGITUD TOTAL			
a	-15.176,58	4,78	-1,48
b	1.548,87	0,28	3,88
n	88	88	88
r ²	0,62	0,58	0,59
S _a	1.763,33	0,35	0,91
S _b	130,38	0,03	0,35
S _{y_x}	1.104,37	0,22	0,22
MSE	1.219.639	1.320.385	1.284.691

La fecundidad parcial en hembras hidratadas, cuyo tamaño fluctuó entre 11,5 y 16,0 cm, varió de 2.091 a 10.175 ovocitos hidratados por hembra (**Figura 39**).

La fecundidad parcial promedio, estimada para todos los lances (fecundidad modal), fue de 4.897 ovocitos, con una varianza de 34,238, con un coeficiente de variación de 0,03779.

a)



b)

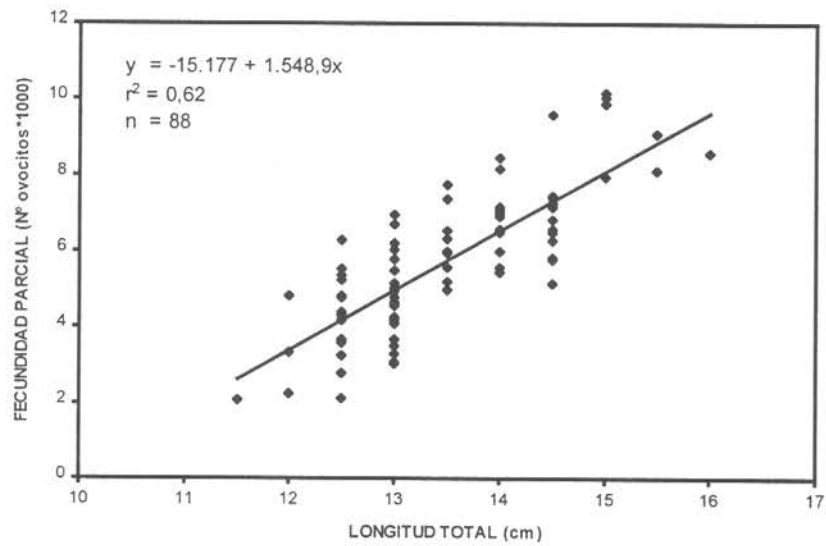


Figura 39. Hembras hidratadas de anchoveta. Regresión lineal entre la fecundidad parcial y a) peso corporal (g), b) longitud total (cm)

Fracción diaria de hembras desovantes

Sardina común

Los datos de hembras con folículos postovulatorios combinados, entregaron una fracción de desove de 0,0855, con una varianza de 0,000091 y un coeficiente de variación de 0,09616. Esto indicó que durante el tiempo de muestreo el 9% de las hembras maduras desovaron cada día o que cada hembra madura desovó en promedio cada 11 días.

Anchoveta

Los datos de hembras con folículos postovulatorios combinados, entregaron una fracción de desove de 0,1557, con una varianza de 0,000124 y un coeficiente de variación de 0,07778. Esto indicó que durante el tiempo de muestreo el 16% de las hembras maduras desovaron cada día o que cada hembra madura desovó en promedio cada 6 días.

Hora de máxima actividad reproductiva en sardina común y anchoveta

Sardina común

La hora en que se observó hembras conteniendo ovocitos hidratados y folículos postovulatorios de día 0, fue entre las 8 y 19 y las 8 y 3 horas, respectivamente. Al efectuar una estimación de la hora de desove, ésta se encontraría en el intervalo correspondiente a 22 - 23 horas.

Anchoveta

La hora en que se observó hembras conteniendo ovocitos hidratados y folículos postovulatorios de día 0, fue entre las 8 y 19 y las 8 y 7 horas, respectivamente. Al efectuar una estimación de la hora de desove, ésta se encontraría en el intervalo correspondiente a 21 y 22 horas.

Durante 1998 la sardina común como la anchoveta desovó principalmente en la madrugada, comportamiento reproductivo que concuerda con el patrón de desove de clupeiformes.

Los resultados obtenidos en la siguiente sección, a través del seguimiento de los huevos presentes en el mar del estado I (recién fecundado) corroboran que la hora de desove de la anchoveta sería próxima a las 21.30 h y que en la sardina común esto ocurre hacia horas de la madrugada.

Caracterización morfológica de los estadios de desarrollo embrionario de anchoveta

A partir de los huevos colectados durante el crucero desarrollado en septiembre por el B/I Abate Molina, se caracterizaron y cuantificaron los estadios de desarrollo embrionario de la anchoveta. En el caso de la sardina común, la mayoría de los estadios se encontraban en estados avanzados de desarrollo y estuvieron concentrados en una pocas muestras (ver siguiente sección). Este objetivo será completamente abordado con el desarrollo de experimentos de incubación y mantención de huevos fecundados en el laboratorio así como a través de la realización de un segundo crucero de búsqueda, el cual se propone para la época de desove de la sardina común en julio próximo o bien en la época en que estas especies registran un máximo secundario de actividad reproductiva (abril-mayo).

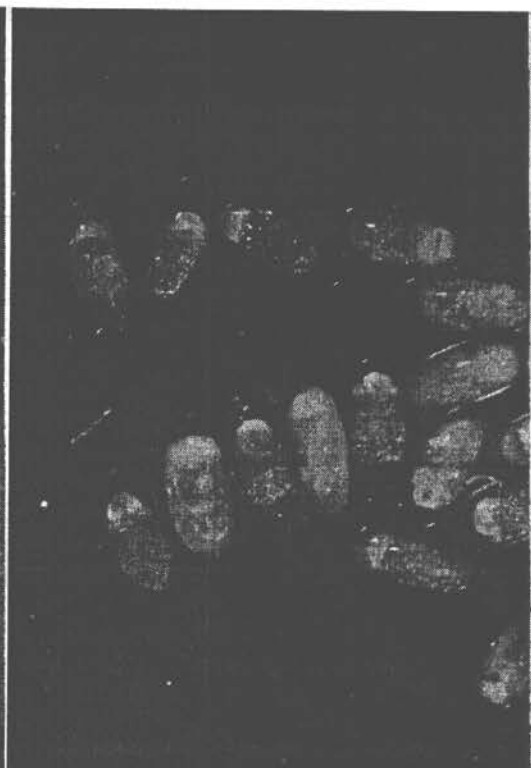
En la **Figura 40** se presentan fotografías caracterizando los estadios morfológicos que fueron encontrados para los huevos de anchoveta. Estos coincidieron plenamente con los de la escala de clasificación propuesta por Moser y Ahlstrom (1985) así como los indicados por Santander et al. (1984). A su vez se esquematizan para este recurso los diferentes estadios de desarrollo (**Figura 41**)

El análisis de la totalidad de las muestras con contenido de huevos de anchoveta permitió encontrar todos los estadios de desarrollo que se reconocen para esta especie (**Tabla 15**). Entre las muestras N°17 y 36 (Golfo de Arauco) dominaron los estadios de desarrollo II, mientras que en las muestras siguientes, se observó una dominancia de los estadios III (muestras 38 a 46, desembocadura Itata), existiendo un desfase de menos de 24 h en los muestreos realizados en ambas localidades. Del total de huevos analizados se pudieron clasificar un 91,3 % de los huevos, siendo el 8,69% restante correspondiente a huevos no clasificables o muertos.

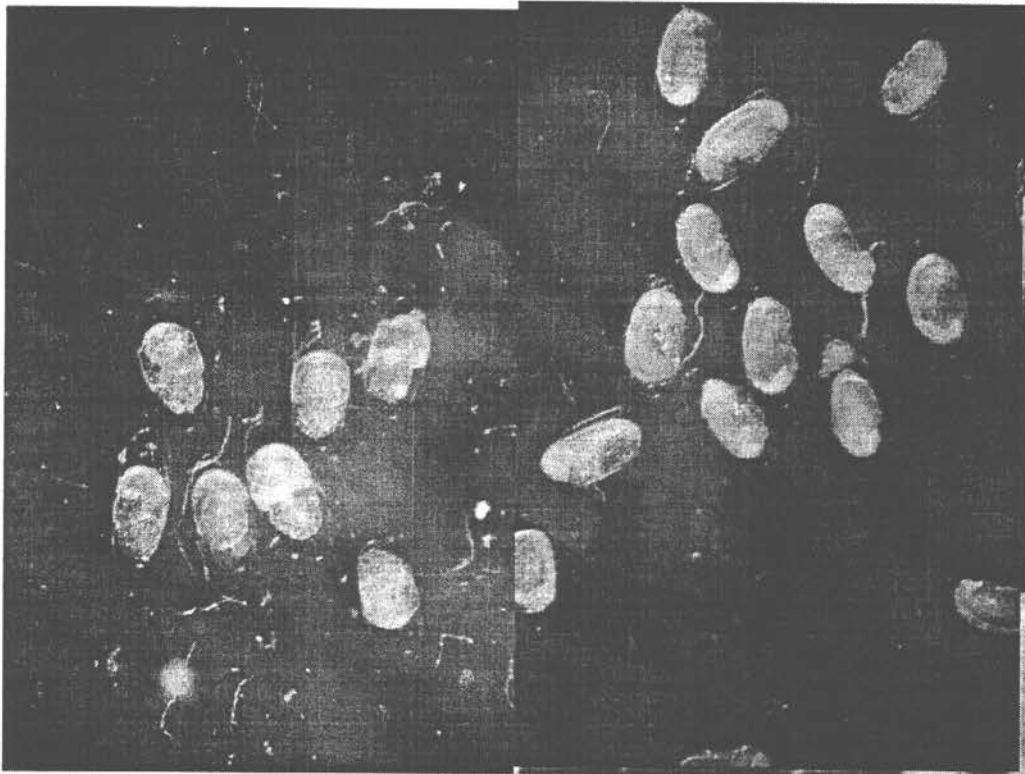
La hora de mayor concentración de estadios recién desovados de anchoveta se verificó a las 21.30 h (**Figura 42**)



Estadio I: Blastodisco



Estadio II: formación de Mórula

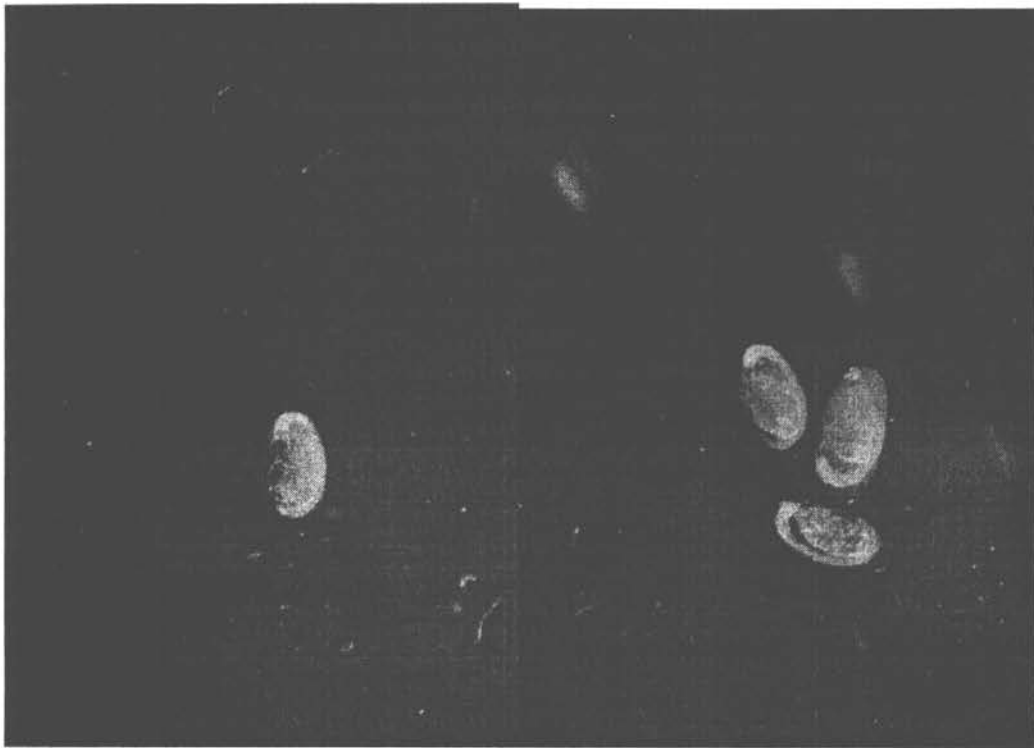


Estadio IV: Anillo germinal envuelve 1/3 del vitelo



Estadio V: Anillo germinal más de 2/3

Figura 40. Estadios de desarrollo embrionario en huevos de anchoveta (crucero B/I Abate Molina)



Estadio VI: Inicia separación de la cola del vitelo

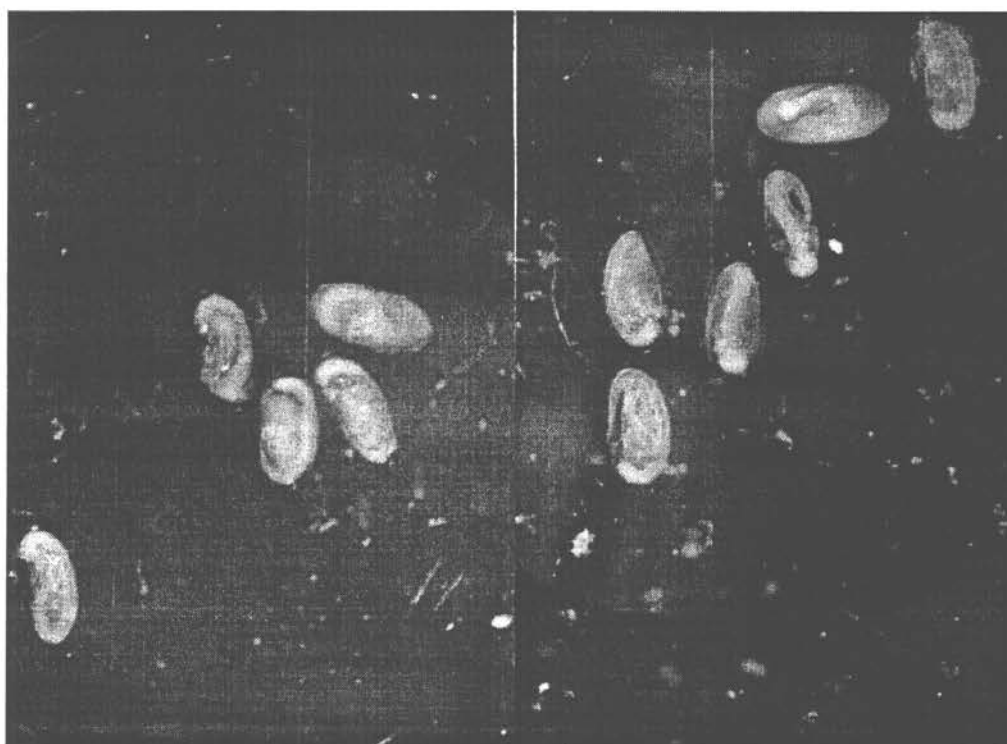
Estadio VII: Cola separada



Estadio VIII: Cola libre del vitelo

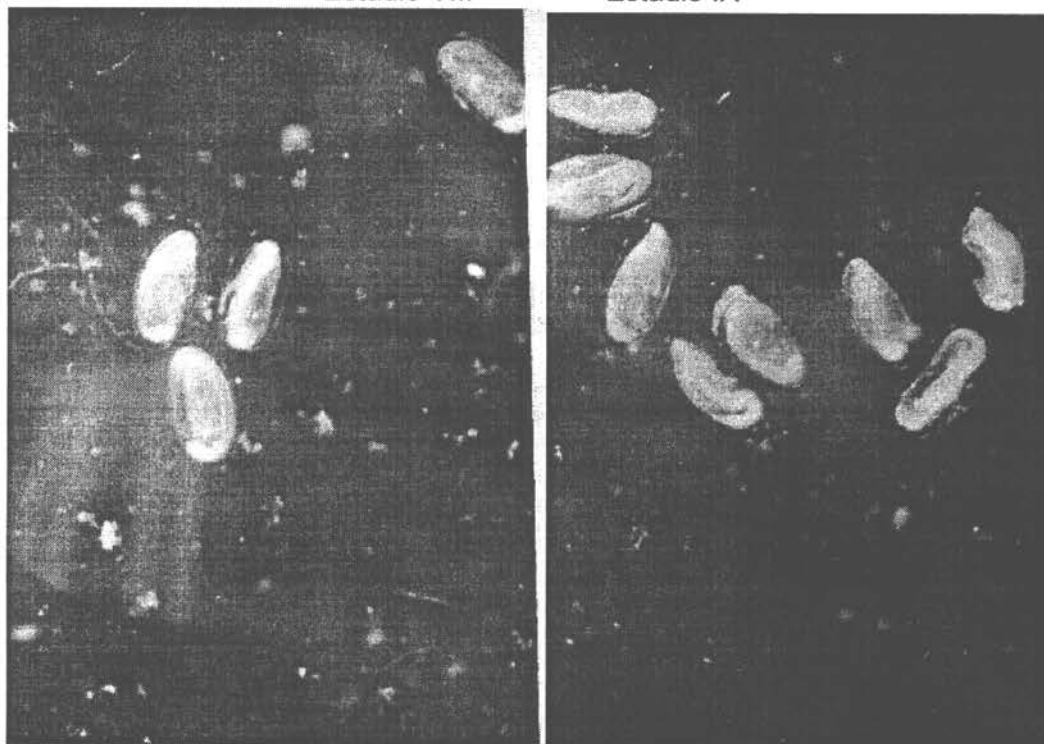
Estadio VIII: Cola libre

Figura 40. (continuación) Estadios VI a VIII



Estadio VIII

Estadio IX



Estadio X: Cola 1/2 del saco vitelino

Estadio XI: Cola más de 3/4 del saco vitelino

Figura 40. (continuación) Estadios VIII a XI

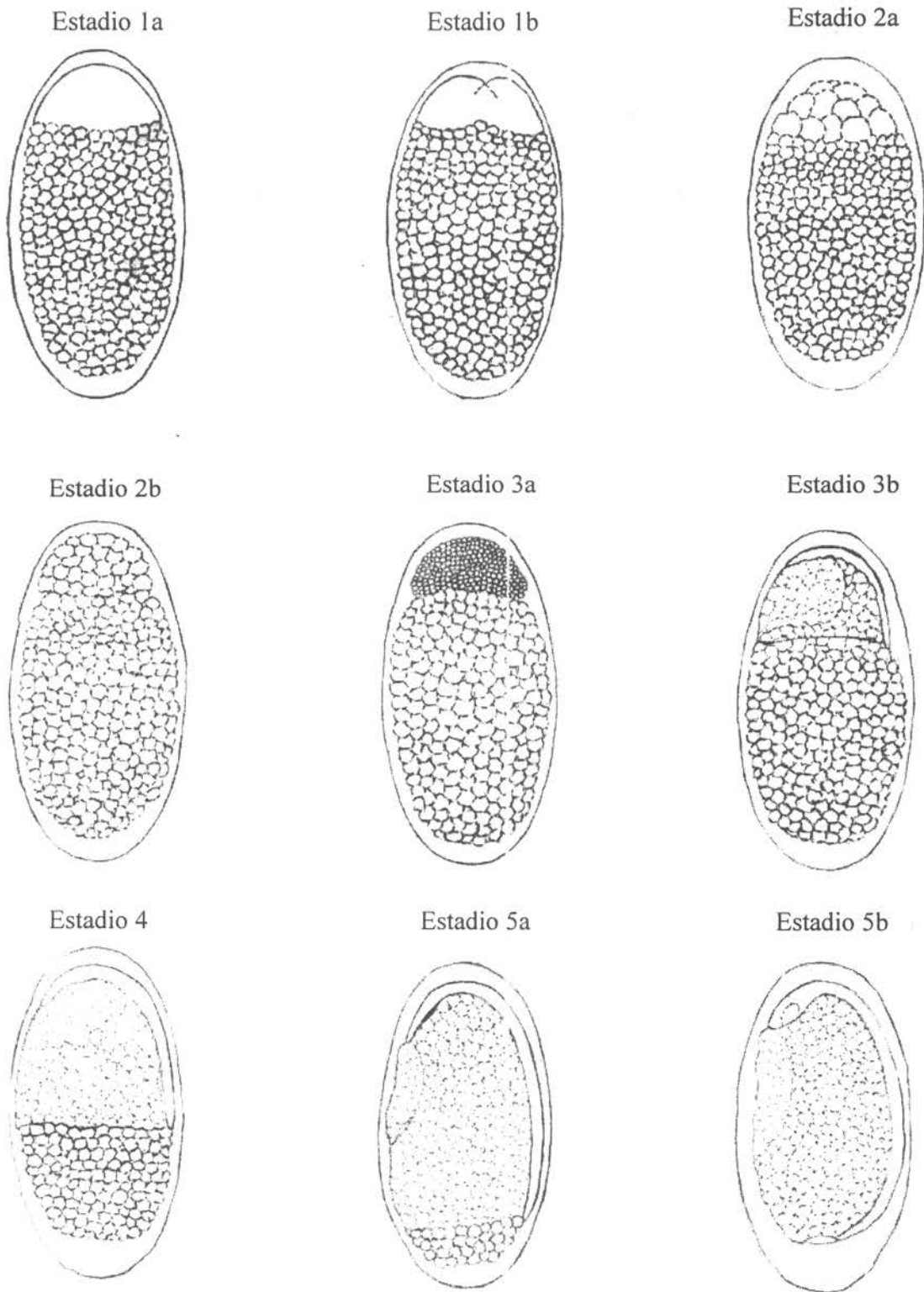


Figura 41. Estadios tempranos de desarrollo embrionario de los huevos de anchoveta

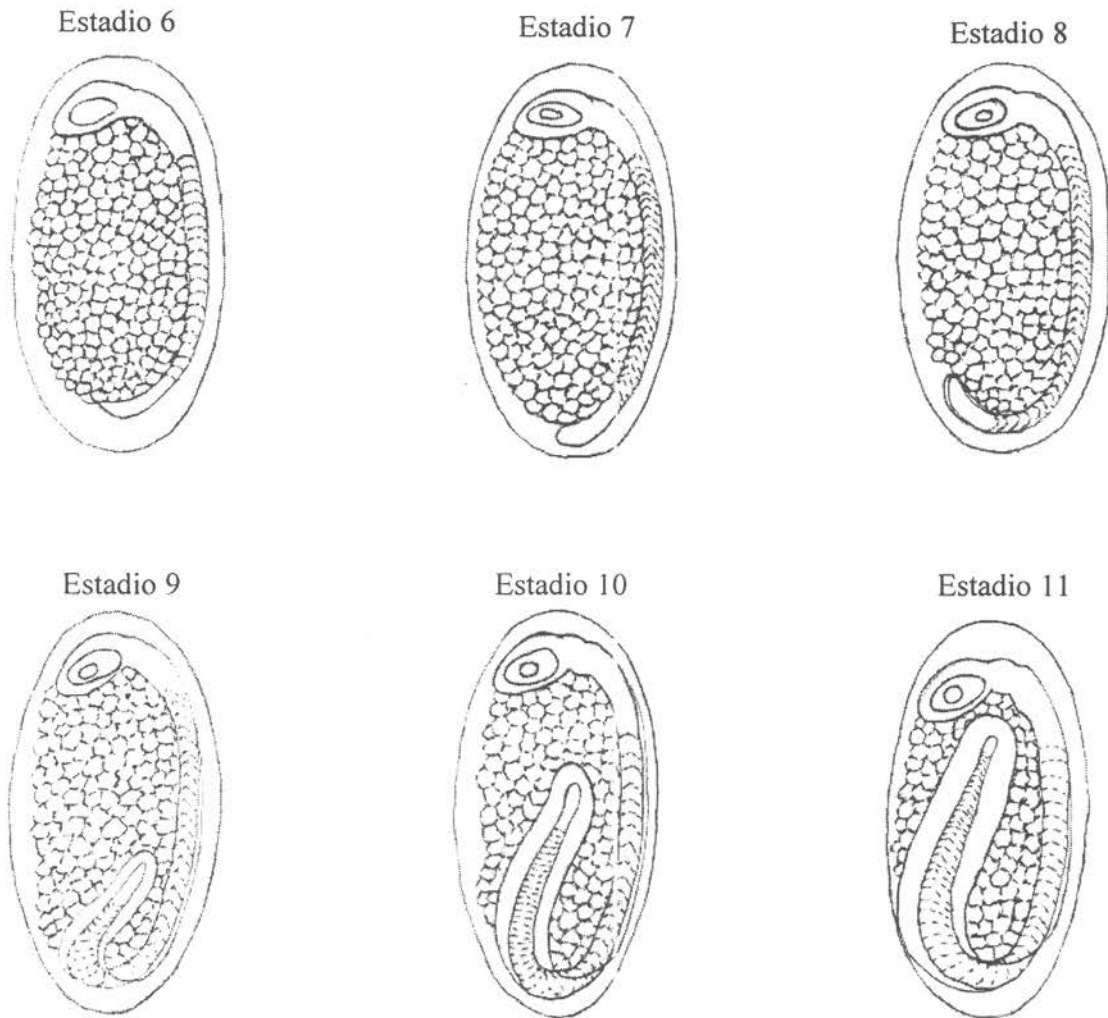


Figura 41 (continuación). Estadios intermedios y terminales de desarrollo embrionario en huevos de anchoveta

Tabla 15. Clasificación de acuerdo a los estadios de desarrollo morfológico en la anchoveta (datos crucero B/I Abate Molina)

ESTADIOS DE DESARROLLO														
Nº Muestra	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Total Nº S/I	Total IDENT	Total
17		40	58			2			1			4	101	105
20		98	12		2	2		2	3	1	3	9	123	132
28	127	36	3			6	1		3	1		61	177	238
29	131	121	29	20	12		6					73	319	392
30	157	185	28	3	7	2			1			42	383	425
31	13	747	9	8	12	1	1			1		107	792	899
32	3	403	8		10	1	3				3	68	431	499
33	3	519			23	1	7					65	553	618
34		398			11		4	2				7	415	422
35	2	316		13	17		6					9	354	363
36		463		7	28		2	7				5	507	512
38		158	90			30		14	61	22		15	375	390
40	1	495	910		1	283	1	8	54	41		30	1794	1824
41		32	219		1	44		2	23	3		79	324	403
42		24	317	31	2	37	1	7	12	16	1	121	448	569
43		2	354	8		71	6	1	14	30	10	33	496	529
44			191	10	1	17	16		6	5		40	246	286
45	9		194	56		22	22		4	10		30	317	347
46	69	27	152	161	29	35	47		4	9		29	533	562
TOTAL	515	4064	2574	317	156	554	123	43	186	139	17	827	8688	9515
%	5,93	46,78	29,63	3,65	1,80	6,38	1,42	0,49	2,14	1,60	0,20	8,69	91,31	

Distribución de estados embrionarios de anchoveta

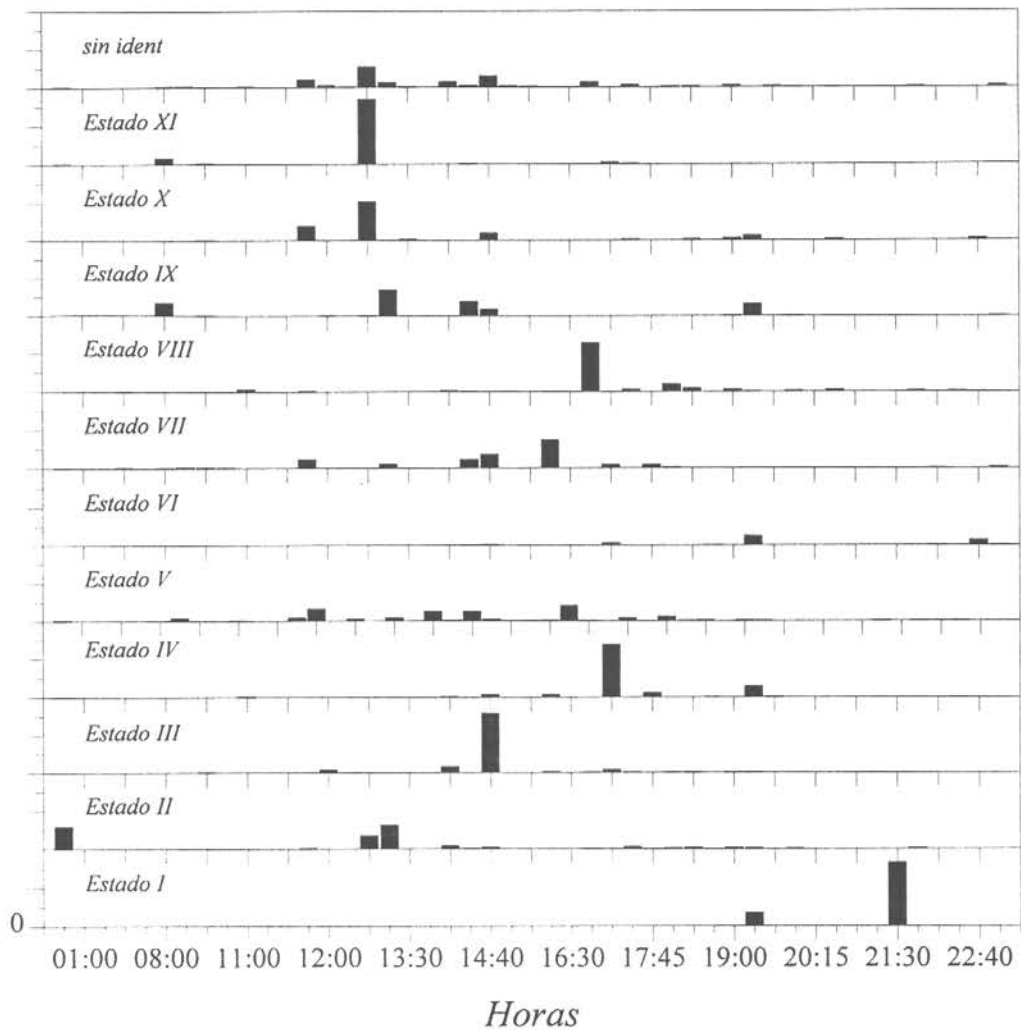


Figura 42. Distribución de hora de mayor ocurrencia de diferentes estadios de huevos de anchoveta

Caracterización morfológica de los estadios de desarrollo embrionario en sardina común

Se identificaron los distintos estadios de desarrollo embrionario de *Strangomera bentincki*, a partir de los diferentes cruceros de colección de ictioplancton realizados entre la V a IX regiones en septiembre de 1997 por el B/I Abate Molina y por L/M artesanales en la época de desove de junio a agosto de 1998. Con la información recolectada se propone una escala de clasificación de los estadios de desarrollo embrionario para sardina común.

Esta escala se basa en la nomenclatura y caracterización que fue previamente establecida para la anchoveta así como en el número de estadios de clasificación, de este modo se evitan posibles fuentes de error que pueda generar una lectura simultánea de huevos de anchoveta y de sardina común, los que generalmente coexisten en los muestreos planctónicos.

Estadio I: de acuerdo a lo observado para la anchoveta, este estadio correspondería al huevo recién desovado y sin división celular. Sólo se diferencia la división entre el citoplasma y el vitelo. Este estadio no fue identificado en los muestreos de plancton para la sardina.

Estadio II: este comienza con la primera división celular en dos blastómeros incluyendo un espectro de divisiones mayores que conformarían las denominadas mórulas donde es posible distinguir claramente cada célula. Este estadio finaliza con la formación de un blastodisco donde el tamaño de las células se hace cada vez más pequeño siendo de mayor dificultad, identificar cada célula individualmente. En todo este espectro de desarrollo es posible observar la segmentación del vitelo. Para la sardina común fue posible identificar la formación de mórula y blastodisco (**Figuras 43 y 44**).

Estadio III: se observa el blastodisco, con un grado de desarrollo que corresponde aproximadamente a un tercio del corión. También caracteriza este estadio la formación de la cavidad de segmentación. (**Figuras 43 y 44**).

Estadio IV: se observa que el polo germinal ha alcanzado más de un tercio del corión, y la cavidad de segmentación es de mayor tamaño y se ubica en un costado del huevo. En algunos casos es posible diferenciar el anillo germinal (**Figura 43**).

Estadio V: en estos huevos se observa claramente el embrión ya formado, la cabeza ha comenzado su desarrollo. Tanto la cola como la cabeza se presentan con forma de lengua. El largo del embrión alcanza dos tercios del corión y la notocorda se hace levemente visible (**Figuras 44 y 45**).

Estadio VI: esta etapa se caracteriza porque el embrión alcanza un largo mayor a la mitad del corión, el blastoporo se ha cerrado, sin embargo aún no comienza a separarse de la masa de vitelo. Los somitos comienzan a observarse a lo largo del cuerpo excepto en la región caudal. En la cabeza se diferencian los ojos y comienza la aparición de melanóforos en la región posterior de la cabeza y a lo largo del cuerpo. . (**Figura 45**).

Estadio VII: esta caracterizado claramente por el desprendimiento inicial de la cola y comienzo de la elongación de la misma, en algunos casos la aleta embrional puede observarse muy tenuamente. El ojo ha alcanzado mayor desarrollo. La presencia de melanóforos se intensifica principalmente en la cabeza en la región ventral y caudal del embrión (**Figuras 45 y 46**).

Estadio VIII: se observa cuando el desprendimiento se hace claramente evidente, siendo el largo de cola libre aproximadamente la mitad del largo de la cabeza. También, es posible diferenciar la aleta embrional aunque presenta un desarrollo muy incipiente (**Figuras 45 y 46**).

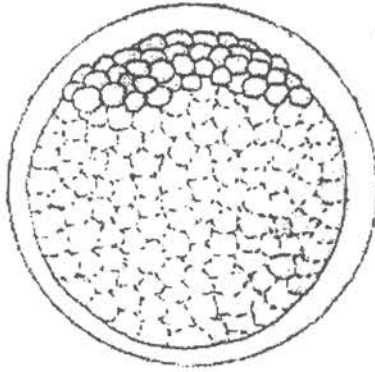
Estadio IX: se observa cuando el desprendimiento de la cola libre representa entre un cuarto y la mitad del corión, la aleta embrional presenta mayor desarrollo y es posible observar en la punta de cola en algunos casos, una leve "estrangulación" como si marcara el comienzo de un fuerte elongamiento y adelgazamiento de ésta (**Figura 47**).

Estadio X: esta definido por el largo de la cola el cual sobrepasa la mitad del corión aun cuando apenas ha alcanzado la cabeza del embrión. El ancho de la aleta embrional es levemente menor al ancho de la cola (**Figuras 46 y 47**).

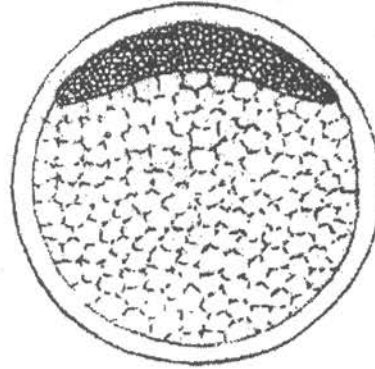
Estadio XI: claramente se observa porque el largo de cola alcanza la cabeza y la trapasa. El embrión ocupa todo el perímetro del corión. La aleta embrional alcanza su tamaño máximo siendo claramente del mismo ancho de la cola. Los melanóforos se ubica con mayor intensidad en algunas regiones del embrión como la cola y cabeza, aunque formando dos bandas a cada lado de la región dorsal del embrión (**Figura 46 y 47**).

En la elaboración de esta escala, se hizo evidente la necesidad de poder calibrar las observaciones con experimentos de incubación o mantención de huevos fecundados colectados desde el plancton bajo condiciones de laboratorio que permitan seguir paso a paso su completo desarrollo. Esto permitirá, identificar el momento preciso en que cada carácter, que define un estado, aparece. Cabe hacer notar que este problema se hizo más evidente en los últimos estadios ya que algunas veces debido a problemas de fijación de las muestras, el vitelo o el embrión se comprime demasiado no lográndose apreciar el real desarrollo de la cola, el momento preciso del desprendimiento de ésta o la aparición de la aleta embrional entre otros, por lo cual, esta escala puede estar sujeta a variaciones posteriores. Este reordenamiento debiera ser tomado con especial atención si es que los tiempos de desarrollo de cada estadio representan intervalos de tiempo muy irregulares, de tal modo que afectan el principal propósito de una clasificación, esto es asignar edades a los huevos y cuantificar sus densidades y niveles de mortalidad en el mar.

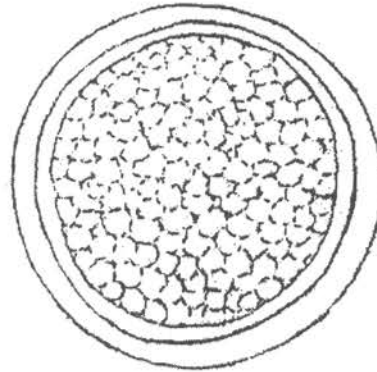
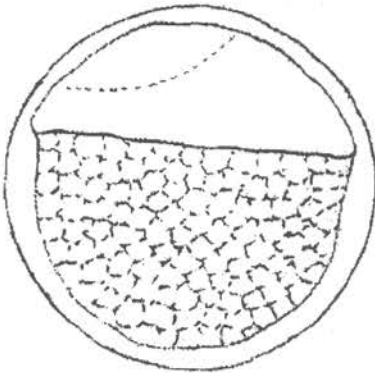
Estadio 2a



Estadio 2b



Estadio 3



Estadio 4

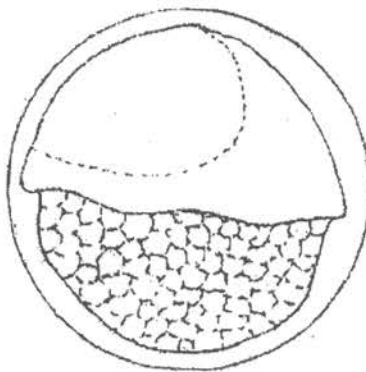
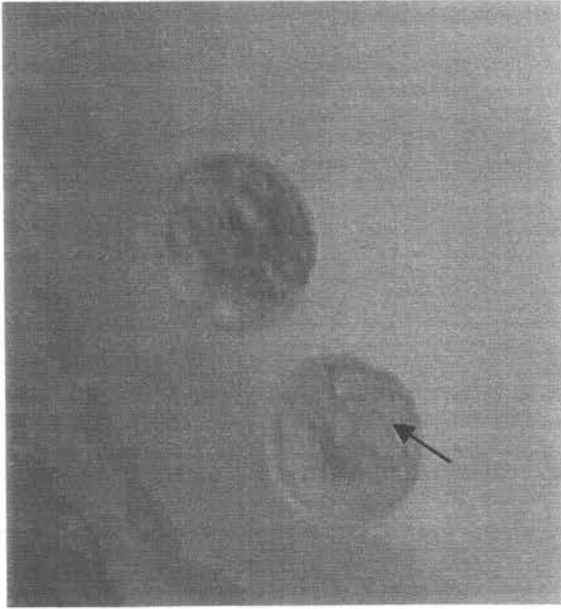
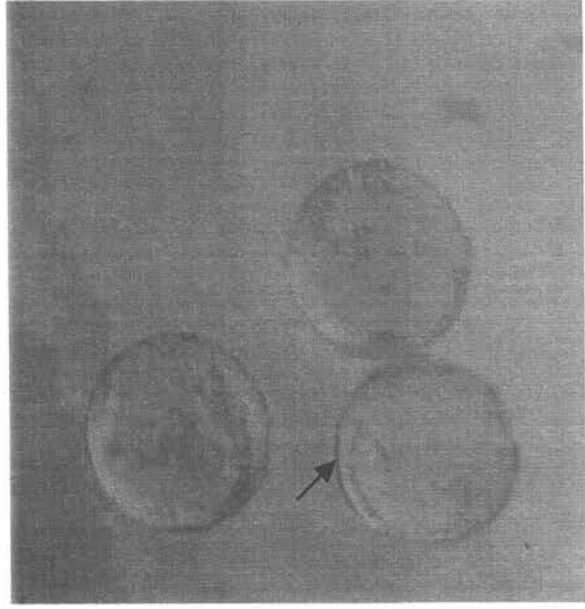


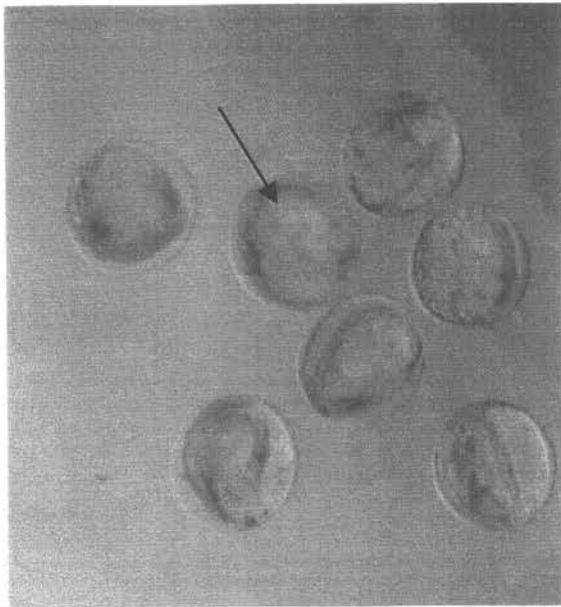
Figura 43. Estadío tempranos del desarrollo embrionario de los huevos sardina común. Formación del polo germinal



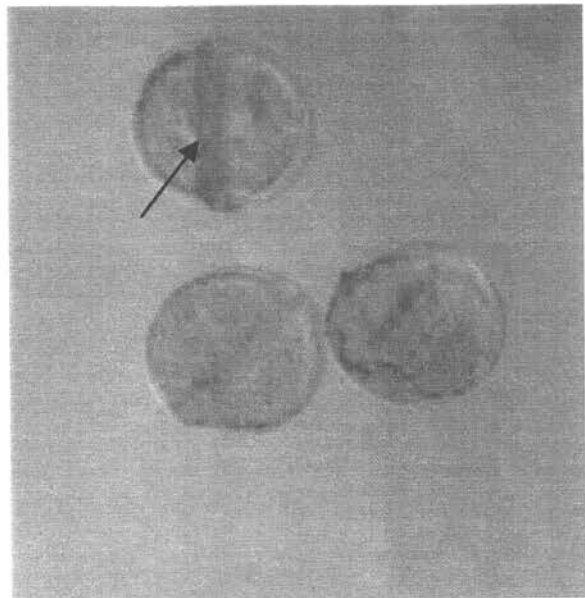
Estadio 2a: Mórula tardía



Estadio 2b: Blastodisco

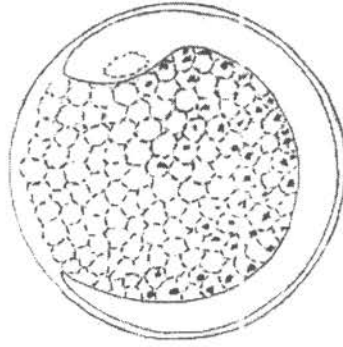


Estadio 3: Polo germinal 1/3 del corión.

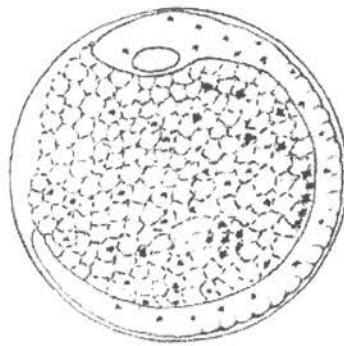
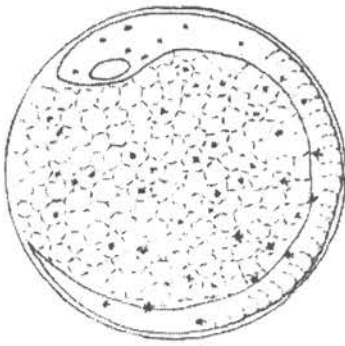


Estadio 5: Formación del embrión es la mitad del corión.

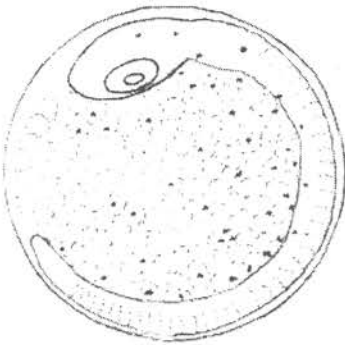
Figura 44. Fotografías de algunos estadios tempranos de desarrollo embrionario en huevos de sardina común colectados desde el plancton



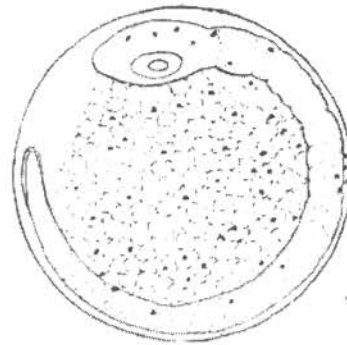
Estadio 5



Estadio 6

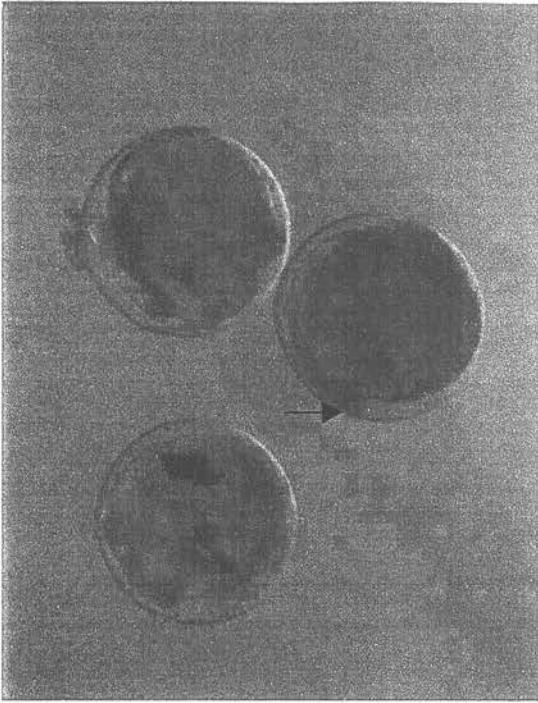


Estadio 7

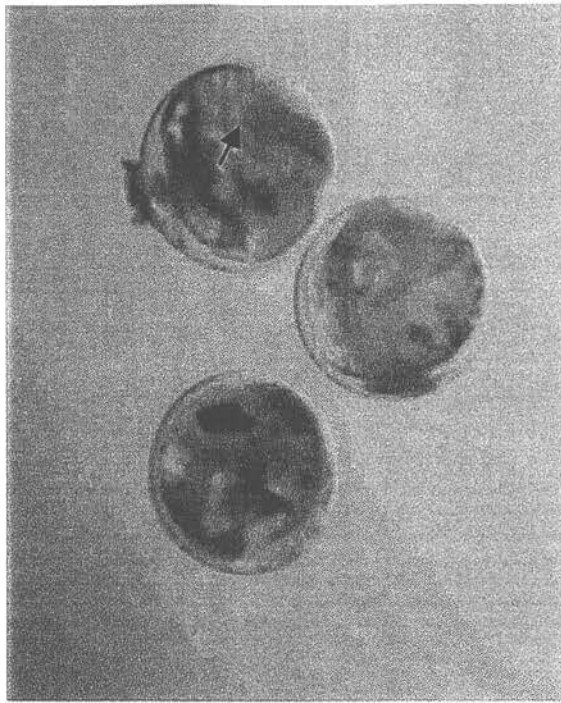


Estadio 8

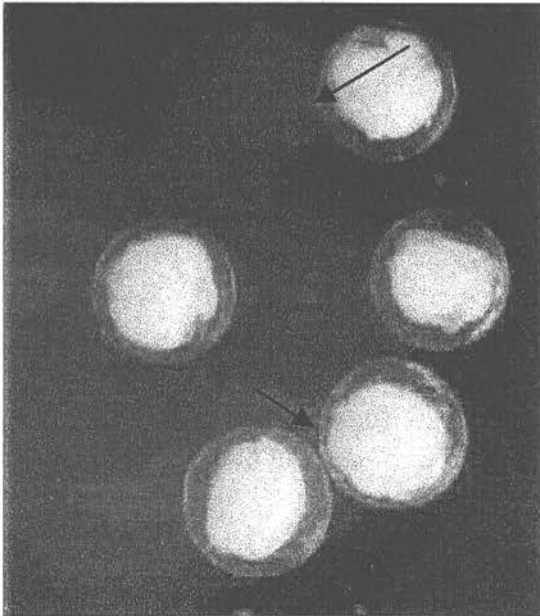
Figura 45. Estadíos intermedios del desarrollo embrionario de sardina común se observa claramente la formación del embrión, desarrollo de la cabeza, aparición de melanóforos y somitos



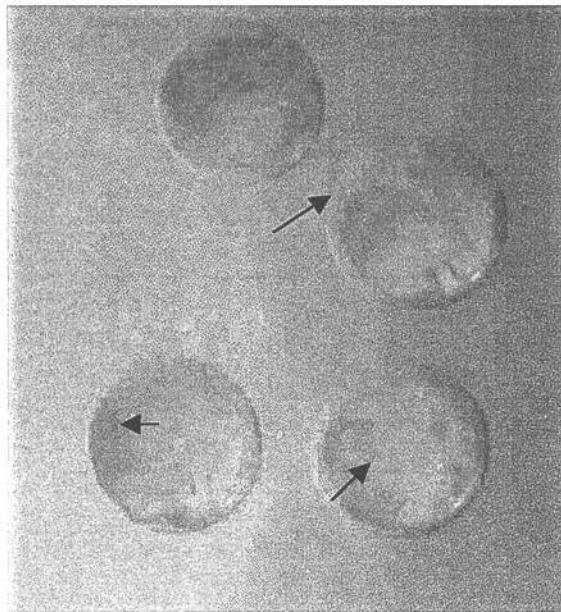
Estadio 7: desprendimiento inicial de cola.



Estadio 8: cola con igual longitud a la cabeza y aleta embrional.

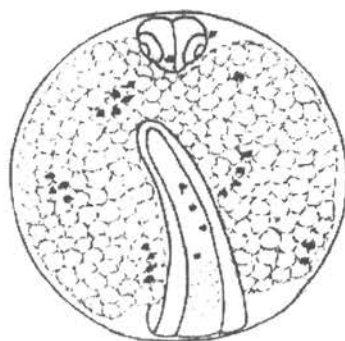
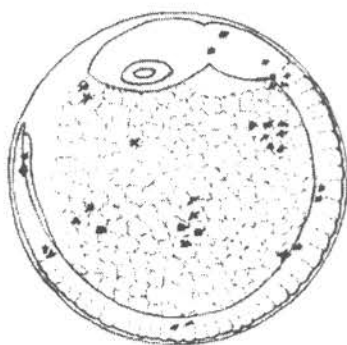


Estadio 10: el largo de la cola es mayor la $\frac{1}{2}$ de corión, la aleta alcanza gran desarrollo igual al ancho de la cola.

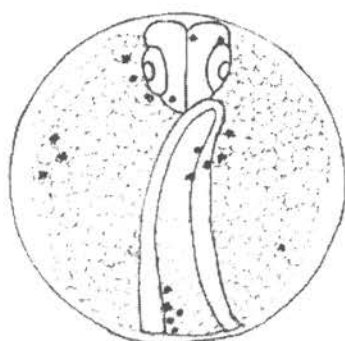
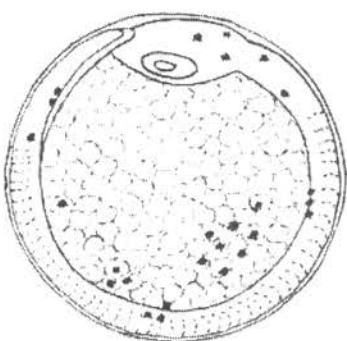


Estadio 11: la cola alcanza la cabeza y la traspaza. La aleta embrional casi dobla el ancho de la cola.

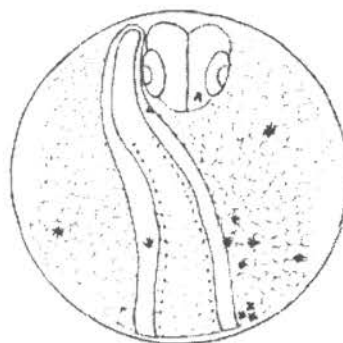
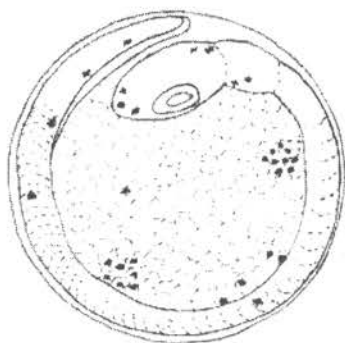
Figura 46. Fotografías de algunos estadio intermedios y tardíos del desarrollo embrionario en huevos de sardina común colectados desde el plancton



Estadio 9



Estadio 10



Estadio 11

Figura 47. Estadios tardíos del desarrollo embrionario de sardina común. Se observa el crecimiento de la cola, intensificación de melanóforos y desarrollo de la aleta embrional

Con respecto a la hora de desove, en el caso de la sardina común, se observa una mayor presencia de huevos recién desovados hacia horas de la madrugada (Figura 48).

Distribución de estados embrionarios de sardina común

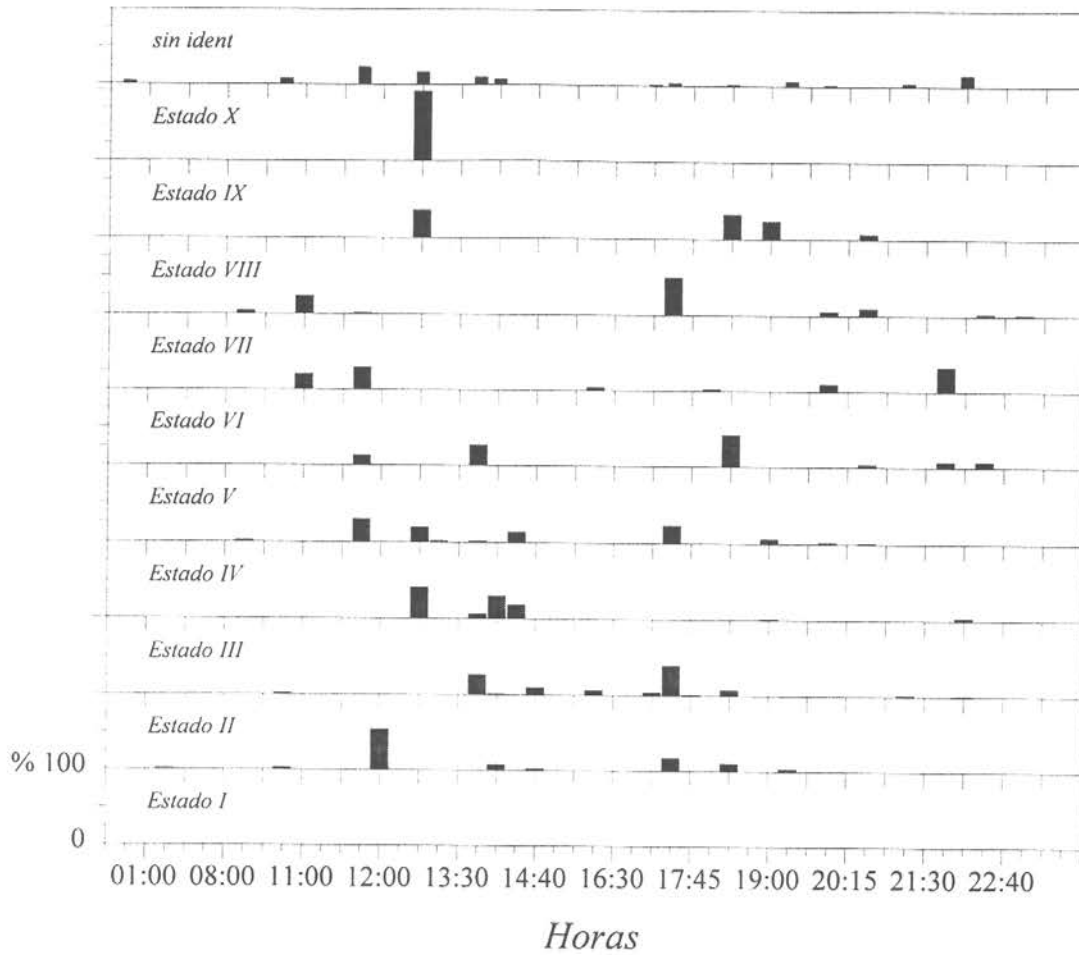


Figura 48. Distribución de hora de mayor ocurrencia de diferentes estadios de huevos de sardina común

Relación entre la temperatura y el tiempo de incubación de los diferentes estadios de desarrollo embrionario en anchoveta y sardina común

En primer lugar, se debe hacer mención a las diferentes alternativas que se han explorado para la obtención de productos gonádicos "frescos" de ambos recursos. En dependencias del Instituto de Investigación Pesquera se han implementado 2 sistemas experimentales. El primero, se refiere a un sistema en circuito cerrado y continuo de agua de mar en 4 estanques de 500 l de capacidad cada uno en los cuales por espacio de más de 13 meses se pudo mantener a más de 100 ejemplares de sardina común en cautiverio con una dieta de alimentación artificial. La mantención de los ejemplares ha sido exitosa, sin embargo los intentos por verificar desoves en estos ejemplares no fructificaron a pesar de la constante vigilancia y condiciones de cultivo en cautiverio e incluso los numerosos ejercicios de inducción del desove por medio de inyecciones caudales de Hormona Luteinizante (HL).

Mantención y acondicionamiento de adultos para el desove

A contar de agosto de 1998 y hasta marzo de 1999 se realizaron 5 salidas con éxito en embarcaciones artesanales para coleccionar ejemplares adultos de sardina común y anchoveta con el fin de inducir el desove y determinar la relación entre la temperatura y el tiempo de incubación de los huevos en ambas especies.

La captura se realizó con balde desde la maniobra de cerco y antes de que los peces fueran apretados completamente por la red. Inmediatamente se colocaron en bidones de 120 lt con agua de mar y aireación provista por botellas de aire comprimido. Los bidones fueron transportados hasta el Instituto de Investigación Pesquera, lugar donde se contaba con la implementación de un acuario para recibir a estos ejemplares.

El acuario consistió en un sistema de cuatro estanques semicirculares, con capacidad de 500 lt c/u en plástico reforzado con fibra de vidrio, autolimpiantes, con filtro central, sistema de desagüe y conectados entre sí por tubos de PVC hidráulicos que permitían que el agua de mar circulara impulsada por una bomba hacia un filtro compuesto por napa y carbón

activado para luego volver a los estanques. El sector fue techado y la iluminación consistió principalmente en luz natural indirecta la cual fue apoyada en el sector de menor incidencia con luz proveniente de un tubo ubicado en el techo.

Una vez colocados en los estanques, los peces pasaron un período de aclimatación en donde se observó el comportamiento de los ejemplares y la respuesta de estos a los cambios a que fueron sometidos. Inicialmente (dos a tres primeros días) se observó una alta mortalidad debido al stress de la captura, además de una importante pérdida de escamas, lo que significó una mayor vulnerabilidad a contraer infecciones. Todo esto tuvo como síntomas la aparición de hematomas en el cuerpo, la presencia de boca roja y un rompimiento de las membranas de la aleta caudal, llegando incluso a perderla completamente. Esta situación fue más crítica en la anchoveta ya que de todas las experiencias realizadas, sólo seis ejemplares capturados en enero de 1999 lograron sobrevivir.

A partir del segundo día se les suministró pequeñas dosis de alimento diluido en agua de mar y se midió niveles de amonio para determinar el momento adecuado para realizar cambios de agua. En términos generales, el tiempo de aclimatación se aceptó por terminado cuando los peces reconstituían su comportamiento de cardumen, es decir, se agrupan y nadan activamente en círculos y, además, aprenden a alimentarse teniendo una actitud activa a atrapar las partículas de alimento. En relación a esto último, cabe destacar que el primer grupo de peces demoró dos semanas en aprender a capturar el alimento, sin embargo, los grupos siguientes lo hicieron mucho más rápido (4 a 5 días), ya que junto con ellos se dejaban algunos ejemplares antiguos que al parecer incentivaron el aprendizaje.

Durante dos meses se tomaron muestras periódicas de amonio en los estanques. El rango de concentración de amonio presente en el agua fluctuó entre un mínimo de 0,1 – 0,3 ppm, cantidad inicial presente en el agua de mar, hasta máximos de 1,3 - 1,5 ppm. Lo anterior podría llevar erradamente a pensar que estos ejemplares presentan una tolerancia a altas concentraciones de amonio, sin embargo, la actividad de los peces disminuyó y estaban más propensos a infecciones. Los niveles de amonio aumentaban más rápidamente si la temperatura ambiente también aumentaba lo cual, junto con la carga que generaban los restos de alimento, obligaba a recambios parciales entre cambios de agua completos.

Finalmente se estimó una frecuencia de cambio de agua cada 3 días (2 veces por semana) para mantener los niveles de amonio en un rango de 0,5 a 0,7 ppm.

Aunque el objetivo de obtener un desove de los peces en cautiverio no fue alcanzado en esta oportunidad, algunos aspectos de interés en el desarrollo de esta experiencia se describen a continuación, y referidos a los ejemplares colectados entre el 14 y 19 de enero de 1999, ya que éstos son los que se han mantenido por un mayor período de tiempo en cautiverio (12 meses).

Mortalidad

El número total de ejemplares colectados en el período mencionado fue de 234 individuos de sardina común y 66 de anchoveta. La causa de muerte más importante en ambas especies fue el stress generado por la captura, lo que significó una pérdida de 95,2% de anchoveta y de un 41,2% en el caso de la sardina. Otras causas fueron las infecciones presentadas después del período de aclimatación y la manipulación de los peces, las que son presentadas en la **Tabla 16**. Además, se registró la mortalidad correspondiente a los ejemplares sacrificados con fines de observación y aquellas muertes causadas por accidentes o fallas del sistema (otros).

Tabla 16. Mortalidad de sardina común y anchoveta en cautiverio en el período enero - octubre de 1999

Causas de Muerte	Sardina común		Anchoveta	
	n	%	n	%
Stress captura	73	41,2	59	95,2
Enfermedad	25	14,1	1	1,6
Manipulación	9	5,1	2	3,2
Sacrificadas por manejo	43	24,3		
Otros	27	15,3		
Mortalidad Total	177	75,6	62	93,9

Evidencia de infecciones

Ante la presencia de infecciones tales como boca roja o rompimiento de la aleta caudal se realizó un tratamiento con antibiótico en los peces. Este consistió en un baño de 1 hora con FLOX – SOL, solución antibacteriana bactericida y que se aplicó en dosis de 2 ml por cada 10 l de agua. El tratamiento se realizó sólo en peces con síntomas de infección y por una sola vez. Si no se observaba recuperación al tercer día eran eliminados.

Alimentación

Los peces fueron alimentados con pellets para salmones tipo Vextra mini tamaño 1,5 para peces con un tamaño de 20 a 50 gr. Como se mencionó anteriormente, en el período de aclimatación se les proporcionó pequeñas raciones (10 a 20 ml) de alimento diluido en agua de mar para que los ejemplares lo recibieran al filtrar. Se observó cómo lentamente los peces se acercaban al lugar donde se les suministraba el alimento, en ese instante se comenzó a incorporar partículas enteras de alimento, hasta que aprendieron a capturarlo en la columna de agua. Se probaron dosis equivalentes al 4% y al 2% del peso promedio de los ejemplares suministradas de diferentes formas, hasta la saciedad, en dos y en cuatro porciones por día. Se observó que al proporcionar alimento al 4% existió una gran pérdida de éste, en cambio al 2% era mejor aprovechado por los peces indistintamente del número de raciones diarias que se entregaran. El factor de condición (Fc) observado se mantuvo estable para la sardina común durante todo el período (enero – octubre; **Figura 49**). Algunas mediciones realizadas del Fc en anchoveta se muestran en la **Figura 49**.

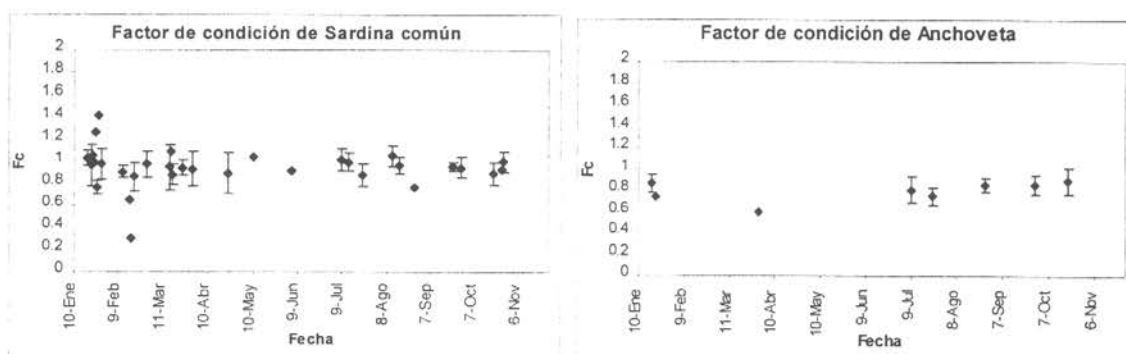


Figura 49. Factor de condición observado para sardina común y anchoveta en cautiverio

Crecimiento

La condición inicial de los individuos de ambos recursos se obtuvo de los ejemplares que no sobrevivieron el proceso de captura y aclimatación, más otros que fueron sacrificados. A partir de julio de 1999 se realizaron 3 controles de longitud y peso los días 9, 13 y 23 en sardina común y en anchoveta los días 9 y 23. No se les suministró alimento el día previo al control de peso. Los peces fueron anestesiados con BZ-20 (etil p-aminobenzoato) en dosis de 1ml por cada 5lt de agua, se midieron y pesaron individualmente en una balanza de precisión 0,1 gr usando un contenedor con agua previamente tarado. Luego fueron colocados en agua fresca. A estos controles se sumaron los realizados en los procedimientos de inducción, en donde también se registró longitud y peso del ejemplar. Los resultados en sardina común son presentados en la **Figura 50**, además, la **Figura 51** da cuenta del número de ejemplares muestreados. En el caso de la anchoveta los resultados se observan en la **Tabla 17**.

Tabla 17. Longitud media y peso promedio de anchoveta

Fecha	nº	Lt prom	d. est.	Pt prom	d. est.
19-Ene	58	14,4	1,80	26,2	10,66
21-Ene	1	12,3		12,8	
30-Mar	1	14,3		16,1	
9-Jul	6	13,4	1,21	19,3	7,41
23-Jul	6	14,0	1,38	20,4	7,62
27-Ago	3	15,3	0,70	28,8	1,86
28-Sep	5	14,3	0,69	23,9	5,50
20-Oct	4	14,5	0,52	25,8	6,12

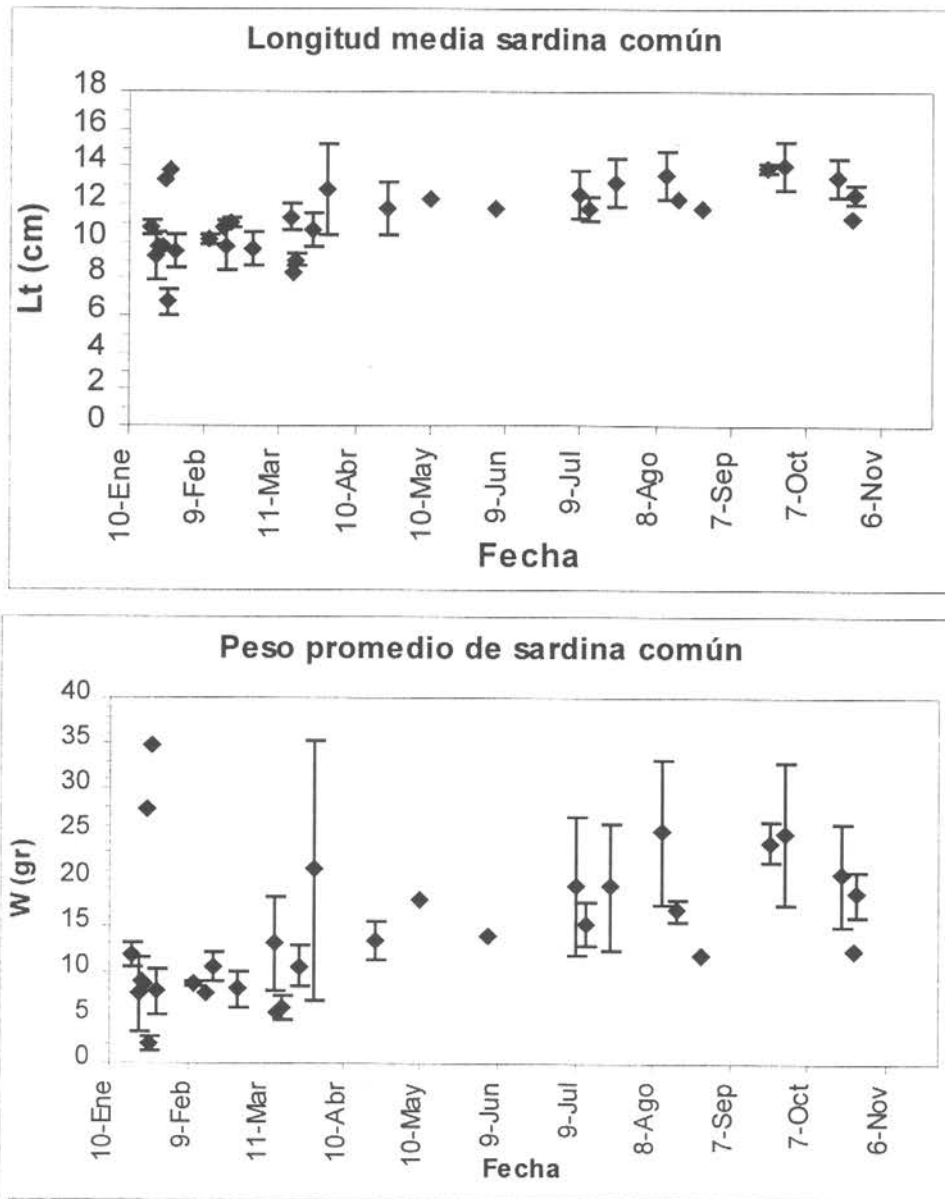


Figura 50. Longitud media y peso promedio observados para sardina común en cautiverio

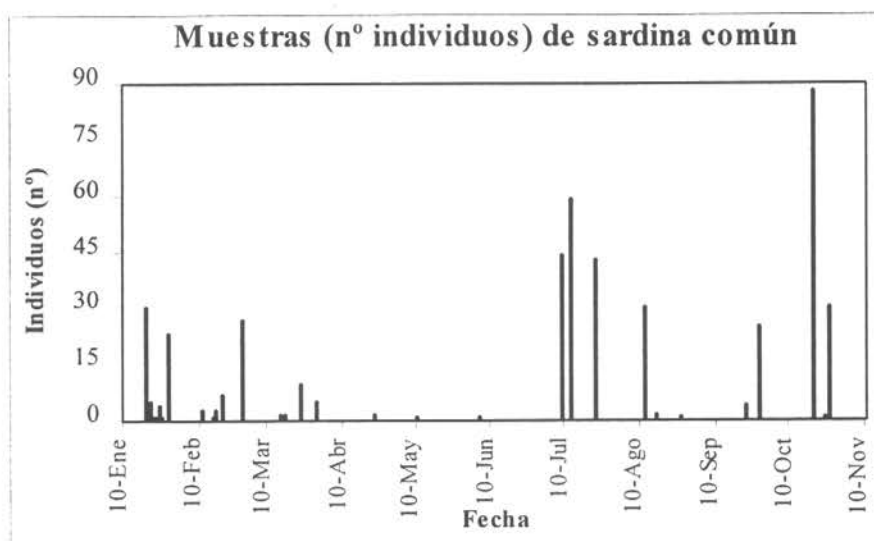


Figura 51. Número de ejemplares de sardina común utilizados en análisis de longitud, peso y factor de condición

Inducción al desove

A partir de agosto, fecha en que los ejemplares comienzan el período de máxima actividad reproductiva, se inició una serie de inducciones al desove de los ejemplares de sardina común y anchoveta (Tabla 18). Los peces no fueron alimentados el día previo al tratamiento. El procedimiento se realizó anestesiando a los peces de acuerdo a lo descrito anteriormente, se registró la longitud y peso de cada ejemplar. Luego se inyectó la hormona LH – RH análogo, que es una preparación sintética de un factor liberador de la hormona luteinizante de los peces. La dosis inyectada fue de 0,1 μg por cada 10 g/pez, luego fueron colocados en agua fresca. No se obtuvieron resultados positivos de la inducción.

Tabla 18. Calendario de inducción

Sardina común		Anchoveta	
Fecha	Nº ind	Fecha	Nº ind
2 ago	30	27 ago	3
28 sept	25	28 sep	5
20 oct	88	20 oct	4
26 oct	30		

Condición reproductiva

En las **Tablas 19 y 20**, se muestran el índice gonadosomático (IGS) y el estado de madurez sexual (EMS) de algunos ejemplares de sardina común y anchoveta sacrificados y otros que no sobrevivieron al experimento. Esto permitió tener una visión de la condición reproductiva de los peces, los que no alcanzaron el estado de hidratación y por lo tanto, no concretó el desove.

Tabla 19. Índices reproductivos de sardina común

Fecha	n	IGS		EMS	
		Prom	d.e.	II	III
19-Ene	12	0,16	0,09	12	
21-Ene	2	0,11	0,05	2	
26-Ene	1	0,63		1	
28-Ene	11	0,14	0,04	11	
11-Feb	1	0,11		1	
16-Feb	1	0,13		1	
17-Feb	1	0,19		1	
19-Feb	1	0,11		1	
28-Feb	7	0,51	0,27	7	
15-Mar	2	0,64	0,30	2	
24-Mar	4	0,49	0,24	4	
30-Mar	3	2,31	1,15	1	2
23-Abr	1	0,60		1	
10-May	1	0,85		1	
17-Ago	1	8,31			1
27-Ago	1	0,61		1	
22-Sep	2	15,10	2,83		2
25-Oct	1				1
26-Oct	18			3	15

Tabla 20. Índices reproductivos de anchoveta

Fecha	n	IGS		EMS	
		prom	d.e.	II	III
19-Ene	29	1.73	2.62	11	18
30-Mar	1	0.88		1	

Experimentos de incubación de huevos de sardina común y anchoveta

Las temperaturas seleccionadas para las incubaciones se situaron dentro de los valores esperables para el océano durante la época de desove (ver sección de distribución y oceanografía), para el caso de sardina común el rango observado fue de 10 a 17°C y para el caso de la anchoveta entre 11,5 y 18°C. En la **Tabla 21** se presentan las temperaturas a las cuales se llevaron a cabo los experimentos de incubación. Los experimentos en las temperaturas de 11,5, 15 y 16°C fueron realizados simultáneamente para ambas especies, en el mes de septiembre de 1999; mientras que los experimentos a las temperaturas de 10, 13 y 17°C fueron realizados en agosto de 1999, época en la cual se encontraron predominantemente huevos de sardina común en el plancton y una limitada densidad de huevos de anchoveta. Cabe recordar que el desove principal de ambas especies estuvo desfasado en prácticamente 1 mes.

Tabla 21. Temperaturas a las cuales fueron incubados los huevos de sardina común y anchoveta

Temperaturas de Incubación (°C)	
Sardina común	Anchoveta
10	---
11,5	11,5
13	---
15	15
16	16
17	---
---	18

Las edades promedios observadas por estado de desarrollo y por temperatura de incubación son resumidas para ambas especies en la **Tabla 22** para ambos recursos.

Tabla 22. Edad promedio observada (horas) para los huevos de sardina común y de anchoveta por estado y temperatura

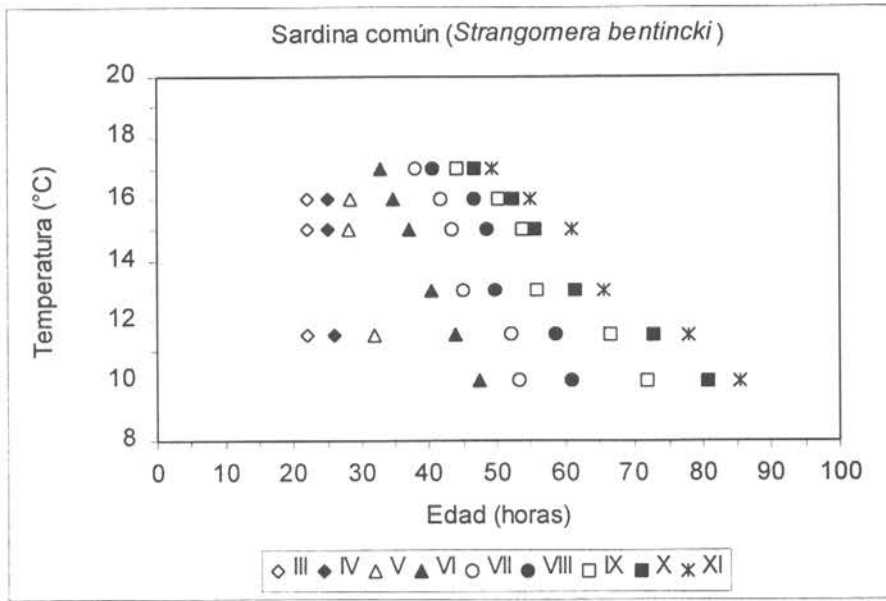
Sardina común						
Estadio	10,0°C	11,5°C	13,0°C	15,0°C	16,0°C	17,0°C
III		22,00		22,00	22,04	
IV		26,00		25,10	25,23	
V		31,93		28,19	28,33	
VI	47,32	43,97	40,49	36,99	34,76	32,88
VII	53,32	52,22	45,19	43,48	41,83	37,98
VIII	60,93	58,59	49,69	48,51	46,82	40,68
IX	71,86	66,56	55,85	53,69	50,14	44,22
X	80,68	72,79	61,54	55,75	52,44	46,72
XI	85,44	77,88	65,82	61,08	54,87	49,38

Anchoveta				
Estadio	11,5	15,0	16,0	18,0
III		19,07	19,02	19,22
IV		26,56	25,05	22,02
V		30,25	30,88	27,94
VI	56,70	38,79	36,13	34,95
VII	68,33	48,79	44,00	39,10
VIII	71,12	55,71	49,41	44,62
IX	78,44	59,29	52,23	49,04
X	85,83	67,35	59,23	53,40
XI	93,27	69,45	62,74	57,68

Una representación gráfica de las trayectorias de desarrollo observadas para ambas especies se presenta en la **Figura 52**. En ambos casos se observa una tendencia exponencial de decaimiento en la relación para cada estado de desarrollo (de mejor ajuste que un modelo lineal), por esta razón, se optó por ajustar a los datos observados el modelo desarrollado por Lo (1985) para la anchoveta de California (*Engraulis mordax*).

En general, se aprecia que la sardina común tiene un tiempo de desarrollo que es más rápido que el de la anchoveta, razón por la cual completa en menor tiempo el estado XI terminal a una temperatura determinada.

a)



b)

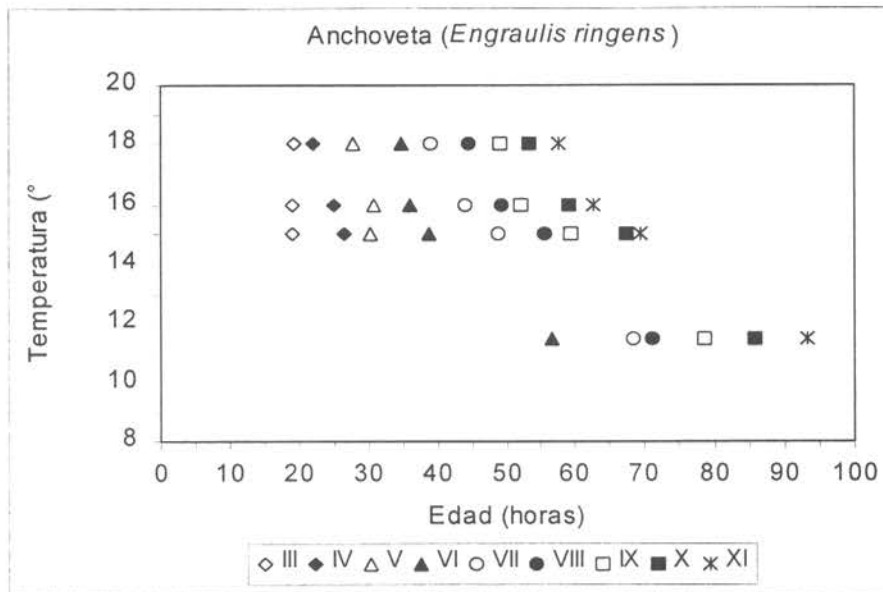


Figura 52. Trayectorias de desarrollo observadas mediante experimentos de incubación en a) sardina común y b) anchoveta

Otro aspecto importante de señalar, se refiere a que en la sardina común se verificaron altos niveles de sobrevivencia durante las diferentes fases de desarrollo del huevo, sin que los

estadios cercanos a la eclosión se vean afectados apreciablemente por mortalidad (**Figura 53**). En general, los niveles de mortalidad durante el desarrollo embrional en este recurso son inferiores a un 35% del total de huevos incubados a diferentes temperaturas, considerada esta mortalidad hasta la fase de cría con posterioridad a la eclosión larval.

En el caso de la anchoveta, se observan mayores diferencias en las curvas de sobrevivencia durante las fases de desarrollo a 3 diferentes temperaturas de incubación (**Figura 54**). En este recurso, es marcada la caída de la sobrevivencia por debajo de un 60% en la mayoría de los casos hacia el término de los estadio X y XI así como durante la fase de eclosión. En 4 de los experimentos de incubación se observa una caída de la sobrevivencia antes de las 30 h de desarrollo; sin embargo, se debe destacar que en esos casos el material estuvo afectado por una alta contaminación de hongos envolviendo el córion de los individuos, lo que fue causal directa de mortalidad de algunos huevos en el estudio.

Se aprecia por tanto, una mayor robustez o viabilidad de los huevos de sardina común con respecto a los de anchoveta.

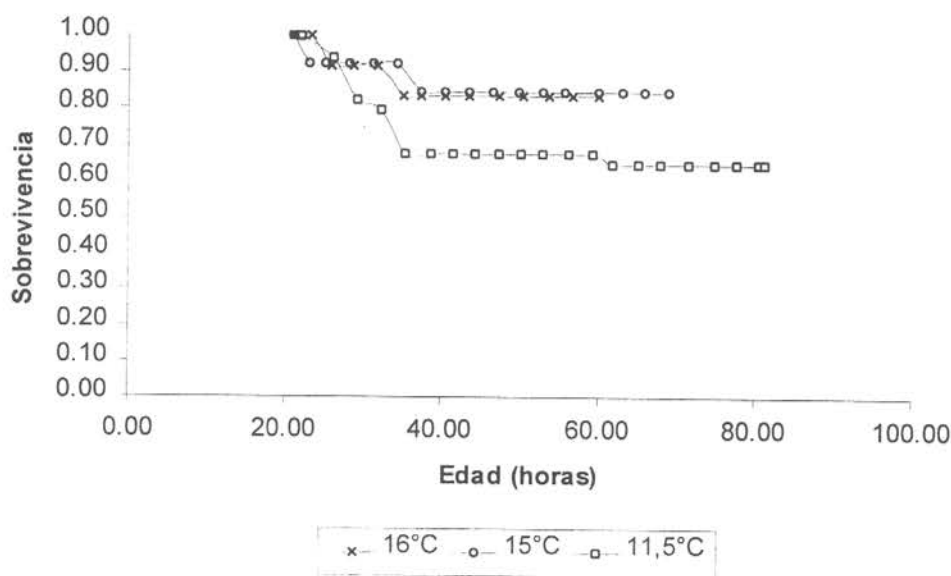


Figura 53. Sardina común. Curvas medias de sobrevivientes en 3 temperaturas de incubación

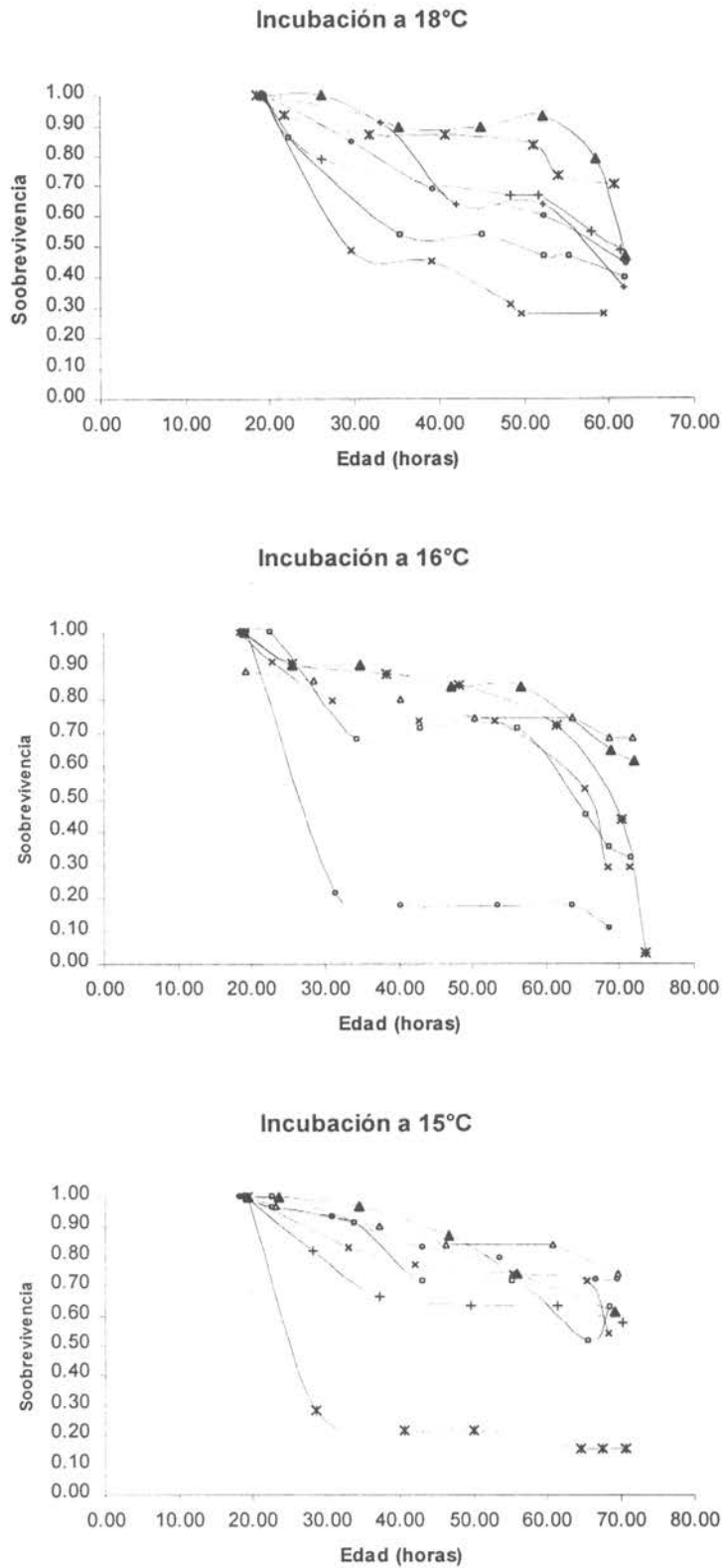


Figura 54. Anchoveta. Curvas de sobrevivientes bajo 3 temperaturas de incubación

En la determinación del modelo de desarrollo temperatura dependiente, la primera relación analizada para cada especie fue entre la temperatura y la edad media de los huevos para cada uno de los estadios de desarrollo observados según el modelo,

$$Y_{i,t} = a_i e^{bt}$$

El ajuste del Modelo No Lineal se realizó para la edad (horas) y la temperatura (°C). Los coeficientes de determinación (R^2), variaron desde 0,76 a 0,99 para sardina común y entre 0,34 a 0,99 para la anchoveta. Los valores obtenidos para a y b en cada especie se resumen en la **Tabla 23**, obteniéndose en casi todos los casos valores de R^2 altamente significativos. En el caso de los estadio III estos fueron muy bajos para ambas especies, lo cual fue esperado debido a que es el estadio inicial de incubación, es decir, la edad es igual para todos con pequeñas debido a la hora de comienzo de la incubación .

Tabla 23. Parámetros a, b y coeficiente R^2 para la relación entre la temperatura y la edad promedio para cada estadio de sardina común y anchoveta

Estadio	Anchoveta			Sardina común		
	A	B	R^2	A	B	R^2
III	18,19	0,003	0,34	21,92	3E-04	***
IV	67,97	-0,063	0,99	28,33	-0,008	0,76
V	47,75	-0,029	0,45	44,55	-0,029	0,88
VI	148,1	-0,085	0,86	79,27	-0,051	0,99
VII	192,3	-0,091	0,98	86,15	-0,047	0,93
VIII	166,4	-0,074	0,98	254,7	-0,107	0,90
IX	190,8	-0,078	0,95	137,4	-0,065	0,95
X	203,7	-0,075	0,98	306,3	-0,110	0,98
XI	229,3	-0,079	0,97	185,1	-0,076	0,98

Posteriormente se estudio, la relación entre cada estadio y su edad promedio (horas) para cada temperatura. Los coeficientes de determinación R^2 , tanto para la sardina común como para la anchoveta fluctuaron entre 0,96 y 0,99 en cada temperatura. Los valores de los parámetros se muestra en la **Tabla 24**. En este caso en todas las temperaturas y para cada especie el valor R^2 fue altamente significativo.

Tabla 24. Parámetros a_t , b_t y c_t coeficiente R^2 para la relación entre estadio (i) de los huevos de sardina común y anchoveta y la edad promedio para cada temperatura

Temperatura	Sardina común				Anchoveta			
	a_t	b_t	c_t	R^2	a_t	b_t	c_t	R^2
10,0	6,048	-0,019	1,198	0,98				
11,5	4,865	-0,048	1,379	0,98	10,27	-0,034	1,072	0,96
13,0	12,09	0,031	0,567	0,99				
15,0	7,075	-0,019	0,986	0,97	4,303	-0,067	1,475	0,99
16,0	7,225	-0,036	1,020	0,97	5,544	-0,04	1,195	0,99
17,0	5,828	-0,065	1,189	0,99				
18,0					6,037	-0,02	1,034	0,99

Finalmente, se determinó un modelo generalizado que incluyó todos los datos existentes dentro de una sola ecuación que permitiera estimar la edad de un estadio de desarrollo cualquiera obtenido desde una muestra planctónica a una temperatura de terreno determinada,

$$Y_{i,t} = a e^{(bt + ci)} (i)^d$$

donde;

$Y_{i,t}$ = edad estimada del cada estadio (i)

i = estadio

t = temperatura

a, b, c, d = parámetros del Modelo

Para cada especie se ajustó el mismo modelo no lineal entre la edad promedio sobre la temperatura y estadio (i), utilizando como método de ajuste el de Gauss-Newton. Los valores de los parámetros de a, b, c y d y coeficiente de determinación R^2 se resumen en la **Tabla 25.**

Tabla 25. Parámetros a, b, c, d y R^2 de los modelos resultantes de temperatura-edad para sardina común y anchoveta

	sardina común	anchoveta
a	15,98	18,098
b	-0,0631	-0,0789
c	-0,0199	-0,0542
d	1,0439	1,3076
R^2	0,97	0,98

Y los modelos resultantes para cada especie son:

a) Anchoveta:
$$Y_{i,t} = 18,097 e^{-(0,0789 t + 0,0542 i)} (i)^{1,31}$$

b) Sardina común:
$$Y_{i,t} = 15,98 * e^{-(0,0631 t + 0,0198 i)} (i)^{1,04}$$

Con los modelos obtenidos, se estimó para cada estadio (i) de desarrollo la edad promedio para el rango de temperaturas entre 10-22°C (Tablas 26 y 27), construyéndose así un conjunto de 11 curvas temperatura-edad para cada especie (Figura 55).

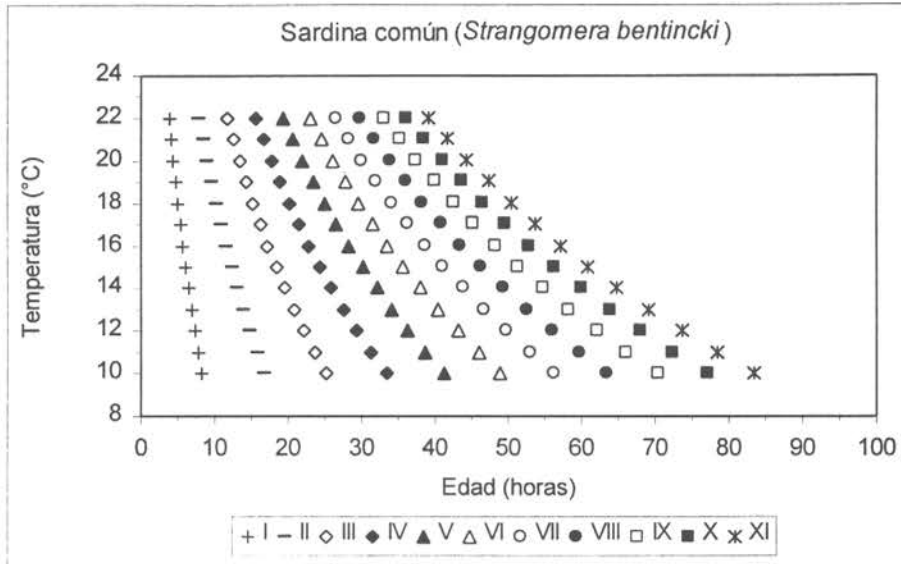
Tabla 26. Edad media estimada para de anchoveta entre el rango de 10 a 22°C

Temperatura	Anchoveta - Estadios de desarrollo										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
10	7,79	18,26	29,40	40,57	51,45	61,86	71,68	80,86	89,35	97,14	104,24
11	7,20	16,88	27,17	37,49	47,55	57,17	66,25	74,73	82,57	89,77	96,33
12	6,65	15,60	25,11	34,65	43,94	52,83	61,22	69,06	76,31	82,96	89,02
13	6,15	14,42	23,20	32,02	40,61	48,82	56,58	63,82	70,52	76,67	82,27
14	5,68	13,32	21,44	29,59	37,53	45,12	52,29	58,98	65,17	70,86	76,03
15	5,25	12,31	19,82	27,35	34,68	41,70	48,32	54,50	60,23	65,48	70,26
16	4,85	11,38	18,31	25,27	32,05	38,53	44,65	50,37	55,66	60,51	64,93
17	4,48	10,51	16,92	23,35	29,62	35,61	41,27	46,55	51,44	55,92	60,01
18	4,14	9,72	15,64	21,58	27,37	32,91	38,14	43,02	47,54	51,68	55,45
19	3,83	8,98	14,45	19,95	25,30	30,41	35,24	39,76	43,93	47,76	51,25
20	3,54	8,30	13,36	18,43	23,38	28,11	32,57	36,74	40,60	44,14	47,36
21	3,27	7,67	12,34	17,03	21,60	25,97	30,10	33,95	37,52	40,79	43,77
22	3,02	7,09	11,41	15,74	19,97	24,00	27,82	31,38	34,67	37,70	40,45

Tabla 27. Edad media estimada para sardina común entre el rango de 10 a 22°C.

Temperatura	Sardina común - Estadios de desarrollo										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
10	8,33	16,85	25,22	33,38	41,31	48,98	56,40	63,57	70,47	77,11	83,51
11	7,82	15,82	23,67	31,34	38,78	45,99	52,95	59,68	66,16	72,40	78,40
12	7,35	14,85	22,23	29,42	36,41	43,17	49,71	56,03	62,11	67,97	73,60
13	6,90	13,94	20,87	27,62	34,18	40,53	46,67	52,60	58,31	63,81	69,10
14	6,47	13,09	19,59	25,93	32,09	38,05	43,82	49,38	54,74	59,90	64,87
15	6,08	12,29	18,39	24,34	30,12	35,72	41,13	46,36	51,39	56,24	60,90
16	5,71	11,53	17,26	22,85	28,28	33,54	38,62	43,52	48,25	52,80	57,17
17	5,36	10,83	16,21	21,46	26,55	31,49	36,25	40,86	45,29	49,57	53,67
18	5,03	10,17	15,22	20,14	24,93	29,56	34,04	38,36	42,52	46,53	50,39
19	4,72	9,54	14,29	18,91	23,40	27,75	31,95	36,01	39,92	43,69	47,31
20	4,43	8,96	13,41	17,75	21,97	26,05	30,00	33,81	37,48	41,01	44,41
21	4,16	8,41	12,59	16,67	20,62	24,46	28,16	31,74	35,19	38,50	41,70
22	3,91	7,90	11,82	15,65	19,36	22,96	26,44	29,80	33,03	36,15	39,14

a)



b)

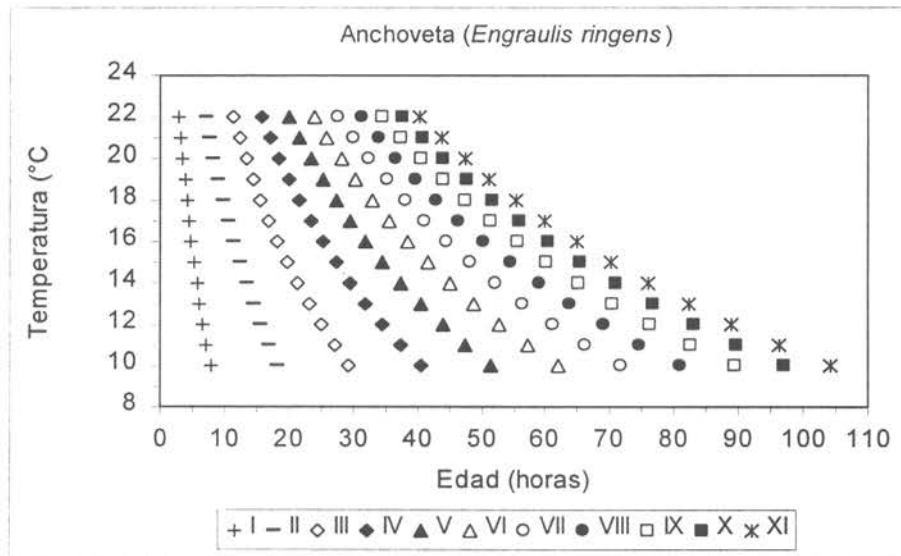


Figura 55. Edad promedio estimada para cada estadio en función de la temperatura para las especies a) sardina común y b) anchoveta.

El desempeño del modelo general ajustado, fue evaluado comparando los valores predichos en la **Tabla 27** para temperaturas entre 10 y 22°C, con los valores predichos por el modelo de Lo (1985), cuya estimación fue realizada a partir del modelo:

$$Y_{i,t} = 16,07 e^{-(0,1145 t + 0,098 i)} (i)^{1,740}$$

Los valores estimados a partir de este modelo, se resumen en la **Tabla 28**:

Tabla 28. Edad promedio estimada para cada estadio entre el rango de 10 – 22°C Anchoqueta de California (extraído de Lo 1985)

Anchoqueta de California - Estadios de desarrollo											
Temperatura	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
10	4,38	13,27	24,35	36,42	48,67	60,60	71,85	82,18	91,45	99,60	106,60
11	3,90	11,83	21,72	32,47	43,40	54,05	64,08	73,28	81,57	88,83	95,07
12	3,48	10,55	19,37	28,95	38,72	48,20	57,15	65,37	72,73	79,22	84,78
13	3,10	9,40	17,27	25,83	34,52	42,98	50,97	58,28	64,87	70,65	75,60
14	2,77	8,38	15,40	23,03	30,78	38,33	45,45	51,98	57,85	63,00	67,43
15	2,47	7,48	13,73	20,53	27,45	34,18	40,53	46,37	51,60	56,18	60,13
16	2,20	6,67	12,25	18,32	24,48	30,48	36,15	41,35	46,02	50,12	53,63
17	1,97	5,95	10,92	16,33	21,83	27,18	32,23	36,87	41,03	44,68	47,82
18	1,75	5,30	9,73	14,57	19,47	24,25	28,75	32,88	36,60	39,85	42,65
19	1,57	4,73	8,68	13,00	17,37	21,63	25,63	29,32	32,63	35,53	38,03
20	1,40	4,22	7,75	11,58	15,48	19,28	22,87	26,15	29,10	31,70	33,92
21	1,25	3,77	6,92	10,33	13,82	17,20	20,38	23,32	25,95	28,27	30,25
22	1,10	3,35	6,17	9,22	12,32	15,33	18,18	20,80	23,15	25,22	26,98

Diferencia en horas edades estimadas Anchoqueta Chile centro-sur – Anchoqueta de California											
Temperatura	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
10	-3,41	-5,00	-5,05	-4,15	-2,78	-1,26	0,17	1,32	2,10	2,46	2,36
11	-3,30	-5,05	-5,45	-5,02	-4,15	-3,12	-2,16	-1,44	-1,01	-0,94	-1,26
12	-3,17	-5,05	-5,74	-5,70	-5,22	-4,63	-4,07	-3,69	-3,58	-3,75	-4,24
13	-3,05	-5,02	-5,94	-6,19	-6,09	-5,84	-5,61	-5,54	-5,65	-6,02	-6,67
14	-2,91	-4,94	-6,04	-6,56	-6,74	-6,79	-6,84	-7,00	-7,32	-7,86	-8,60
15	-2,78	-4,83	-6,08	-6,81	-7,23	-7,51	-7,79	-8,14	-8,63	-9,30	-10,13
16	-2,65	-4,71	-6,06	-6,95	-7,57	-8,05	-8,50	-9,02	-9,64	-10,40	-11,30
17	-2,52	-4,56	-6,01	-7,02	-7,79	-8,43	-9,03	-9,68	-10,40	-11,24	-12,19
18	-2,39	-4,42	-5,91	-7,02	-7,91	-8,66	-9,39	-10,14	-10,94	-11,83	-12,80
19	-2,26	-4,25	-5,77	-6,95	-7,93	-8,78	-9,61	-10,44	-11,30	-12,23	-13,21
20	-2,14	-4,08	-5,61	-6,85	-7,89	-8,82	-9,70	-10,59	-11,50	-12,44	-13,44
21	-2,02	-3,90	-5,43	-6,70	-7,79	-8,77	-9,72	-10,64	-11,57	-12,52	-13,52
22	-1,92	-3,74	-5,24	-6,53	-7,65	-8,67	-9,63	-10,58	-11,52	-12,48	-13,46

A partir de las evaluaciones del stock desovante realizadas en la zona norte de Chile (FIP96-01 y FIP97-01), se determinaron los tiempos modales de desarrollo de los estados embrionarios de anchoveta en un rango de temperaturas característico para el norte de Chile y según la metodología de Ahlstrom (1943). A partir de los datos originales se tomó la temperatura a 10 m de profundidad como característica para el desarrollo en cada localidad o estación de muestreo. La **Figura 56** resume la frecuencia de ocurrencia de aguas con una temperatura característica. El primer crucero (FIP96-01), muestra una temperatura modal de 16°C (rango 14 a 17°C); mientras que en segundo crucero (FIP97-01) la temperatura modal es de 17°C, apreciándose un claro predominio de aguas cálidas con máximas temperaturas de hasta 20°C.

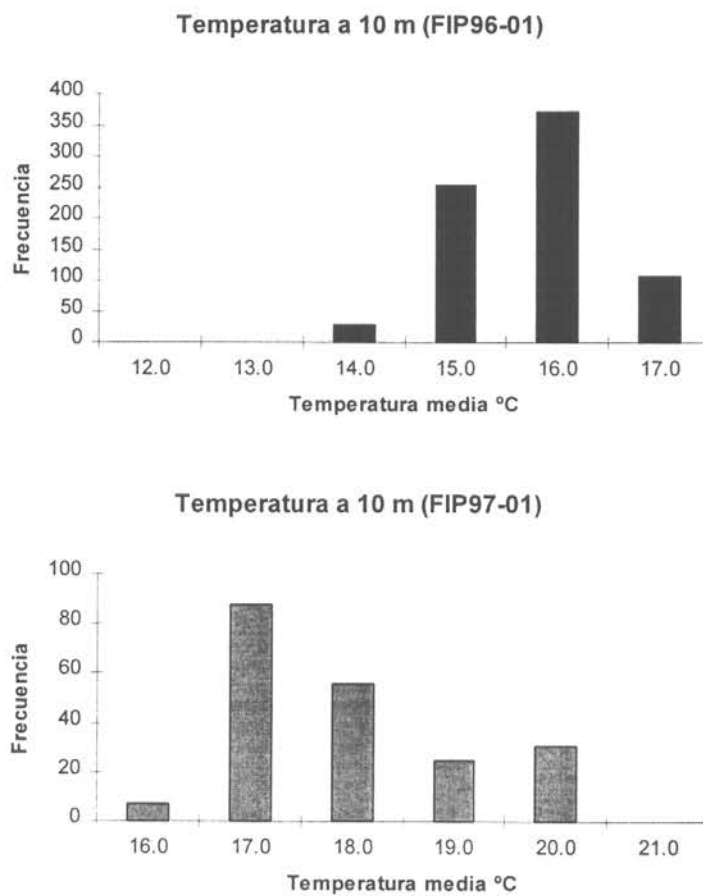


Figura 56. Distribución de temperaturas observadas durante cruceros FIP norte de Chile

Desde la **Figura 57**, se observa que en general la recolección de material planctónico durante ambos cruceros se distribuyó en un amplio rango de horas, favoreciendo de este modo la utilización de la data para determinar el tiempo de desarrollo embrional.

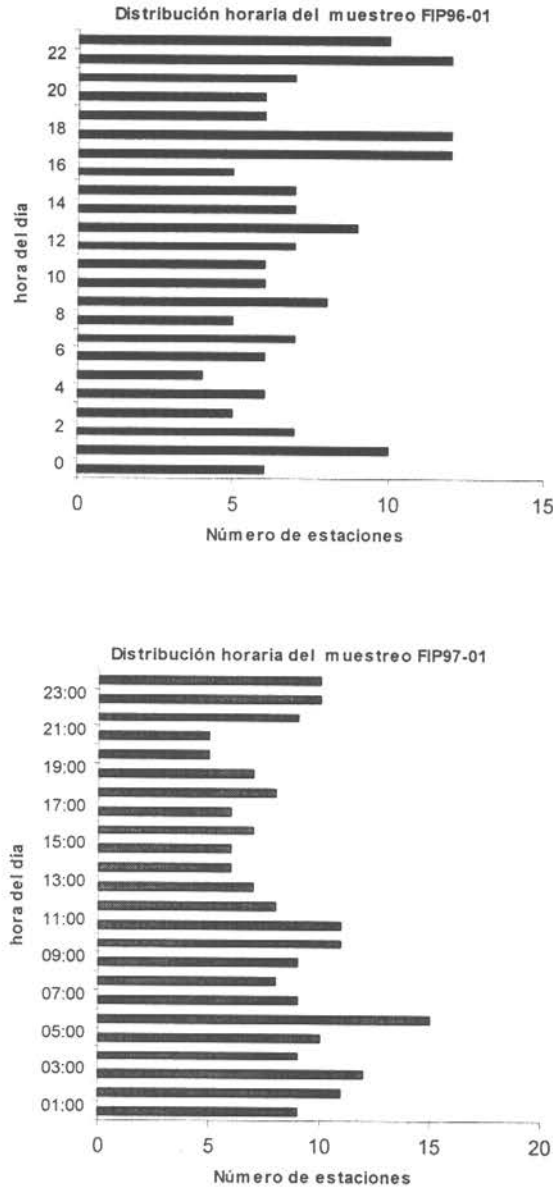


Figura 57. Distribución horaria de los lances planctónicos cruceros FIP norte de Chile

Las siguientes **Tablas (29 y 30)** resumen los tiempos de desarrollo estimados de ambos cruceros de huevos de anchoveta y se comparan con los valores predichos del modelo de Lo (1985) y los determinados a partir de este proyecto (Fip-9704).

Tabla 29. Comparación de tiempos de desarrollo a la edad datos FIP96-01 con modelos de Lo (1985) y FIP97-04

Estadios	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
T °C	FIP97-04										
14	5,68	13,32	21,44	29,59	37,53	45,12	52,29	58,98	65,17	70,86	76,03
15	5,25	12,31	19,82	27,35	34,68	41,7	48,32	54,5	60,23	65,48	70,26
16	4,85	11,38	18,31	25,27	32,05	38,53	44,65	50,37	55,66	60,51	64,93
17	4,48	10,51	16,92	23,35	29,62	35,61	41,27	46,55	51,44	55,92	60,01
	FIP96-01										
14			15,67		25,88	38,89	48,93	56	66,62	65,22	
15		7,24	14,61	21,28	32,57	34,04	37,63	56,74	58,91	62,4	58,37
16	2,17	6,28	14,25	18,89	24,5	37,42	41,02	48,54	53,08	50	59,72
17		5,17	18,58		26,17	26,15	41,3			51,87	
	Diferencia										
14			-5,77		11,65	-6,23	-3,36	-2,98	1,45	-5,64	
15		-5,07	-5,21	-6,07	-2,11	-7,66	10,69	2,24	-1,32	-3,08	-11,9
16	-2,68	-5,1	-4,06	-6,38	-7,55	-1,11	-3,63	-1,83	-2,58	10,51	-5,21
17		-5,34	1,66		-3,45	-9,46	0,03			-4,05	

Estadios	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
T°C	Lo 1985										
14	2,77	8,38	15,4	23,03	30,78	38,33	45,45	51,98	57,85	63	67,43
15	2,47	7,48	13,73	20,53	27,45	34,18	40,53	46,37	51,6	56,18	60,13
16	2,2	6,67	12,25	18,32	24,48	30,48	36,15	41,35	46,02	50,12	53,63
17	1,97	5,95	10,92	16,33	21,83	27,18	32,23	36,87	41,03	44,68	47,82
	FIP96-01										
14			15,67		25,88	38,89	48,93	56	66,62	65,22	
15		7,24	14,61	21,28	32,57	34,04	37,63	56,74	58,91	62,4	58,37
16	2,17	6,28	14,25	18,89	24,5	37,42	41,02	48,54	53,08	50	59,72
17		5,17	18,58		26,17	26,15	41,3			51,87	
	Diferencia										
14			0,27		-4,91	0,56	3,48	4,02	8,77	2,22	
15		-0,24	0,88	0,74	5,12	-0,14	-2,91	10,38	7,31	6,22	-1,77
16	-0,03	-0,39	2	0,57	0,02	6,94	4,87	7,19	7,06	-0,12	6,08
17		-0,78	7,67		4,33	-1,03	9,07			7,19	

Tabla 30. Comparación de tiempos de desarrollo a la edad datos FIP97-01 con modelos de Lo (1985) y FIP97-04

Estadios	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
T°C	FIP97-04										
16	4,85	11,38	18,31	25,27	32,05	38,53	44,65	50,37	55,66	60,51	64,93
17	4,48	10,51	16,92	23,35	29,62	35,61	41,27	46,55	51,44	55,92	60,01
18	4,14	9,72	15,64	21,58	27,37	32,91	38,14	43,02	47,54	51,68	55,45
19	3,83	8,98	14,45	19,95	25,3	30,41	35,24	39,76	43,93	47,76	51,25
20	3,54	8,3	13,36	18,43	23,38	28,11	32,57	36,74	40,6	44,14	47,36
	FIP97-01										
16	4,4	10,41					38,88	34,25			
17	9,95	8,03	13	18,63	20,66	13,56	35,49	40,03	45,66	67,91	65,17
18	7,16	7,9	12,08	15,3	19,62	14,32	34,25	36,14	61	63,45	
19	9,44	7,69	12,18	17,96	12,68	13,63	31,19	30,95	57,82	64,04	62,56
20	3,83	7,66	11,71	15,54	16,76	17,23	32,65	30,97	61,24	63,33	64,75
	Diferencia										
16	0,45	0,97					5,77	16,12			
17	-5,47	2,48	3,92	4,72	8,96	22,05	5,78	6,52	5,78	-11,99	-5,16
18	-3,02	1,82	3,56	6,28	7,75	18,59	3,89	6,88	-13,46	-11,77	
19	-5,61	1,29	2,27	1,99	12,62	16,78	4,05	8,81	-13,89	-16,28	-11,31
20	-0,29	0,64	1,65	2,89	6,62	10,88	-0,08	5,77	-20,64	-19,19	-17,39

Estadios	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
T°C	Lo 1985										
16	2,12	6,4	12,15	18,19	24,29	30,29	36,09	41,21	46,01	50,07	53,38
17	1,58	5,57	10,55	16,2	21,5	27,11	32,14	36,52	41,02	44,41	47,49
18	1,45	5,18	9,44	14,34	19,28	24,15	28,45	32,53	36,36	39,51	42,39
19	1,34	4,44	8,41	13	17,22	21,38	25,38	29,19	32,38	35,32	38,02
20	1,24	4,13	7,45	11,35	15,29	19,17	22,52	26,09	29,06	31,42	33,55
	FIP97-01										
16	4,4	10,41					38,88	34,25			
17	9,95	8,03	13	18,63	20,66	13,56	35,49	40,03	45,66	67,91	65,17
18	7,16	7,9	12,08	15,3	19,62	14,32	34,25	36,14	61	63,45	
19	9,44	7,69	12,18	17,96	12,68	13,63	31,19	30,95	57,82	64,04	62,56
20	3,83	7,66	11,71	15,54	16,76	17,23	32,65	30,97	61,24	63,33	64,75
	Diferencia										
16	2,28	4,01					2,79	-6,96			
17	8,37	2,46	2,45	2,43	-0,84	-13,55	3,35	3,51	4,64	23,5	17,68
18	5,71	2,72	2,64	0,96	0,34	-9,83	5,8	3,61	24,64	23,94	
19	8,1	3,25	3,77	4,96	-4,54	-7,75	5,81	1,76	25,44	28,72	24,54
20	2,59	3,53	4,26	4,19	1,47	-1,94	10,13	4,88	32,18	31,91	31,2

Finalmente, se realizó una comparación de las trayectorias y parámetros de los modelos desarrollados para la sardina común y anchoveta con el desarrollado por Lo (1985) para la anchoveta de California, a través de un análisis de covarianza (modelo lineal generalizado utilizando como factores las distintas especies), los resultados se muestran en la **Tabla 31**. De esta comparación se observa que el modelo de Lo (1985) difiere del encontrado para la anchoveta de Chile centro-sur en este proyecto y que si bien no difiere significativamente del ajustado para la sardina común (valor-p >0,05), esto se debe a que a temperaturas < 16°C, la anchoveta de California sobrepone su tiempo de desarrollo con la sardina común; sin embargo, a mayores temperaturas se desarrolla más rápido que ambas especies chilenas (**Figura 58**).

Tabla 31. Analisis de Covarianza para los modelos de sardina común, anchoveta del y anchoveta de California

Especie	SSC	F	Valor-p	F-crit
ACal/ACHile	3100,20	5,3114	0,0219	3,874
ACal/Scom	183,29	0,3842	0,5359	3,874
ACHile/Scom	1775,85	3,7915	0,0525	3,874

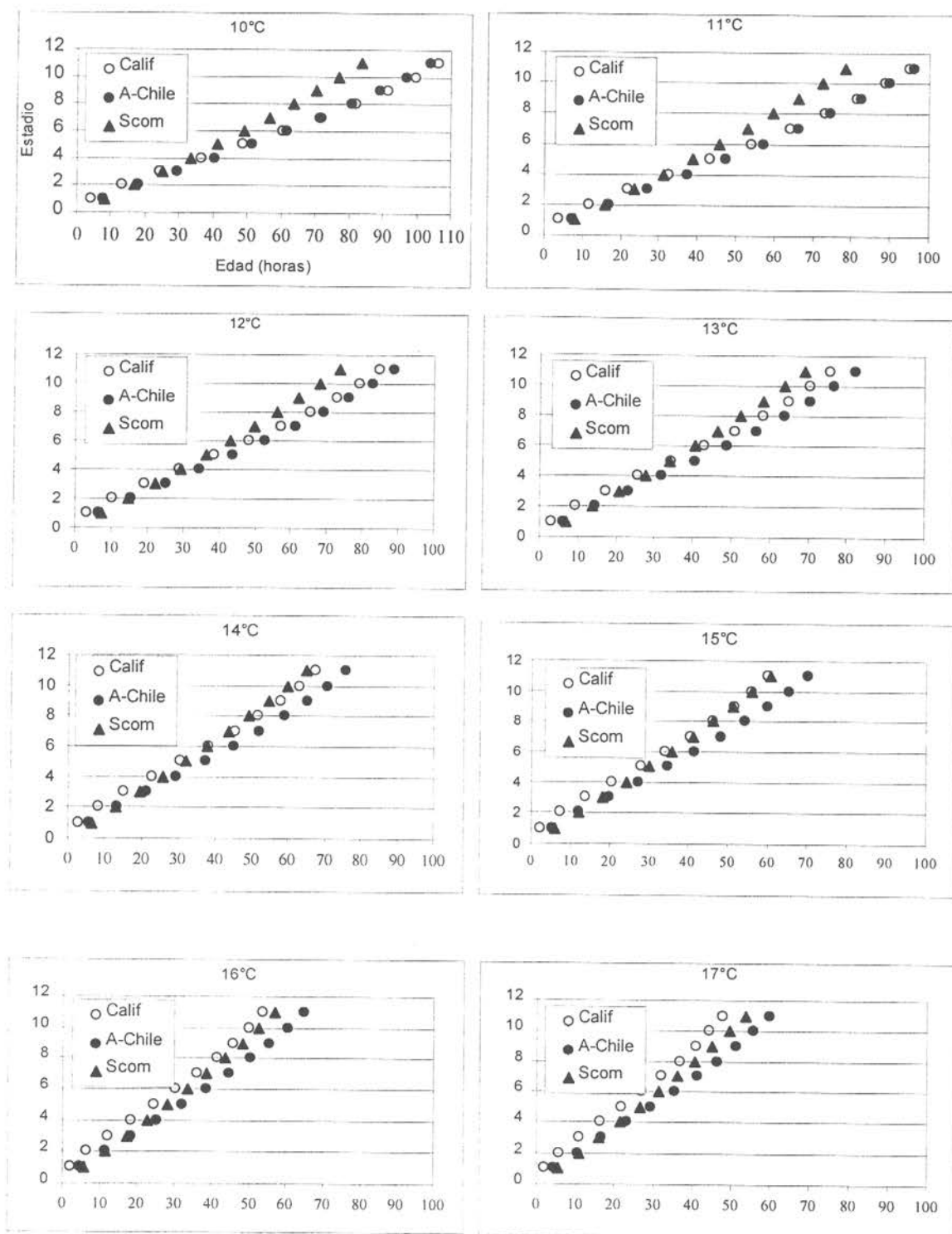


Figura 58a. Desarrollo embrionario a distintas temperaturas, para los huevos de sardina común y anchoveta en Chile Centro-Sur y anchoveta de California

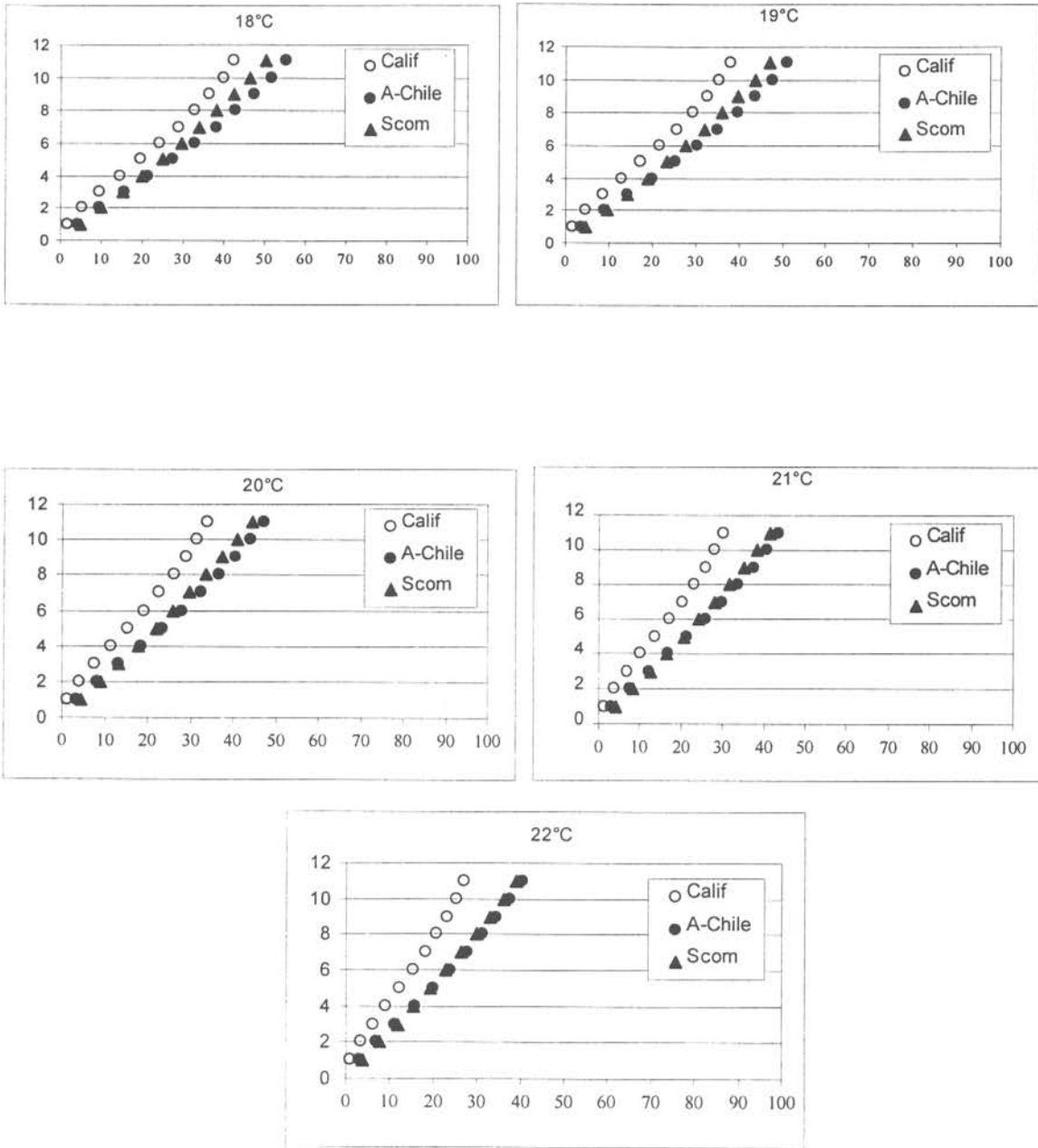


Figura 58b. Desarrollo embrionario a distintas temperaturas, para los huevos de sardina común y anchoveta en Chile Centro-Sur y anchoveta de California

Distribución de huevos de sardina común y anchoveta

Condiciones oceanográficas

Las condiciones oceanográficas (*i.e.*, temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto), asociadas a los muestreos planctónicos de evaluación de huevos de sardina común y anchoveta en el área y período de estudio, se presenta a la forma de perfiles verticales (cruceros 1, 3 y 4) y de secciones oceanográficas (crucero 1).

Para el crucero 1, el análisis de la transecta de estaciones revela un sector bien mezclado verticalmente entre la superficie y los 40 m de profundidad, situación que se verifica más claramente en las estaciones oceánicas, y una leve estratificación térmica entre los 40 y 60 m de profundidad (*ca.*, 1°C en 15 m; **Figura 59a**).

El aporte de aguas continentales a través de la desembocadura del río Itata, genera un fuerte gradiente salino que tiene efecto en los primeros 10-15 m de la columna de agua, especialmente en las estaciones costeras (estaciones 6 y 5), donde se detectaron salinidades menores a 20.

La influencia de las aguas continentales alcanza hasta las 15 mn desde la costa (estación 4) y, por el contrario no ejerce una influencia directa sobre las estaciones oceánicas (**Figura 59b**). Un patrón similar es descrito para la densidad (**Figura 59c**).

La distribución espacial de oxígeno disuelto evidenció aguas bien oxigenadas en los primeros 40 m de la columna de agua, para disminuir paulatinamente hasta alcanzar 2 ml l⁻¹ hacia los 100 m de profundidad (**Figura 59d**).

La gráfica de la distribución vertical de cada una de las variables medidas es presentada en la **Figura 60**, a la forma de perfiles verticales promedio considerando todas las estaciones realizadas en la transecta.

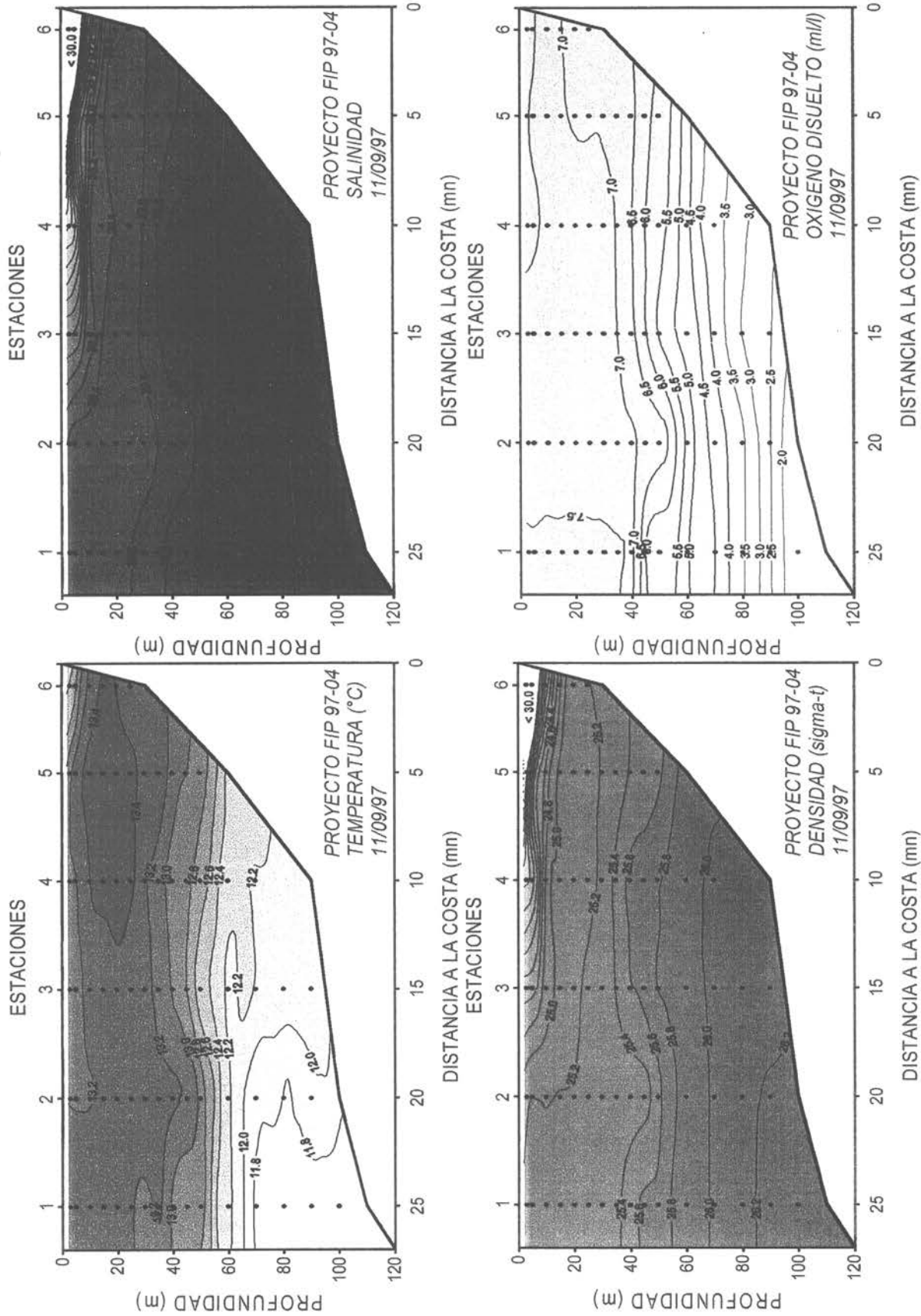


Figura 59. Secciones oceanográfica para transecta de estaciones. A) temperatura (°C), b) salinidad, c) densidad (sigma-t), d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹). Crucero I

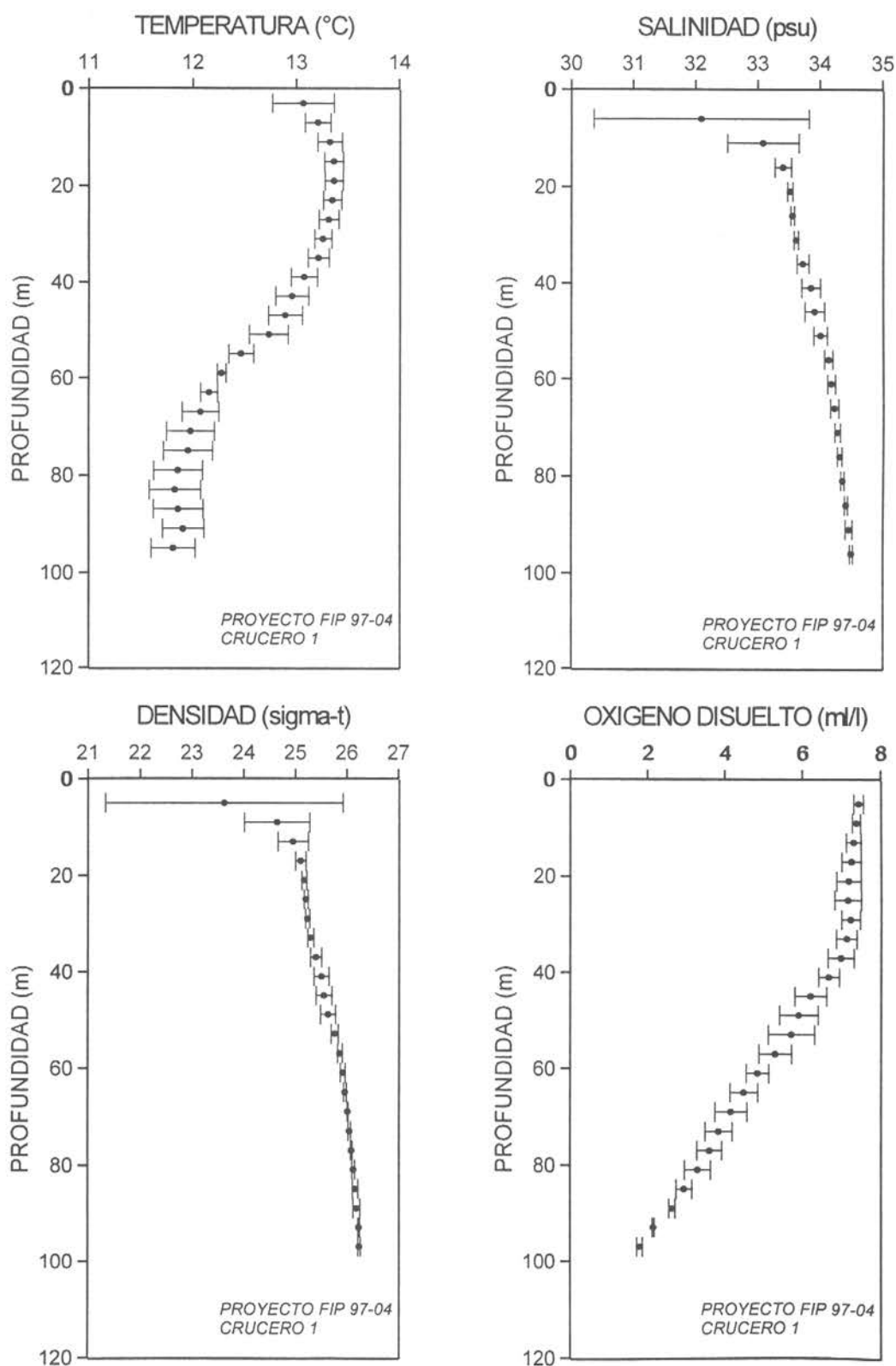


Figura 60. Perfiles promedio de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto, registrados durante la evaluación de la transecta de estaciones. Crucero 1

Para los cruceros 3 y 4, desarrollados en el Golfo de Arauco y zona costera de la X Región, respectivamente, las **Figuras 61** y **62** presenta los perfiles verticales promedio para cada una de las variables medidas en estas regiones. Se observa la influencia superficial de aguas continentales que ejercen un evidente efecto hasta ca. los 5 m de profundidad. Durante el crucero 3, la temperatura mostró un patron vertical de distribución caracterizado por la ausencia de termoclinas, en tanto que las variables salinidad y densidad mostraron fuertes gradientes asociados a los primeros metros de la columna de agua, principalmente por influencia de aguas de los ríos Arauco y Carampangue que desembocan en el fondo de saco del Golfo de Arauco.

Durante el crucero 4 se evidencia inversiones térmicas en los primeros metros de la columna de agua (**Figura 62**), en tanto que la distribución vertical de salinidad y densidad son también afectadas por la presencia de aguas de origen continental en el área costera de la X Región, lo que produce gradientes salinos fuertes en los primeros 5 m de la columna de agua.

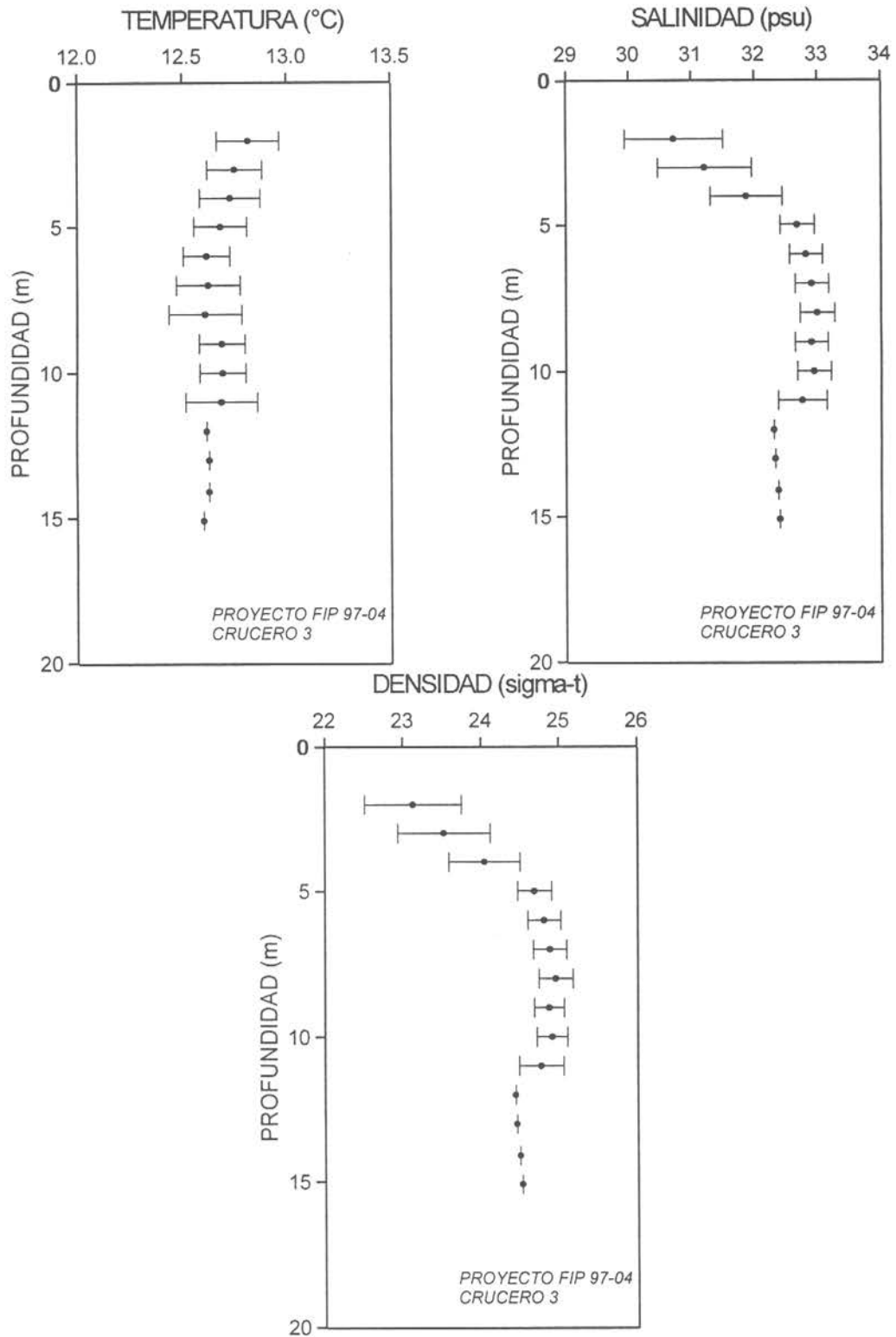


Figura 61. Perfiles promedio de temperatura, salinidad y densidad, registrados durante el crucero 3

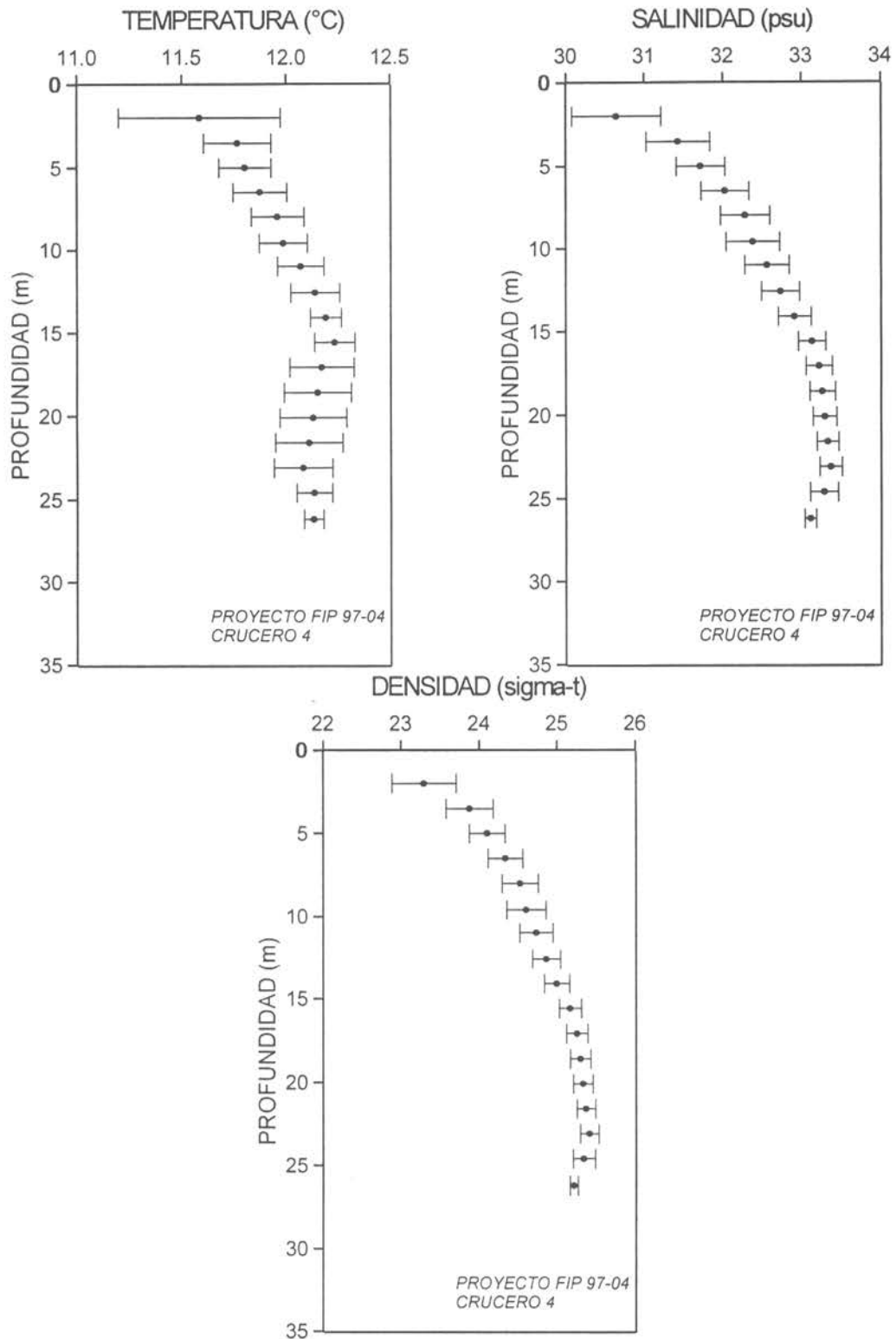


Figura 62. Perfiles promedio de temperatura, salinidad y densidad, registrados durante el crucero 4

Variables hidrográficas: Análisis horizontal crucero de 1999

Durante la época de desove de ambos recursos y particularmente durante el período de veda reproductiva de agosto de 1999, se realizó un crucero de prospección de huevos y larvas de estos recursos desde Punta Lavapié hasta Corral a bordo del PAM Trinidad. En dicho crucero se caracterizaron las condiciones oceanográficas que rigieron durante el período de desove en la VIII y IX Regiones. El crucero de prospección de huevos y larvas de sardina común y anchoveta, se realizó entre los días 06/08/99 y 13/08/99, a bordo del PAM Trinidad perteneciente a la empresa Pesquera TRIPESCA S.A. El crucero tuvo una cobertura latitudinal entre los 37°11' y los 39°42' de latitud Sur, en tanto que el máximo límite longitudinal estuvo centrado en los 74°00' de longitud Oeste. Durante el desarrollo del crucero se evaluaron un total de 58 estaciones para la captura de ictioplancton, las cuales fueron distribuidas en transectas cortas (máximo tres estaciones por transecta) a lo largo de la costa (Figura 63).

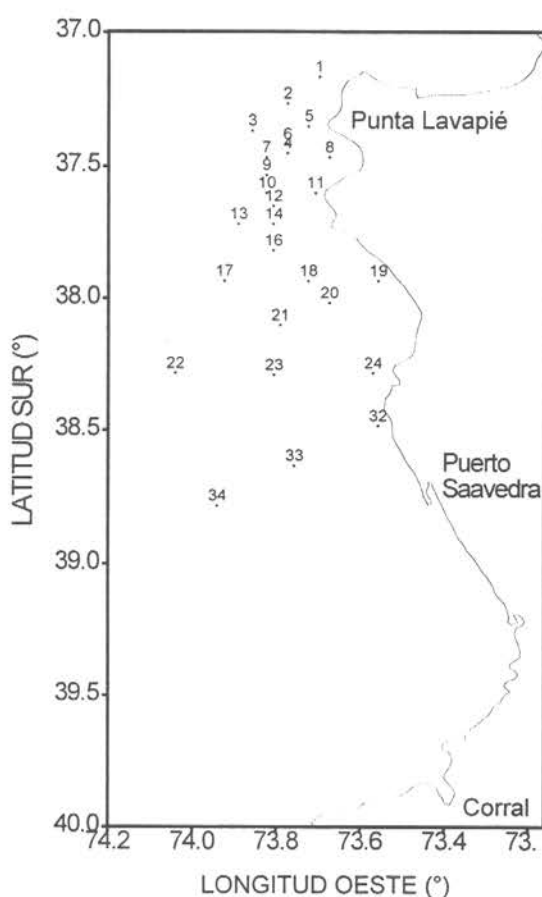


Figura 63. Posición de las estaciones oceanográficas en el área de estudio (crucero 1999)

a) Registros a 5 m de profundidad

En el estrato superficial (5 m), la distribución horizontal de la temperatura del mar no presentó gradientes longitudinales ni latitudinales, por el contrario, la temperatura en este estrato fluctuó en un estrecho rango, entre los 11.256 y 11.954 °C, con un promedio de 11.588 ± 0.184 °C. En general, gran parte del área de estudio estuvo dominada por la isoterma de 11.5 (**Figura 64a**).

Respecto de la distribución de la salinidad, esta variable presentó una variación mayor que la temperatura, con un rango de fluctuación superficial (5 m) de 32.664-33.942 psu, y un promedio de 33.572 ± 0.329 psu. La **Figura 64a** muestra la presencia de aguas menos salinas (<33 psu) en el sector costero frente a la Isla Mocha (38°20'S), presumiblemente asociado al aporte de aguas continentales provenientes del río Toltén, generando un gradiente longitudinal positivo al océano en esta región. Al norte de los 37°30'S, este gradiente no se verifica, quedando el extremo norte caracterizado por las isohalinas de 33.4 y 33.6.

En este estrato, la distribución de la densidad verificó un patrón similar de distribución que la salinidad, con diferencias costa-océano en la región sur del área de estudio, gradiente que no es observado en el extremo norte, donde la distribución de densidad es homogénea en todo el sector, caracterizada por la isopicna de 25.4 y 25.6 (**Figura 66a**). En este estrato, la densidad fluctuó entre los 24.807 y los 25.831, presentando un promedio para el sector de estudio de 25.579 ± 0.270 .

La distribución espacial de la temperatura superficial del mar es consistente con lo mostrado por las seis imágenes satelitales de temperatura correspondientes al período de estudio, donde se evidencia en general una región costera con aguas centradas en los 11-12 °C (ver **Anexo 1**).

b) Registros a 25 m de profundidad

En el estrato de los 25 m de profundidad, la temperatura del mar fluctuó estrechamente entre los 11.262 y los 11.88 °C (11.543 ± 0.133 °C). Este estrecho margen de variabilidad se expresa en la carta de distribución horizontal de temperatura para el estrato de 25 m (**Figura 64b**), donde se aprecia una distribución homogénea con temperaturas centradas en las isotermas de 11.4 a 11.6 en toda la región de estudio.

A diferencia de lo observado para el estrato superficial, en los 25 m de profundidad no se aprecia el gradiente longitudinal de salinidad descrito anteriormente, sino una distribución homogénea caracterizada por la isohalina de 33.8 psu en toda el área de estudio (**Figura 65b**), indicando la influencia sólo superficial de aguas continentales en el sector de estudio. En este estrato, los valores de salinidad fluctuaron entre los 33.667 y 33.939 psu (33.844 ± 0.060 psu).

De igual manera que lo expresado para la salinidad, la distribución horizontal de la densidad en este estrato mostró una distribución espacial homogénea, sin gradientes longitudinales ni latitudinales, caracterizada por la isopicna de 25.9 (**Figura 66b**). En este estrato, la densidad fluctuó entre 25.747 y 25.925 (25.889 ± 0.038).

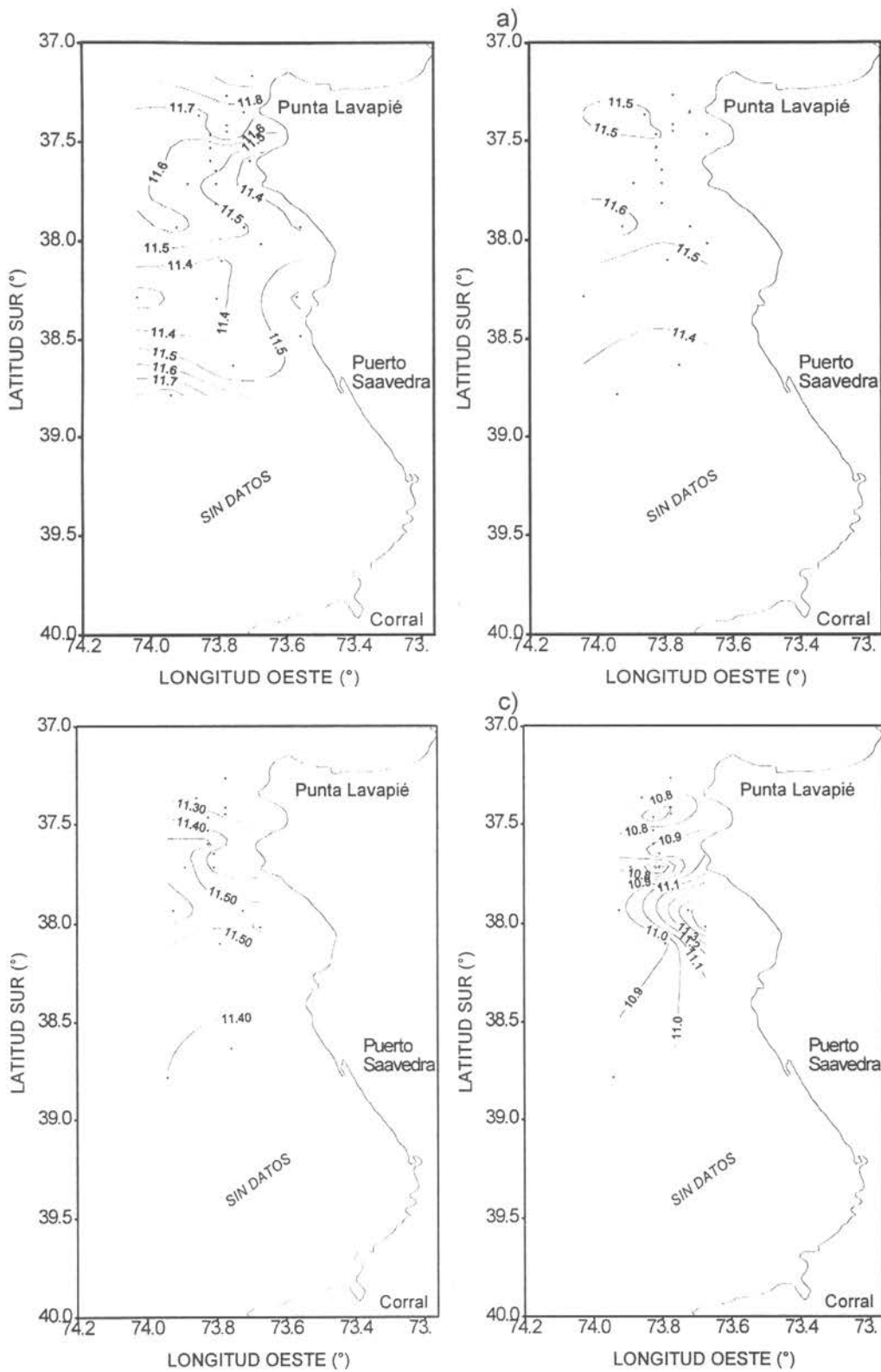
c) Registros a 50 m de profundidad

En el estrato de 50 m de profundidad, la temperatura del mar tampoco presentó gradientes longitudinales ni latitudinales, siendo consistente con el estrecho rango de fluctuación en este estrato (11.089-11.886 °C) con un promedio de 11.433 ± 0.192 °C (**Figura 64c**).

A diferencia de lo informado para el estrato superficial, en el estrato de 50 m no se observa un gradiente longitudinal, más se aprecia un gradiente salino latitudinal importante positivo hacia el norte (**Figura 65c**), situado al sur de Punta Lavapié. En este estrato, la salinidad fluctuó entre los 33.845 y 34.289 psu (34.025 ± 0.173 psu).

d) Registros a 75 m de profundidad

La temperatura a 75 m de profundidad evidenció una fluctuación estrecha, entre 10.507 y 11.67 °C (11.013 °C). La distribución espacial reveló una distribución relativamente homogénea, aunque se observó un leve gradiente latitudinal positivo hacia el sur (**Figura 64d**). La salinidad, al igual que lo reseñado para el estrato de 50 m, mostró un leve gradiente latitudinal, positivo hacia el norte, con salinidades fluctuando en un amplio rango, entre los 33.888 y 34.402 psu, con un promedio centrado en los 34.212 ± 0.195 (**Figura 65d**).



b)

d)

Figura 64. Distribución horizontal de la temperatura del mar en el área de prospección, sobre los estratos de: a) superficial (5 m), b) 25 m, c) 50 m y d) 75 m

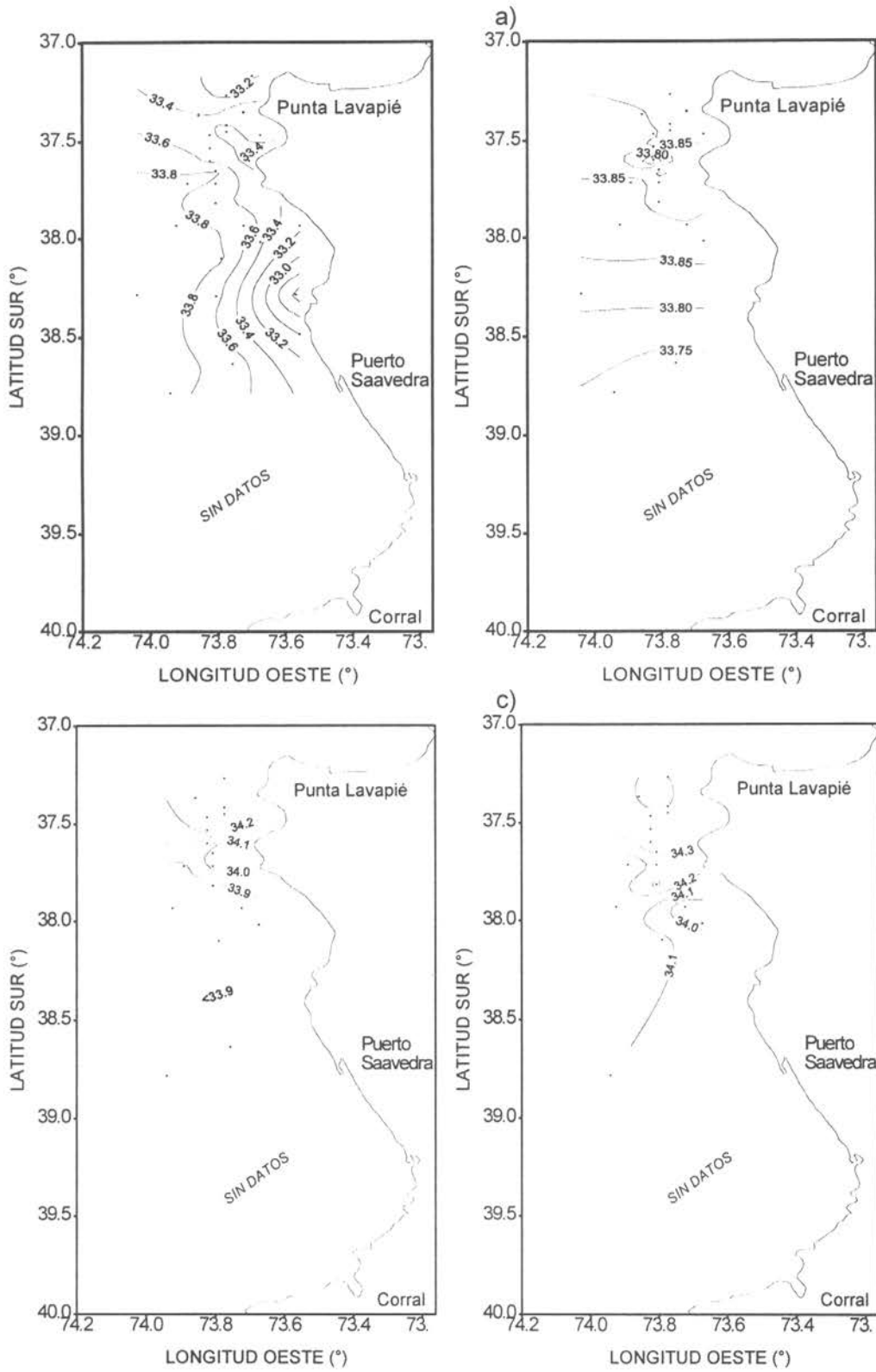
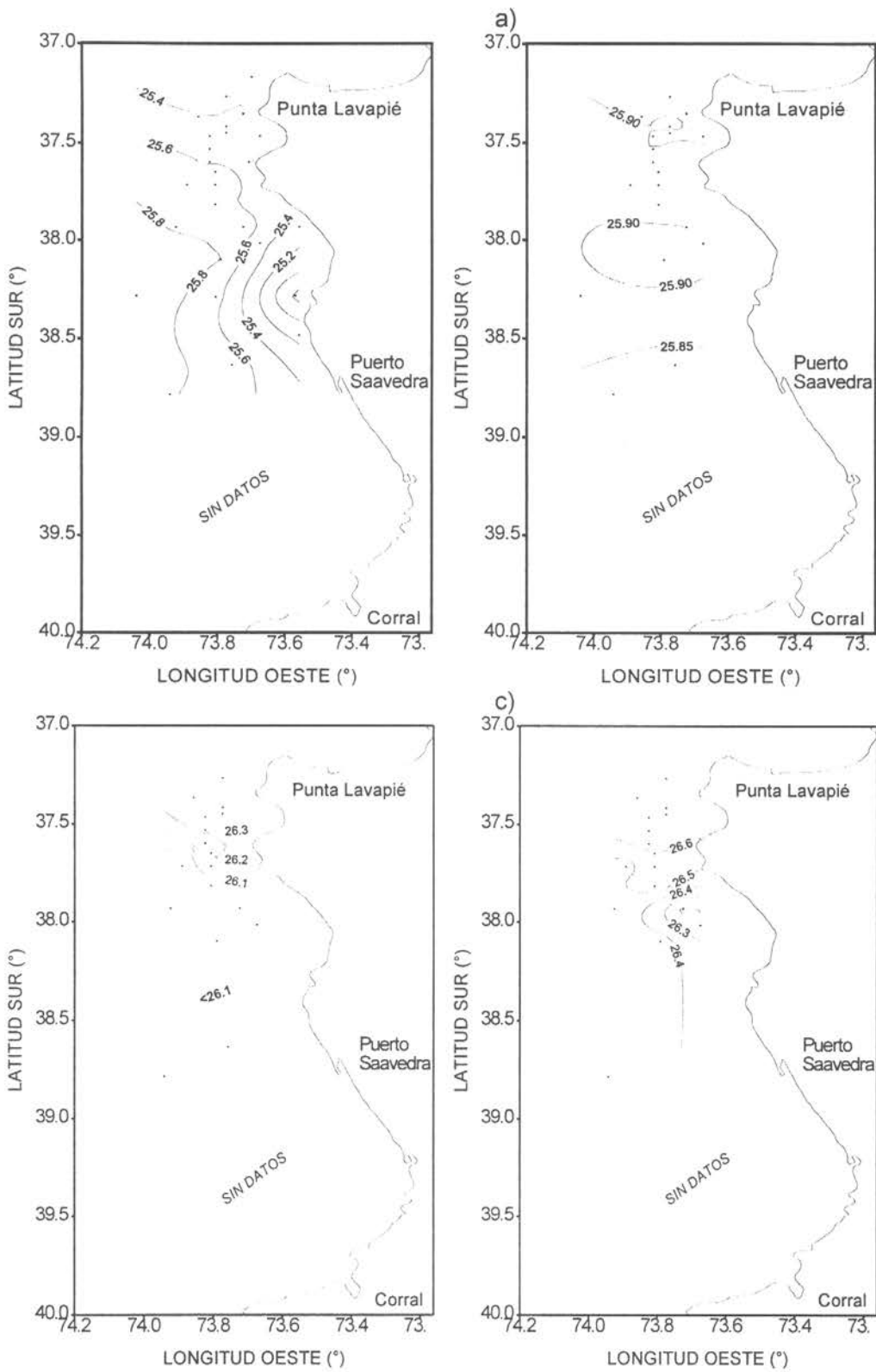


Figura 65. Distribución horizontal de la salinidad del agua de mar en el área de prospección, sobre los estratos de: a) superficial (5 m), b) 25 m, c) 50 m y d) 75 m



b)

d)

Figura 66. Distribución horizontal de la densidad del agua de mar en el área de prospección, sobre los estratos de: a) superficial (5 m), b) 25 m, c) 50 m y d) 75 m

Perfiles verticales promedio

El análisis de la distribución vertical de las variables oceanográficas se realizó por medio de perfiles verticales promedio, considerando todas las estaciones oceanográficas realizadas en el sector de estudio.

El análisis de los perfiles individuales para cada una de las estaciones oceanográficas indicó, una capa de mezcla fluctuando entre los 10 y los 77 m de profundidad, y, una profundidad base de la termoclina entre los 40 y los 93 m.

La **Figura 67a** presenta el perfil vertical promedio de la temperatura, donde se advierte claramente una capa de mezcla de aproximadamente 50 m y una termoclina muy leve que se extiende desde los 50 m hasta la máxima profundidad de muestreo (ca., 100 m de profundidad). Considerando todas las estaciones de muestreo oceanográfico realizadas en el área de estudio, los máximos gradientes térmicos fluctuaron entre -0.016 y -0.278 °C/10 m, situándose principalmente en el estrato comprendido entre los 40 y 80 m de profundidad. En general, los mayores gradientes verticales térmicos se detectaron en la región situada al norte de Punta Morguilla (Est. 6: -0.278 °C/10m) y los gradientes más bajos estuvieron asociados al sector norte de Isla Mocha, fluctuando entre los -0.016 y los -0.078 °C/10 m (estaciones 22, 23, 24, 33, 34).

A diferencia de la temperatura, el perfil promedio de salinidad mostró una variación vertical pequeña, sin presentar una haloclina definida, sino más bien una leve disminución monótonica con la profundidad (**Figura 67b**). El análisis sobre todas las estaciones oceanográficas indicó máximos gradientes salinos fluctuando entre los 0.021 (Estación 22) y los 0.399 psu/10 m (Estación 24), situándose preferente en el estrato superficial (< 10 m). En general, los mayores gradientes superficiales estuvieron asociados a estaciones costeras, en tanto que gradientes menores (< 0.050 psu/10 m) se ubicaron preferentemente en estaciones más alejadas de la costa. De igual manera que lo reseñado para la salinidad, el patrón de distribución vertical promedio de la densidad no presentó una pycnoclina bien desarrollada, sino más bien una disminución constante de la densidad con la profundidad. Los máximos gradientes de densidad fluctuaron entre los 0.011 y los 0.325 sigma-t/10 m, situándose preferentemente en el estrato comprendido entre la superficie y los 13 m de

profundidad (**Figura 67c**). Entre las estaciones 12 y 22, los gradientes máximos son menores a los $0.1 \text{ sigma-t}/10 \text{ m}$.

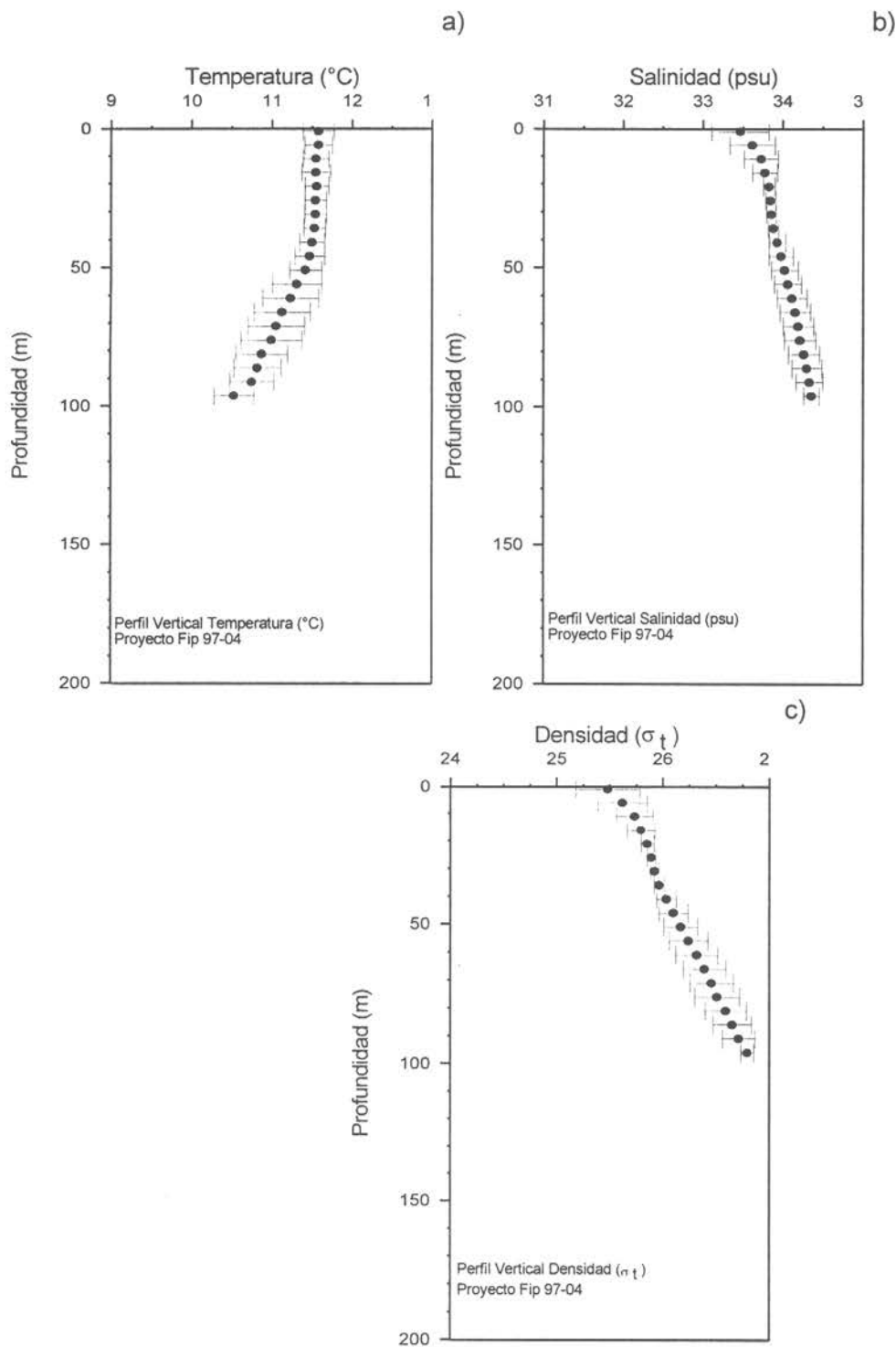


Figura 67. Distribución vertical promedio de las variables: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu) y c) densidad (sigma-t) en el área de estudio

VARIABLES HIDROGRÁFICAS: ANÁLISIS VERTICAL

Transectas longitudinales

Las variaciones longitudinales en las variables medidas fueron analizadas a través de una transecta paralela a la línea de costa, utilizando estaciones representativas del sector de estudio. La transecta comprendió las estaciones 1, 2, 7, 9, 12, 19, 14, 16, 23 y 33.

El análisis longitudinal evidenció aguas frías ($< 12\text{ }^{\circ}\text{C}$) en toda la región de estudio, sin la presencia de gradientes conspicuos en sentido latitudinal (**Figura 68a**). A lo largo de todo el transecto no fueron observados gradientes verticales importantes, situación que se acentúa hacia el sector sur del área de estudio, donde la capa de mezcla alcanzó profundidades mayores a 50 m. Bajo los 60 m, las aguas presentaron temperaturas menores a $11\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Por el contrario, la distribución de la salinidad mostró un gradiente norte-sur, positivo hacia el sur, en el estrato superficial (0-20 m), verificándose aguas menos salinas en el sector norte ($< 33.0\text{ psu}$) hasta aproximadamente los $37^{\circ}50'\text{ S}$ y mayores a 33.8 en el extremo sur. En general, bajo los 40 m de profundidad las aguas estuvieron caracterizadas por las isohalinas de 34.0 y 34.2 (**Figura 68b**). La distribución de densidad siguió un patrón similar al de la salinidad, con un gradiente norte-sur bien diferenciado en el estrato superficial, en tanto que bajo los 40 m, la distribución vertical indica la variación a una tasa relativamente constante con la profundidad (**Figura 68c**).

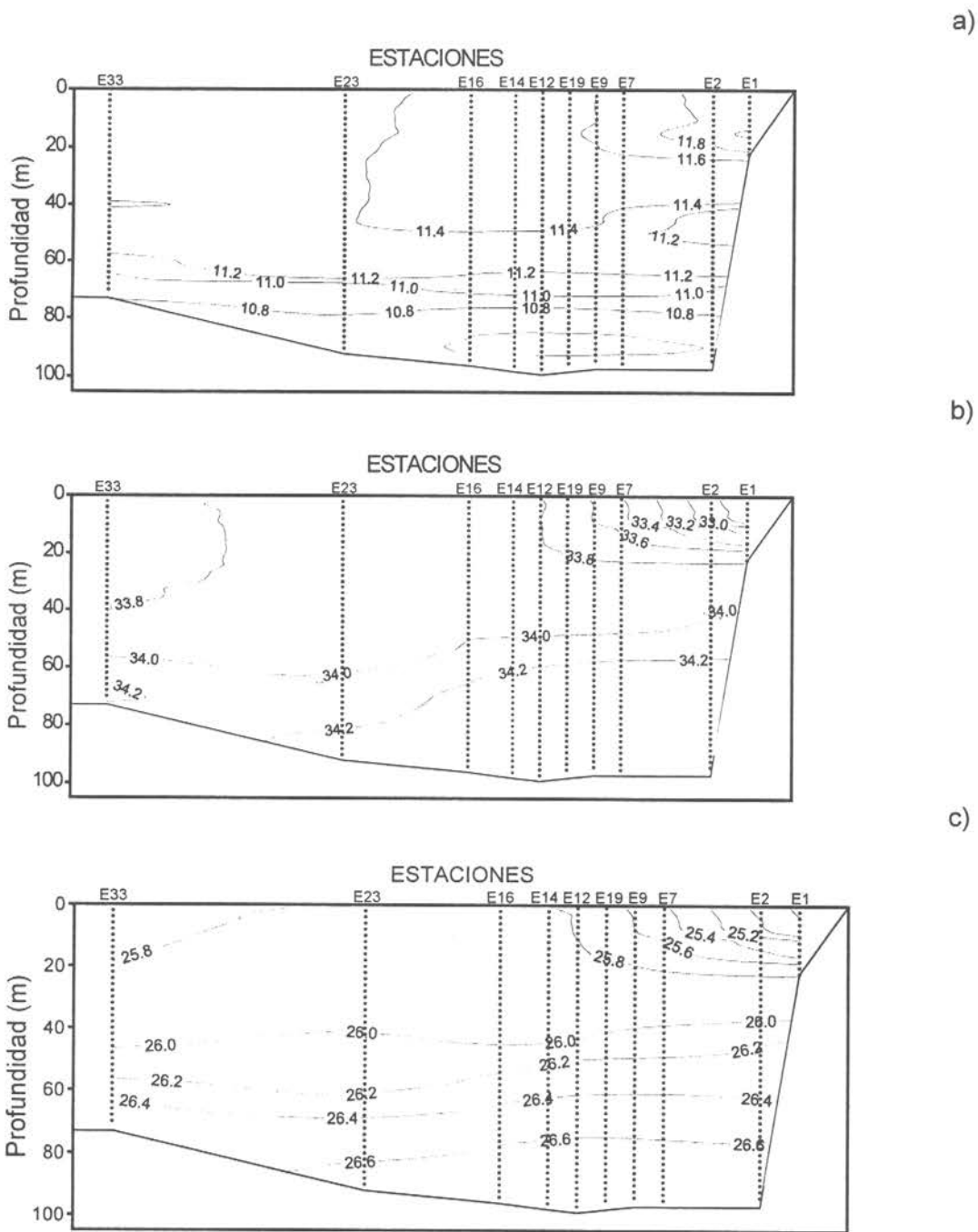


Figura 68. Sección oceanográfica, paralela a la costa, para las variables : a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu) y c) densidad ($\sigma\text{-t}$) en el área de estudio

Diagrama TS

En toda el área de estudio, la profundidad máxima de muestreo fluctuó entre los 7 y 214 m, no obstante el 95% de las estaciones de muestreo presentó una profundidad máxima entre 10 y 100 m. Por lo anterior, se infiere la ausencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Agua Intermedia Antártica (AIA), siendo consistente con lo reseñado en la **Figura 69**, donde se observan aguas de mezcla entre aguas continentales y Agua Subantártica (ASAA), con índices termosalinos de 12.28-12.18 °C para la temperatura y, 32.48 – 34.43 psu, para la salinidad.

Si se analiza sólo el estrato superficial (menor 100 m), en este trabajo no se detectó la intrusión de aguas cálidas y más salinas por la región norte y por el sector centro y suroeste del área de estudio, situación que se verificó en el mes de agosto del año 1994 (Figuroa *et al.*, 1994), por lo que los índices termosalinos reportados en este informe presentan leves diferencias para el sector norte del área de estudio. Al comparar los resultados de este crucero con la hidrografía descrita para el invierno de 1997 (Núñez & Ortiz, 1998) y 1998 (Núñez & Ortiz., 1999), se encuentran diferencias en los índices termohalinos considerando el impacto del evento El Niño, 1997-98 sobre la hidrografía local, observándose aguas más cálidas y salinas, especialmente en los sectores del norte y centro del área de estudio.

Los resultados presentados en este informe reflejan similares resultados a los descritos por Núñez & Ortiz (1999b, 199c), en relación a las características hidrográficas de similar área de estudio, realizadas en junio, julio y, agosto-septiembre de 1999, respectivamente. Analizando investigaciones de similar naturaleza, los resultados de este crucero también son similares a los descritos por Blanco & Cerda (1993) y Blanco (1995), para cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común en similar área y período de estudio.

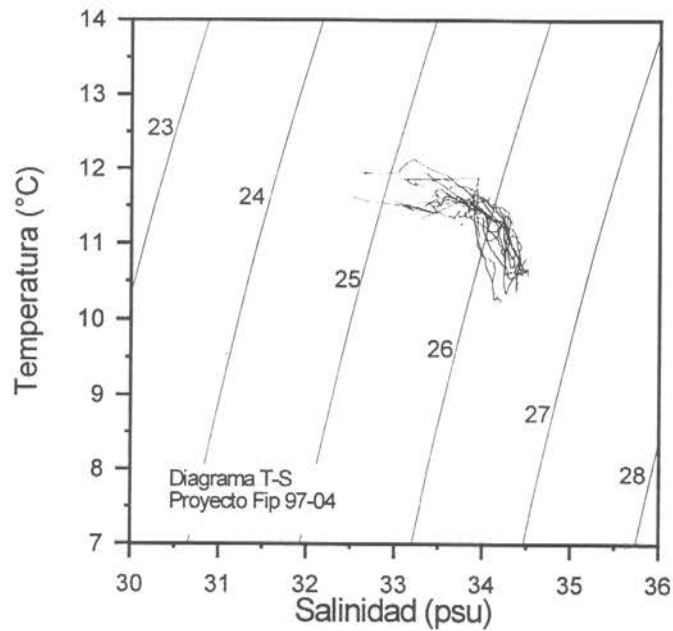


Figura 69. Diagrama T-S que incluye todas las estaciones oceanográficas realizadas en el área de estudio

Distribución espacial y temporal de huevos de sardina común y anchoveta

Crucero 1

La **Tabla 32** muestra la densidad de huevos de anchoveta y sardina común recolectada en las estaciones bio-oceanográficas dispuestas en la transecta de estaciones. Las densidades de huevos de anchoveta se presentaron muy bajas durante la realización de la transecta (11/09/97), pudiendo detectarse sólo en la zona más costera (estaciones 12 y 13 y 14). Los valores promedio de huevos de anchoveta en este sector fueron de 213.93 ± 183.83 huevos/10m² para las estaciones positivas.

Por el contrario, fueron más abundantes los huevos de sardina común, los que en promedio presentaron un valor de 432.7 ± 392.3 huevos/10m² para las estaciones positivas en la transecta. Las mayores densidades de huevos de sardina común se encontraron asociadas al mismo sector costero de la transecta que en la anchoveta (estaciones 5 y 6, lances 12 y 13, < 5 mn desde la costa), registrándose mayores densidades en el estrato de 25 a 50 m de

profundidad. Al igual que para anchoveta (**Figura 70**), para sardina común (**Figura 71**) también hubo presencia de huevos en el sector costero de la transecta.

Al comparar las densidades de huevos de sardina común por estrato de muestreo, los resultados revelan que el 100% de los huevos se encontraban asociados a aguas someras de profundidades inferiores a 50 m, observándose total ausencia en el estrato de >50 m.

Tabla 32. Densidad de huevos de anchoveta y sardina común (huevos 10 m²), por estrato de muestreo. Transecta de estaciones

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh/mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	Anchoveta (huevos/10 m ²)	Sardina común (huevos/10 m ²)
1	11/09/97	7.52			100-50	0.00	0.00
2	11/09/97	7.52	36.271	73.250	50-25	0.00	0.00
3	11/09/97	7.52	36.271	73.250	25-0	0.00	0.00
4	11/09/97	9.05	36.271	73.250	100-50	0.00	0.00
5	11/09/97	9.05	36.290	73.181	50-25	0.00	0.00
6	11/09/97	10.31	36.290	73.181	100-50	0.00	0.00
7	11/09/97	10.31	36.312	73.098	50-25	0.00	0.00
8	11/09/97	10.31	36.312	73.098	25-0	0.00	0.00
9	11/09/97	11.48	36.312	73.098	100-50	0.00	0.00
10	11/09/97	11.48	36.338	73.027	50-25	0.00	0.00
11	11/09/97	11.48	36.338	73.027	25-0	0.00	0.00
12	11/09/97	13	36.338	73.027	50-25	365.14	811.42
13	11/09/97	13	36.359	72.947	25-0	267.47	458.52
14	11/09/97	14.01	36.359	72.947	25-0	9.35	28.05
			36.373	72.910			
					Promedio	45.85 ±	92.71 ±
					Est.	116.19	240.0
					Totales.		
					Promedio	213.93 ±	432.7 ±
					Est.	183.83	392.3
					Positivas		

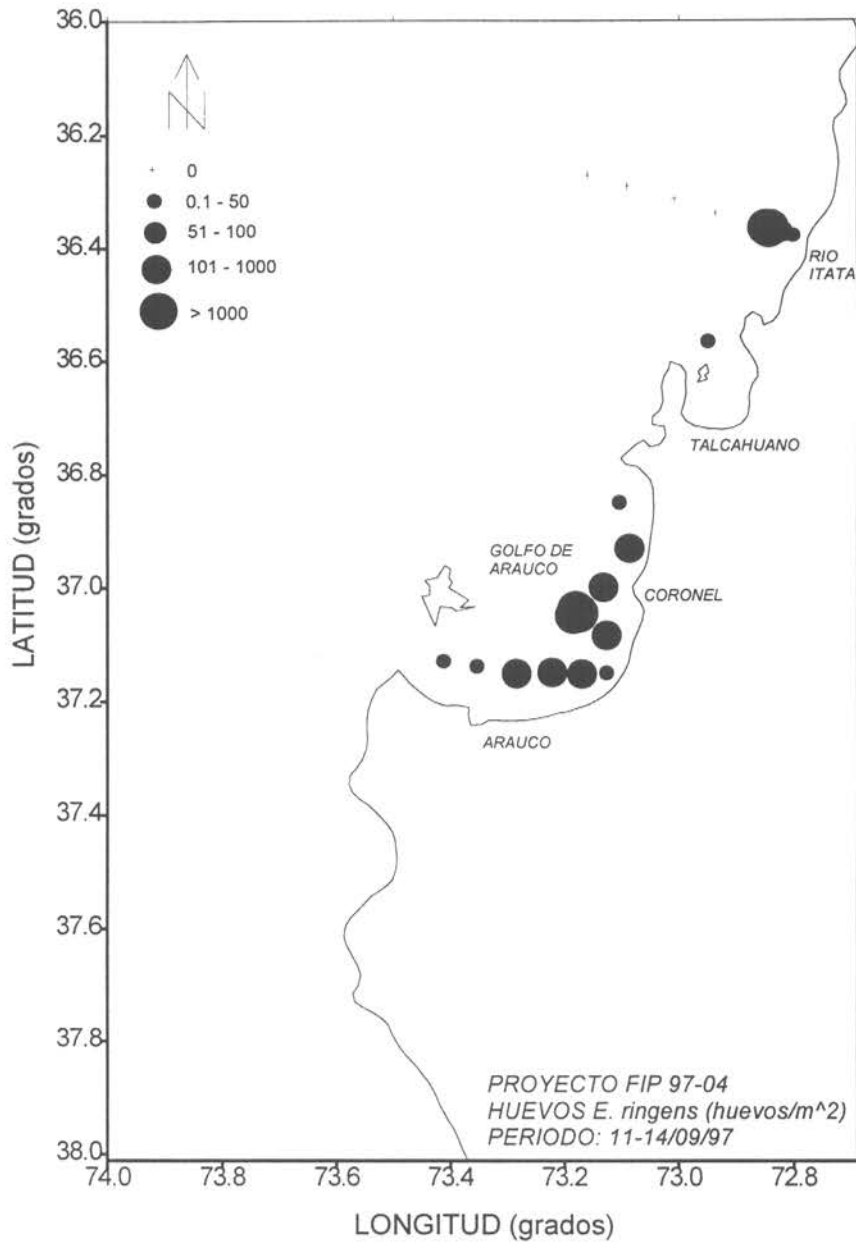


Figura 70. Abundancia de huevos (huevos/10m²) de anchoveta en la zona costera de la VIII Región (cruceiro 1)

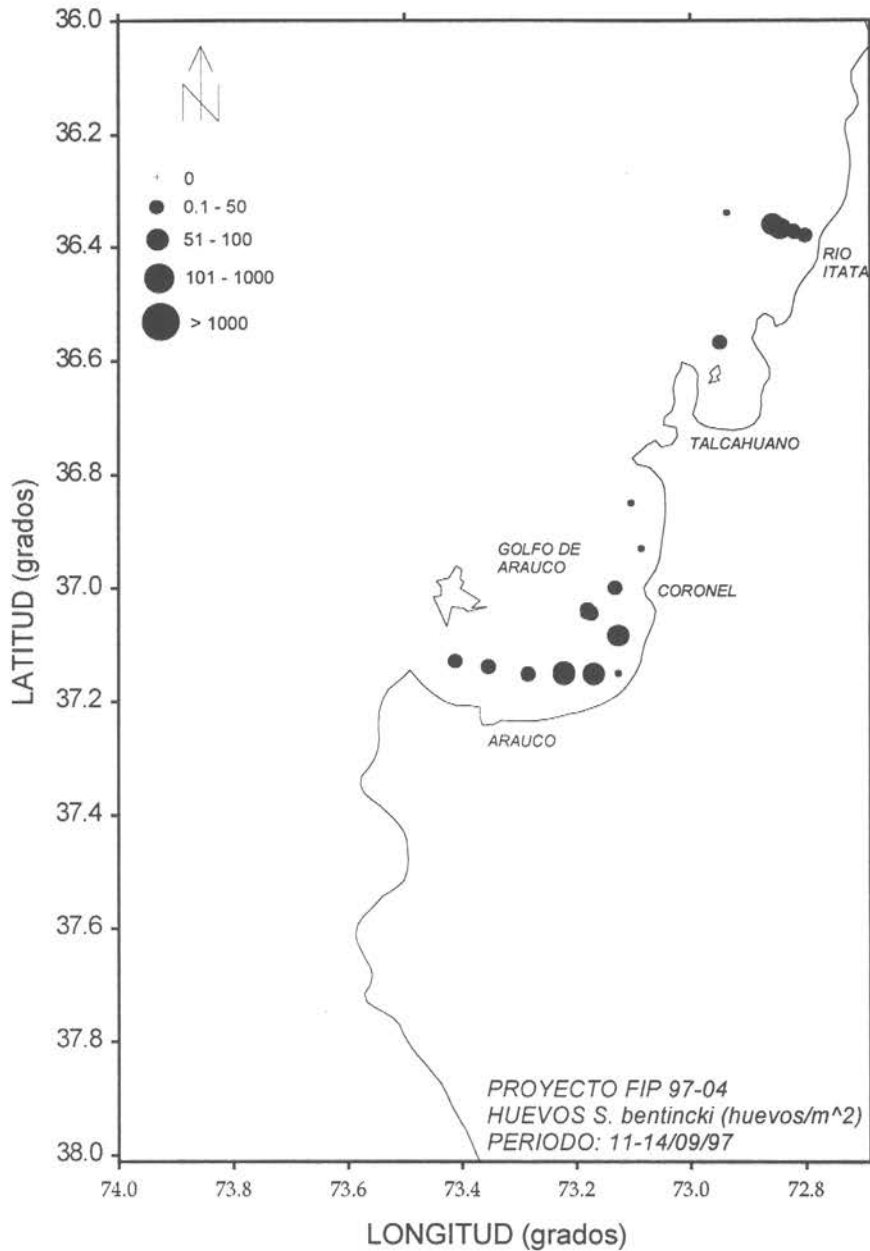


Figura 71. Abundancia de huevos (huevos/10m²) de sardina común en la zona costera de la VIII Región (crucero 1)

En este crucero, la distribución espacial de huevos de sardina común y anchoveta estuvo asociada principalmente a las zonas de monitoreo temporal (escala de horas), realizado entre los días 11 y 14 de septiembre de 1997, donde se realizaron el 70% de las estaciones de muestreo.

Los resultados revelan una mayor densidad de huevos de anchoveta en el Golfo de Arauco (5932.55 ± 5819.6 huevos 10m^{-2}), en contraste con la baja abundancia de huevos de sardina común (330.20 ± 344.15 huevos 10m^{-2}) para las estaciones positivas. Así mismo, durante el monitoreo temporal horario desarrollado en la zona costera asociada a la desembocadura del río Itata (< 5 mn), los huevos de anchoveta presentaron densidades promedio mayores (7666.35 ± 11753.7 huevos 10m^{-2}) que los huevos de sardina común (186.97 ± 297.4 huevos 10m^{-2}) para estaciones positivas, situación similar a la reseñada para el Golfo de Arauco (Tablas 33 y 34).

Tabla 33. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos 10m^{-2}) en el sector del Golfo de Arauco

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh/mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	Anchoveta (huevos/10 m^2)	Sardina común (huevos/10 m^2)
1	12/09/97	12.2	37.084	73.216	22	2672.39	521.44
2	12/09/97	12.01	37.152	73.259	13	2954.97	738.74
3	12/09/97	13.27	37.149	73.311	24	5765.90	960.98
4	12/09/97	13.58	37.152	73.374	20	1146.30	91.70
5	12/09/97	14.35	37.139	73.444	6	15.55	104.44
6	12/09/97	15.17	37.130	73.502	15	52.68	52.68
7	12/09/97	18	37.152	73.311	25	346.64	770.31
8	12/09/97	19.05	37.151	73.261	15	11.82	25.34
9	12/09/97	20.01	37.151	73.216	25	25.68	0.00
10	12/09/97	21.02	36.999	73.226	35	317.19	0.00
11	12/09/97	21.57	37.045	73.263	40	10784.37	498.44
12	12/09/97	23.02	37.038	73.270	40	10423.80	163.90
13	13/09/97	0	37.043	73.265	40	9101.85	40.54
14	13/09/97	1.03	37.045	73.267	40	12843.20	0.00
15	13/09/97	2.01	37.047	73.276	40	7834.24	0.00
16	13/09/97	3.07	37.049	73.274	40	17778.80	0.00
17	13/09/97	4.02	37.047	73.264	40	10493.03	0.00
18	13/09/97	5	37.044	73.263	40	11490.49	0.00
19	13/09/97	6	37.044	73.265	40	14293.57	0.00
20	13/09/97	10.5	36.567	73.039	40	298.57	29.86
					Promedio	$5932.55 \pm$	$199.92 \pm$
					Est.	5819.6	310.8
					Totales.		
					Promedio	$5932.55 \pm$	$333.20 \pm$
					Est.	5819.6	344.15
					Positivas		

Tabla 34. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos m⁻²) en el sector de la desembocadura del río Itata

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh/mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	Anchoveta (huevos/10 m ²)	Sardina común (huevos/10 m ²)
1	13/09/97	12.53			20	631.18	27.15
2	13/09/97	13.27	36.371	72.911	10	15.97	3.55
3	13/09/97	14	36.378	72.892	40	19177.77	530.21
4	13/09/97	16	36.366	72.934	40	4020.40	0.00
5	13/09/97	18	36.368	72.943	40	5659.23	0.00
6	13/09/97	19	36.368	72.932	40	45591.73	0.00
7	13/09/97	20	36.367	72.933	40	1247.05	0.00
8	13/09/97	21	36.367	72.933	40	3988.23	0.00
9	13/09/97	22	36.369	72.937	40	1570.49	0.00
10	13/09/97	23	36.368	72.936	45	12609.68	0.00
11	13/09/97	0.08	36.364	72.937	40	10168.12	0.00
12	13/09/97	0.59	36.366	72.935	38	15268.84	0.00
13	13/09/97	2	36.365	72.931	37	325.73	0.00
14	13/09/97	3.03	36.365	72.934	36	445.46	0.00
15	13/09/97	4	36.366	72.935	25	955.81	0.00
16	13/09/97	5.01	36.371	72.912	40	986.00	0.00
			36.367	72.934			
					Promedio	7666.35 ±	35.06 ±
					Est.	11753	132.21
					Totales.		
					Promedio	7666.35 ±	186.97 ±
					Est.	11753	297.49
					Positivas		

Crucero 2

La **Tabla 35** muestra la densidad de huevos de anchoveta y sardina común recolectados durante el período de desove primario y secundario en la región de estudio. Los huevos de ambas especies presentaron densidades mayores durante el período invernal (julio-agosto de 1998) que durante el período de desove secundario, esto es, para anchoveta se detectaron valores promedio de 386.44 ± 955.6 huevos/10m² (período desove primario) y 4.81 ± 8.30 huevos/10m² (período desove secundario); en tanto que, la especie sardina común presentó valores menores de densidad promedio para ambos períodos, esto es, 122.65 ± 278.4 huevos/10m² (período desove primario) y 6.63 ± 4.38 huevos/10m² (período desove secundario), para las estaciones con presencia positivas de huevos de anchoveta y/o sardina común. La distribución espacial de la abundancia de huevos de anchoveta y sardina común correspondiente a este crucero, se presentan en las **Figuras 72 y 73**, respectivamente.

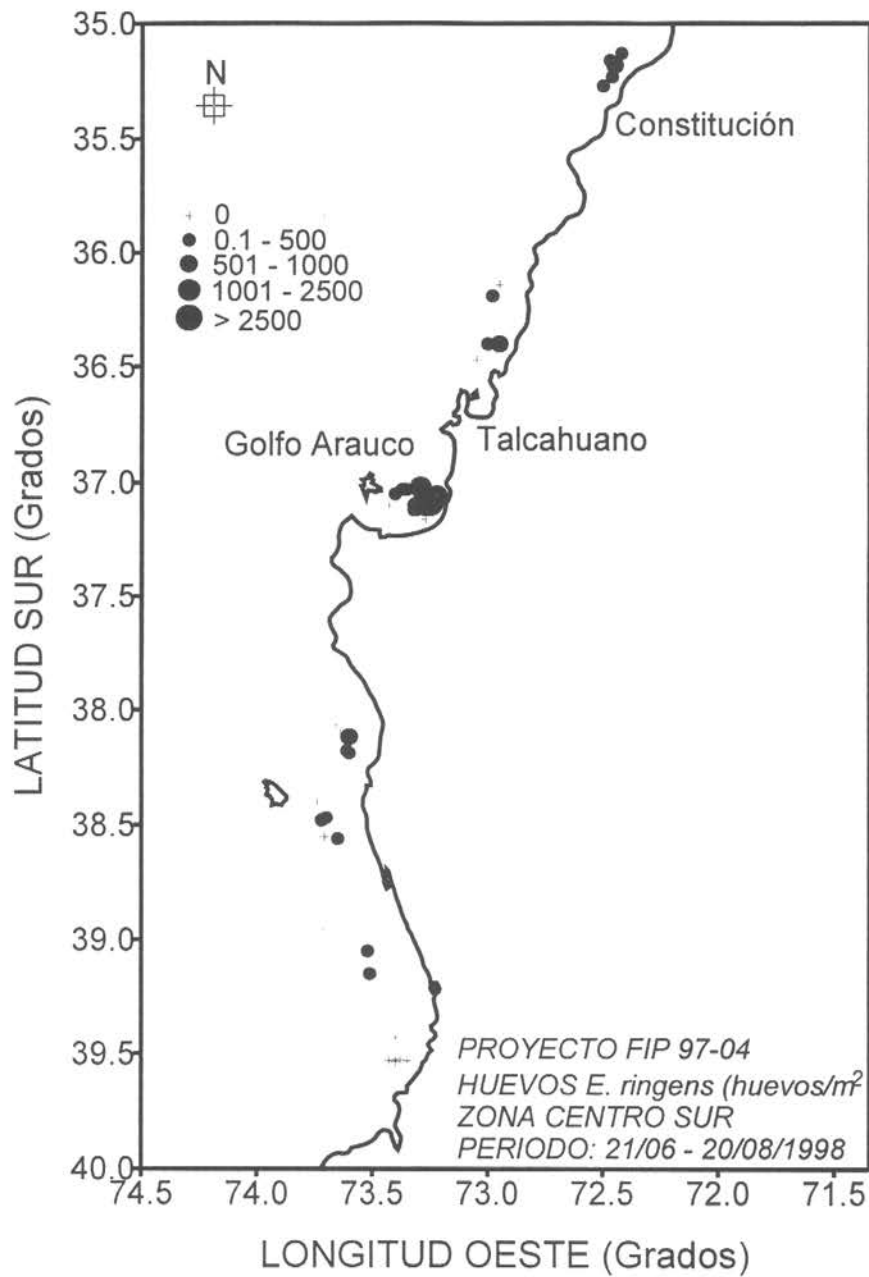


Figura 72. Abundancia de huevos (huevos/10m²) de anchoveta en la zona costera de las regiones VIII y IX (crucero 2)

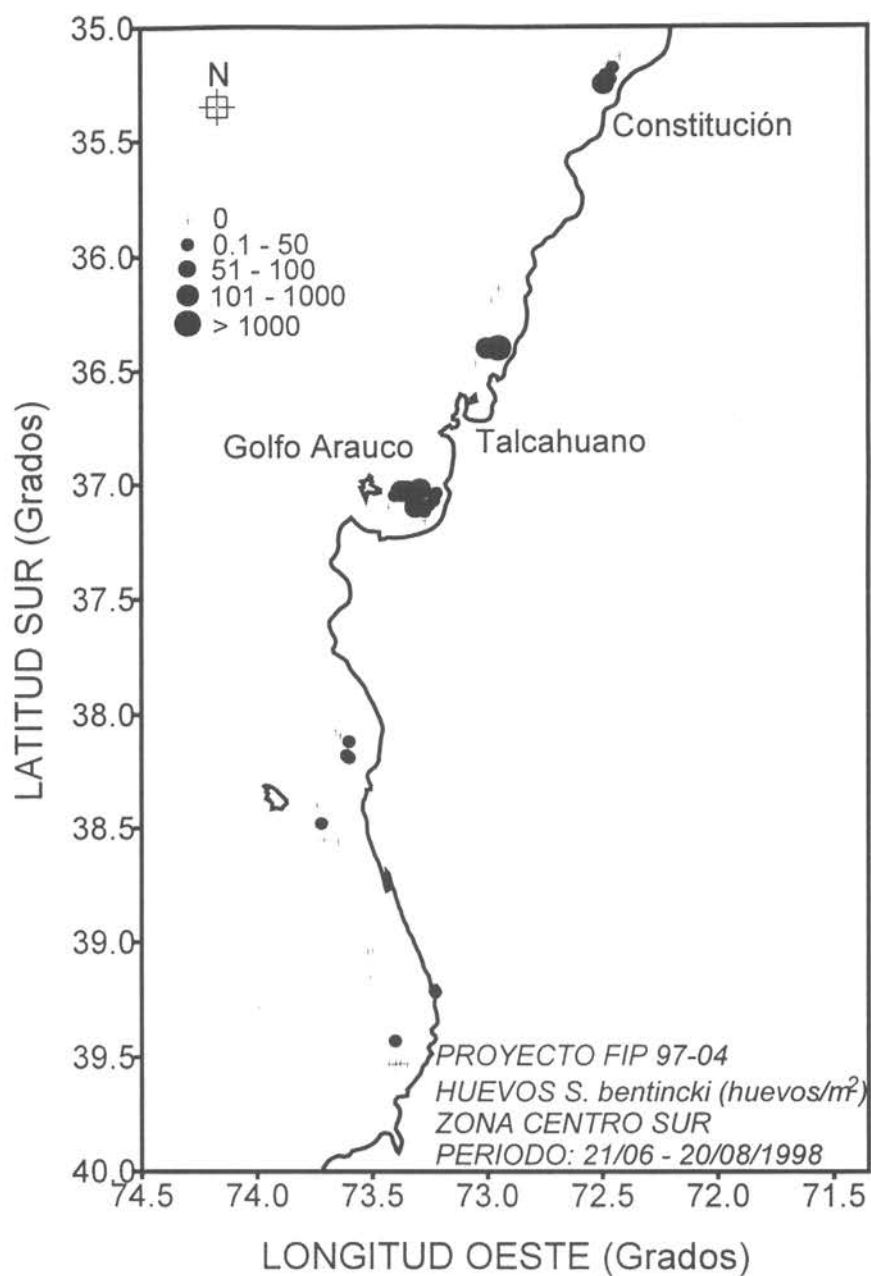


Figura 73. Abundancia de huevos (huevos/10m²) de sardina común en la zona costera de las regiones VIII y IX (crucero 2)

Crucero 3

La **Tabla 36** muestra la densidad de huevos de anchoveta y sardina común recolectada en las estaciones correspondientes al crucero 3. Las densidades de huevos de ambas especies fueron bajas, detectándose para anchoveta una densidad promedio de 12.52 ± 15.33

huevos/10m² y un valor promedio menor aún para sardina común (3.12 huevos/10m²), considerando las estaciones positivas. En este crucero no fueron detectados huevos de sardina común y anchoveta asociados a las estaciones situadas en la Terraza del Itata sólo fueron detectados al interior del Golfo de Arauco (**Figuras 74 y 75**).

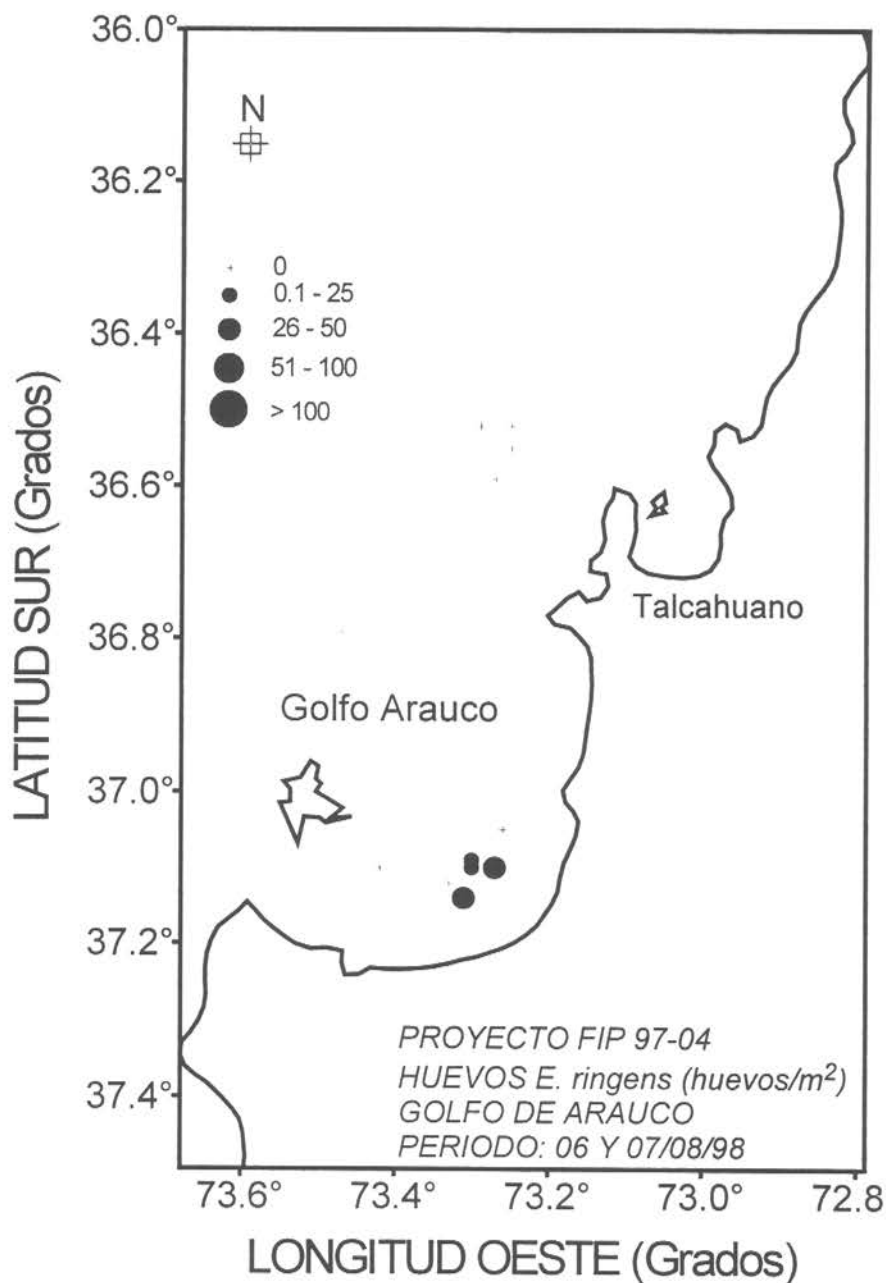


Figura 74. Abundancia de huevos (huevos/10m²) de anchoveta en la zona costera de la VIII Región (crucero 3)

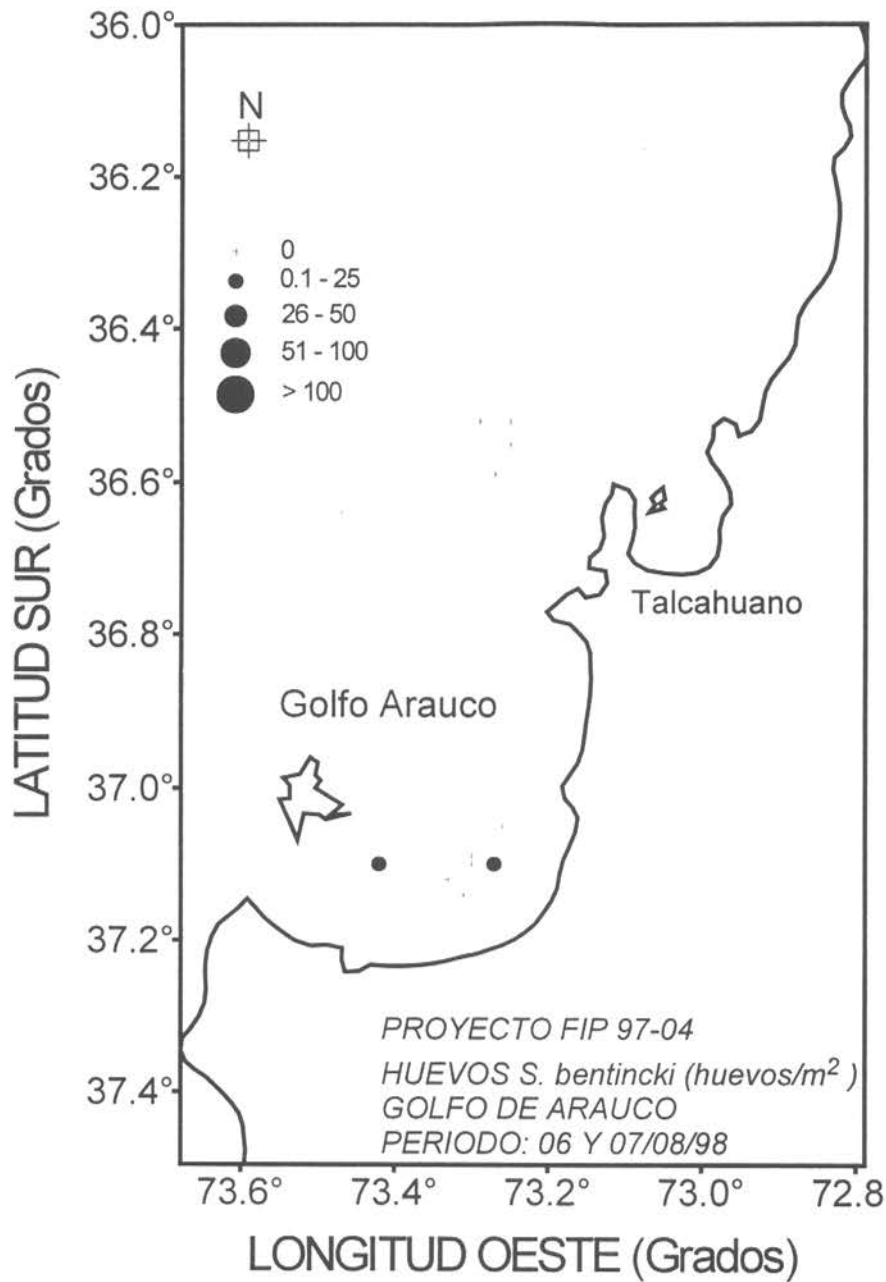


Figura 75. Abundancia de huevos (huevos/10m²) de sardina común en la zona costera de la VIII Región (cruceiro 3)

Crucero 4

El crucero, realizado en la zona costera de la IX Región (ver **Figura 3**), presentó densidades de huevos de anchoveta promedio de 155.02 ± 130.72 huevos/10m², siendo mayores a las densidades de huevos de sardina común en la misma región (6.02 ± 4.25 huevos/10m²),

considerando las estaciones con presencia positiva de huevos de sardina común y/o de anchoveta (Tabla 37). Las Figuras 76 y 77 presentan la distribución espacial de huevos de anchoveta y sardina común en esta región.

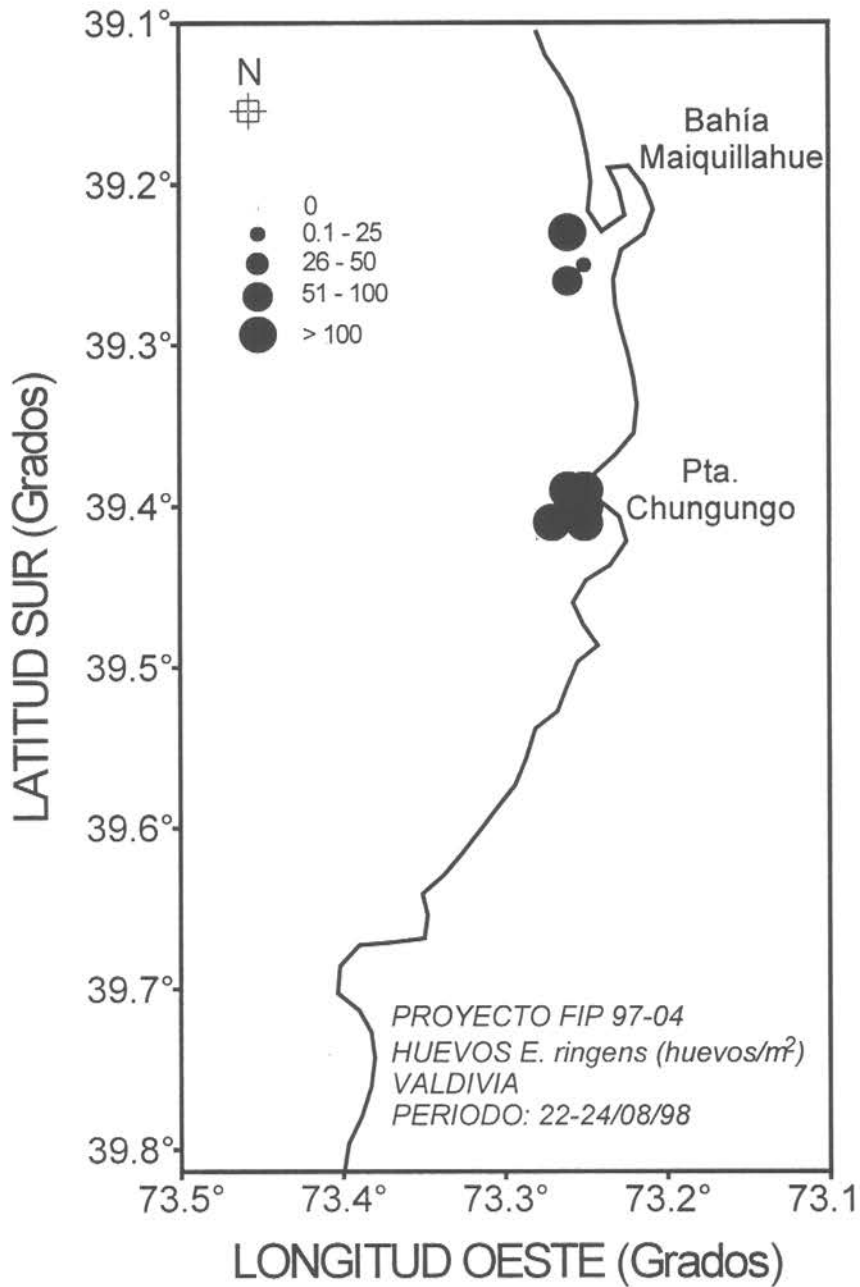


Figura 76. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/10m²) en la zona costera de la IX Región (crucero 4)

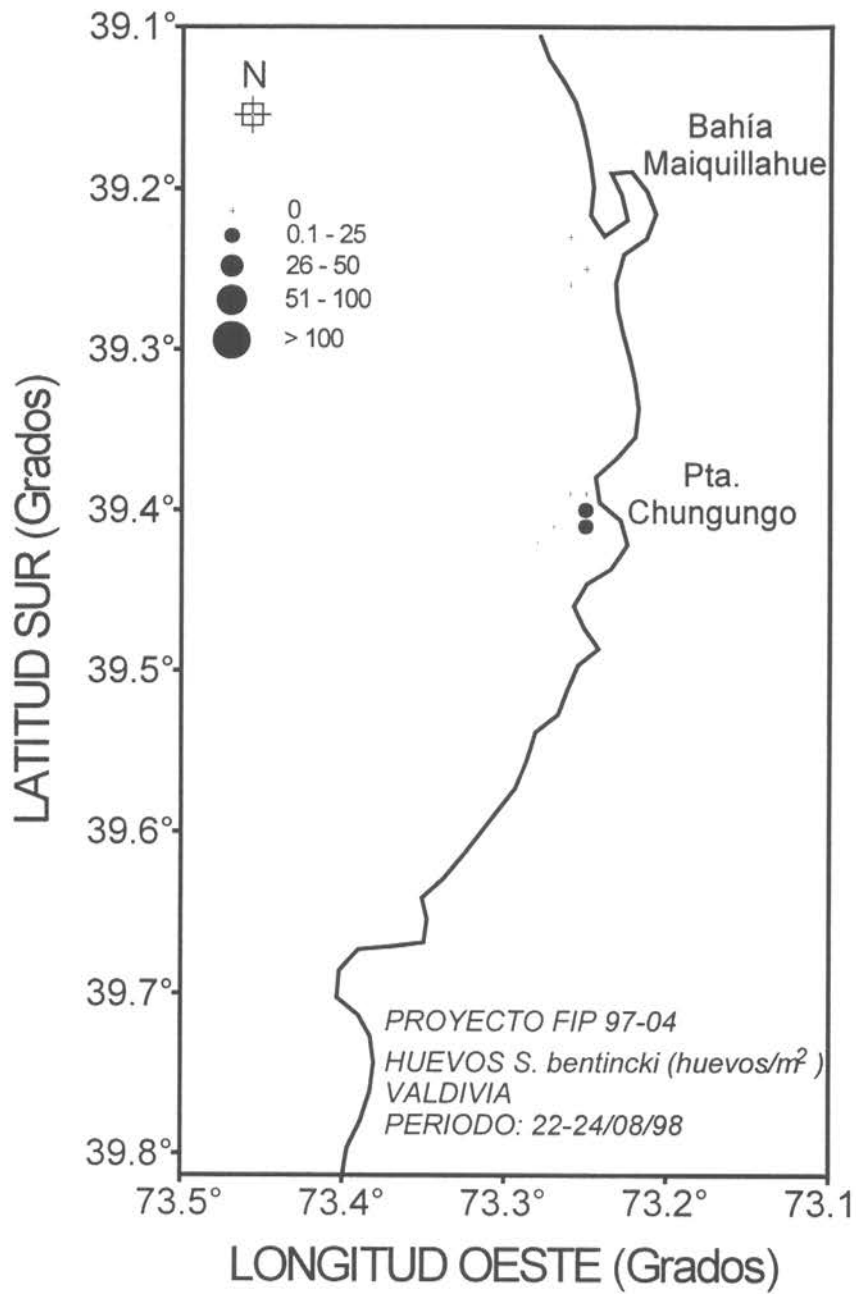


Figura 77. Abundancia de huevos (huevos/10m²) de sardina común en la zona costera de la IX Región (cruce 4)

Tabla 35. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos m⁻²) registrada durante el crucero en la zona costera de las regiones VIII y IX

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh/mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	ANCHOVETA (huevos/10m ²)	S.COMUN (huevos/10m ²)	
1	30/01/98	730	3943	7325	24	0.00	3.54	
2	1/02/98	1120	3819	7330	10	0.88	9.73	
3	10/02/98	1240	3904	7317	10	0.00	0.00	
4	11/02/98	1245	3847	7326	9	0.88	0.00	
5	19/02/98	905	3840	7330	20	0.00	0.00	
6	27/02/98	2130	3856	7321	9	0.88	0.00	
7	31/03/98	930	3647	7256	25	0.00	0.00	
8	31/03/98	1140	3614	7250	25	0.00	0.00	
9	31/03/98	1530	3619	7253	25	1.77	0.00	
10	4/04/98	1730	3903	7319	14	0.00	0.00	
11	28/05/98	1620	3527	7236	40	109.64	0.00	
a) Desove secundario					Promedio	Est. Totales.	2.19 ± 5.82	1.21 ± 3.02
						Est. Positivas	4.81 ± 8.30	6.63 ± 4.38
12	21/06/98	1745	3523	7232	30	2102.41	30.12	
13	20/06/98	1100	3513	7228	40	147.59	0.00	
14	21/06/98	1400	3525	7235	35	0.00	319.28	
15	21/06/98	1635	3518	7231	20	611.45	33.13	
16	21/06/98	2110	3521	7234	20	0.00	30.12	
17	25/06/98	1920	3915	7318	20	18.07	0.00	
18	25/06/98	2015	3915	7318	20	36.14	0.00	
19	25/06/98	2200	3905	7319	32	201.81	0.00	
20	25/06/98	2300	3855	7327	35	0.00	0.00	
21	26/06/98	0	3848	7328	33	231.93	9.04	
22	21/06/98	1820	3523	7232	30	334.34	6.02	
23	20/06/98	2000	3516	7233	50	120.48	0.00	
24	12/07/98	1800	3953	7325	8	0.00	0.00	
25	12/07/98	1900	3953	7325	8	0.00	0.00	
26	12/07/98	2000	3953	7325	8	0.00	0.00	
27	12/07/98	2100	3953	7325	8	0.00	0.00	
28	12/07/98	2200	3953	7325	8	0.00	0.00	
29	12/07/98	130	3953	7325	8	0.00	0.00	
30	8/07/98	1700	3807	7336	50	0.00	0.00	
31	8/07/98	1800	3809	7334	50	0.00	0.00	
32	18/07/98	2000	3812	7330	25	671.69	18.07	
33	18/07/98	2139	3818	7331	20	9.04	15.06	
34	18/07/98	2240	3818	7331	20	9.04	30.12	
35	18/07/98	2345	3818	7331	20	90.36	0.00	
36	9/08/98	1352	3712	7320	12	48.19	0.00	
37	9/08/98	1700	3712	7320	12	12.05	0.00	
38	10/08/98	1030	3712	7321	14	18.07	0.00	
39	10/08/98	1600	3712	7320	12	9.04	0.00	
40	11/08/98	800	3712	7316	12	15.06	0.00	
41	11/08/98	1230	3703	7326	25	466.87	225.90	
42	11/08/98	1800	3640	7300	19	674.70	1397.59	
43	11/08/98	1900	3640	7300	20	271.08	451.81	
44	12/08/98	1900	3716	7316	12	0.00	0.00	
45	13/08/98	1030	3705	7329	8	39.16	6.02	
46	13/08/98	1200	3710	7332	9	0.00	0.00	
47	13/08/98	1630	3712	7316	12	3.01	0.00	
48	13/08/98	1730	3706	7311	20	1587.35	0.00	
49	13/08/98	1830	3704	7311	27	334.34	3.01	
50	18/08/98	930	3712	7316	14	102.41	0.00	
51	18/08/98	1240	3710	7320	30	831.33	108.43	
52	18/08/98	1340	3707	7312	20	460.84	6.02	
53	18/08/98	1440	3710	7320	30	1250.00	114.46	
54	18/08/98	1600	3709	7314	20	5722.89	48.19	
55	18/08/98	1800	3706	7312	20	0.00	0.00	
56	19/08/98	1330	3702	7318	20	1536.14	259.04	
57	19/08/98	1530	3703	7324	30	463.86	123.49	
58	19/08/98	1930	3703	7325	25	141.57	69.28	
59	19/08/98	2030	3703	7325	25	51.20	33.13	
60	19/08/98	2110	3703	7325	25	87.35	45.18	
61	19/08/98	2210	3703	7325	25	75.30	42.17	
62	19/08/98	2300	3703	7325	25	48.19	18.07	
63	19/08/98	2400	3703	7325	25	72.29	3.01	
64	20/08/98	1130	3712	7316	12	48.19	33.13	
b) Desove primario					Promedio	Est. Totales.	357.64 ±	65.64 ± 206.63
							876.51	
						Est. Positivas	386.44 ± 955.6	122.65 ± 278.4

Tabla 36. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos 10m⁻²) registrada durante el crucero 3, desarrollado en la zona costera de VIII Región

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh/mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	ANCHOVETA (huevos/10m ²)	S.COMUN (huevos/10m ²)
1	6/08/98	800	3659	7312	20	0.00	0.00
2	6/08/98	905	3655	7310	20	0.00	0.00
3	6/08/98	1000	3652	7310	20	0.00	0.00
4	6/08/98	1045	3652	7314	60	0.00	0.00
5	6/08/98	1410	3705	7311	15	0.00	0.00
6	6/08/98	1505	3710	7312	10	36.14	3.01
7	6/08/98	1530	3709	7315	10	3.01	0.00
8	6/08/98	1600	3709	7315	11.8	3.01	0.00
9	6/08/98	1615	3710	7315	10	9.04	0.00
10	6/08/98	12.6	3712	7318	12	0.00	0.00
11	6/08/98	1750	3710	7327	12	0.00	3.01
yo-yo1	6/08/98	1900	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo2	6/08/98	2000	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo3	6/08/98	2100	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo4	6/08/98	2200	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo5	6/08/98	2300	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo6	6/08/98	0	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo7	6/08/98	100	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo8	6/08/98	200	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo9	6/08/98	300	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo10	6/08/98	400	3714	7316	10	3.01	0.00
Yo-yo11	6/08/98	500	3714	7316	10	0.00	0.00
Yo-yo12	6/08/98	600	3714	7316	10	3.01	0.00
Yo-yo13	6/08/98	700	3714	7316	10	6.02	0.00
Yo-yo14	6/08/98	800	3714	7316	10	42.17	0.00
Yo-yo15	6/08/98	900	3714	7316	10	6.02	0.00
Promedio Est. Totales.						4.29 ± 10.58	0.23 ± 0.82
Promedio Est. Positivas						12.52 ± 15.33	3.12 ± 0.00

Tabla 37. Densidad de huevos de sardina común y anchoveta (huevos 10m⁻²) registrada durante el crucero 4, desarrollado en la zona costera de la IX Región

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh/mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	ANCHOVETA (huevos/10m ²)	S.COMUN (huevos/10m ²)
1	22/08/98	710	3942	7325	25	0.00	0.00
2	22/08/98	945	3939	7321	25	126.51	0.00
3	22/08/98	1015	3939	7321	25	129.52	0.00
4	22/08/98	1215	3940	7322	25	21.08	0.00
5	23/08/98	1600	3941	7324	25	334.34	0.00
6	23/08/98	1630	3940	7322	20	388.55	9.04
7	23/08/98	1920	3941	7322	20	201.81	3.01
8	24/08/98	1015	3926	7315	25	75.30	0.00
9	24/08/98	1145	3925	7314	25	12.05	0.00
10	24/08/98	1330	3923	7315	25	114.46	0.00
Promedio Est. Totales.						140.36 ± 132.75	1.20 ± 2.91
Promedio Est. Positivas						155.02 ± 130.72	6.02 ± 4.25

Crucero 5

En la **Figura 78** se presenta la abundancia obtenida durante el crucero de prospección a lo largo de la costa de la Bahía de Concepción y la desembocadura del río Itata. Se puede apreciar que la mayor densidad de huevos se registró al norte de la boca de la Bahía de Concepción. La densidad media de huevos de sardina común fue de $18,25 \pm 24,71$.

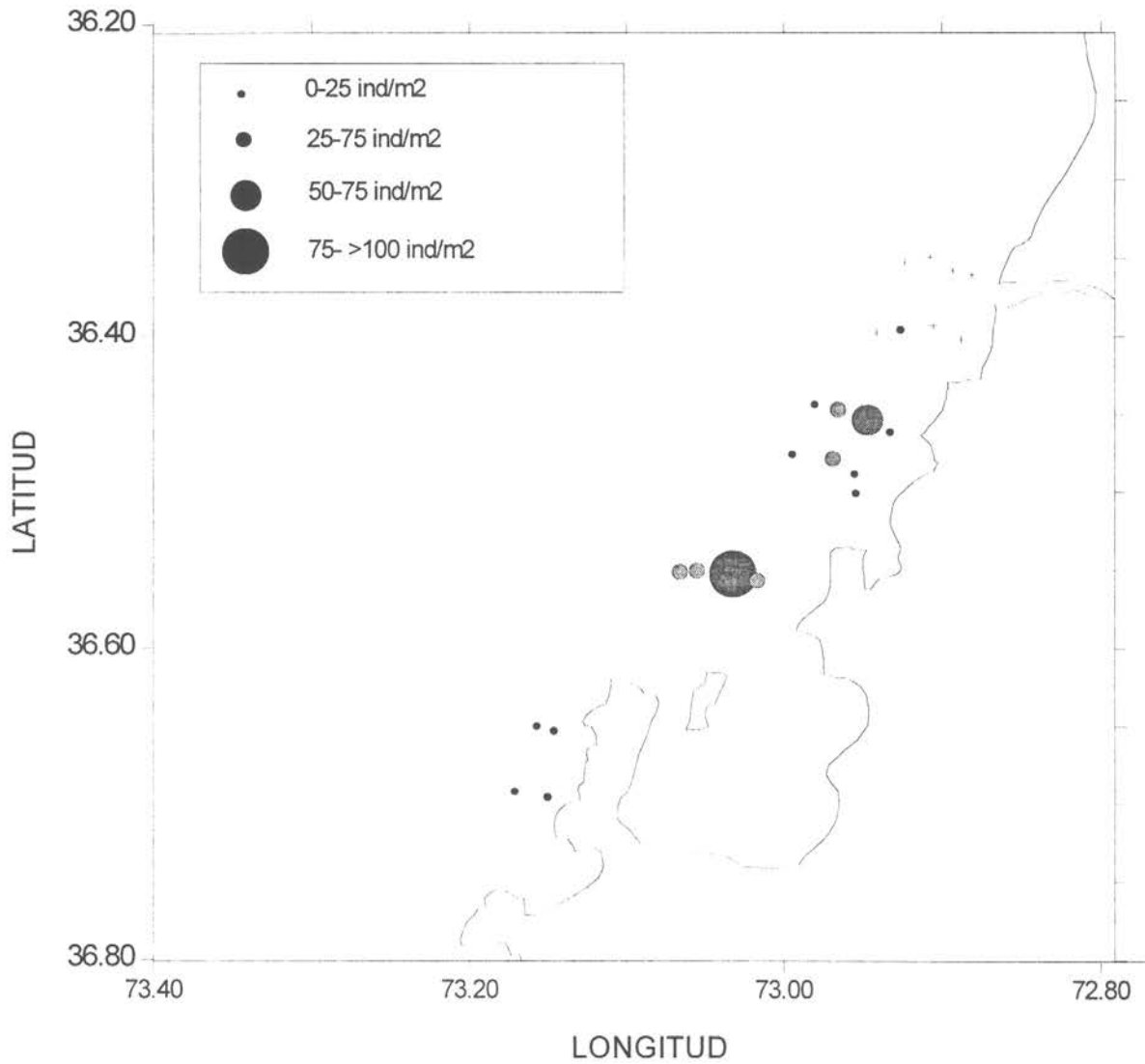


Figura 78. Abundancia de huevos de sardina común (huevos/m²) en la zona costera de la VIII Región

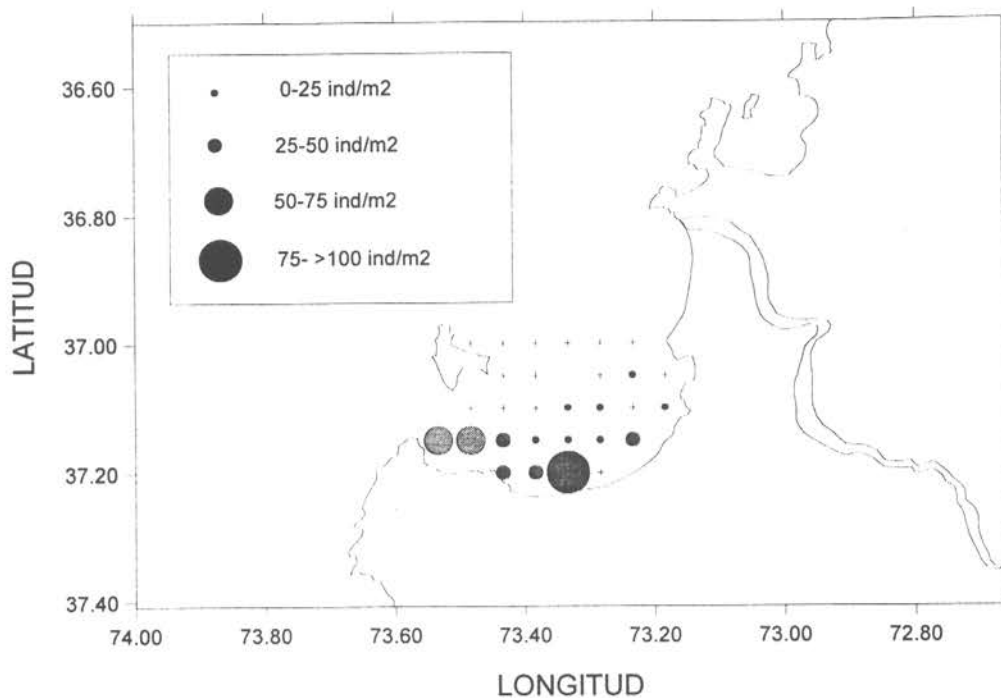


Figura 79. Abundancia de huevos de sardina común (huevos/m²) en la zona del Golfo de Arauco - VIII Región

En el Golfo de Arauco (**Figura 79**), los huevos de sardina común estuvieron presentes en menor densidad que en anteriores cruceros ($12,3 \pm 22,0$ huevos/10m²); sin embargo, las regiones al sur de Punta Lavapié, mostraron 3 grandes áreas de concentración de huevos de este recurso (**Figura 80**). En esta zona la densidad media aumentó a $58,04 \pm 176,8$ huevos/10m² si se consideran todas las estaciones de muestreo; mientras que debido a la alta concentración de la abundancia al considerar las estaciones positivas solamente, la densidad media se incrementa a 177,2 huevos/10m².

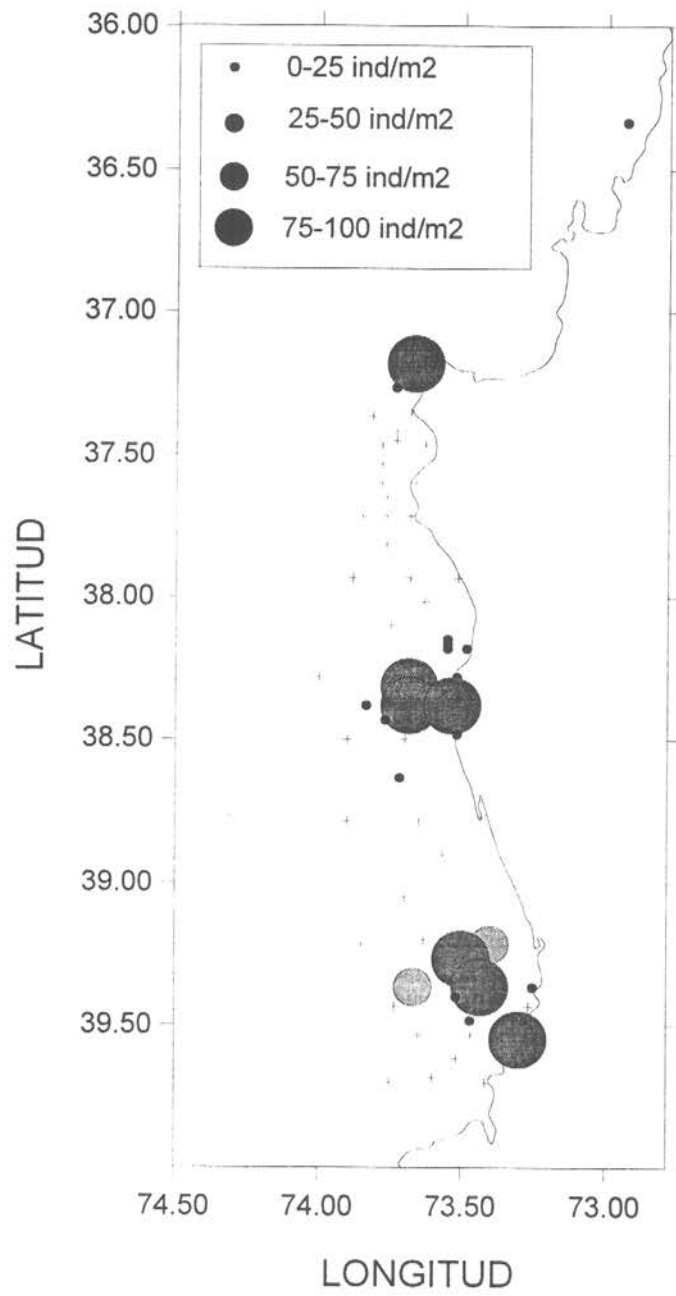


Figura 80. Abundancia de huevos de sardina común (huevos/m²) en la zona de Punta Lavapié a Corral

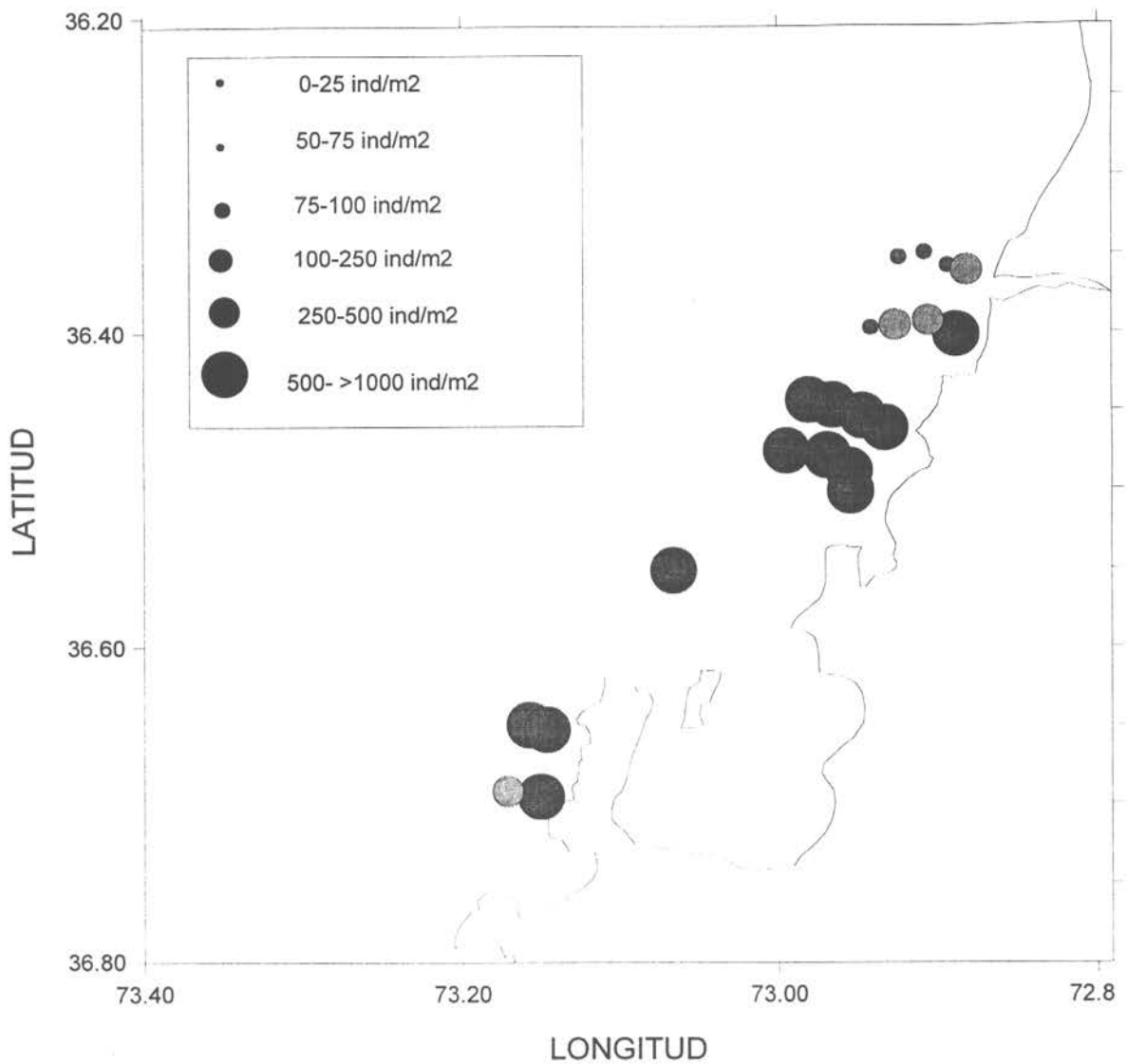


Figura 81. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/m²) en la zona costera de la VIII Región - Itata

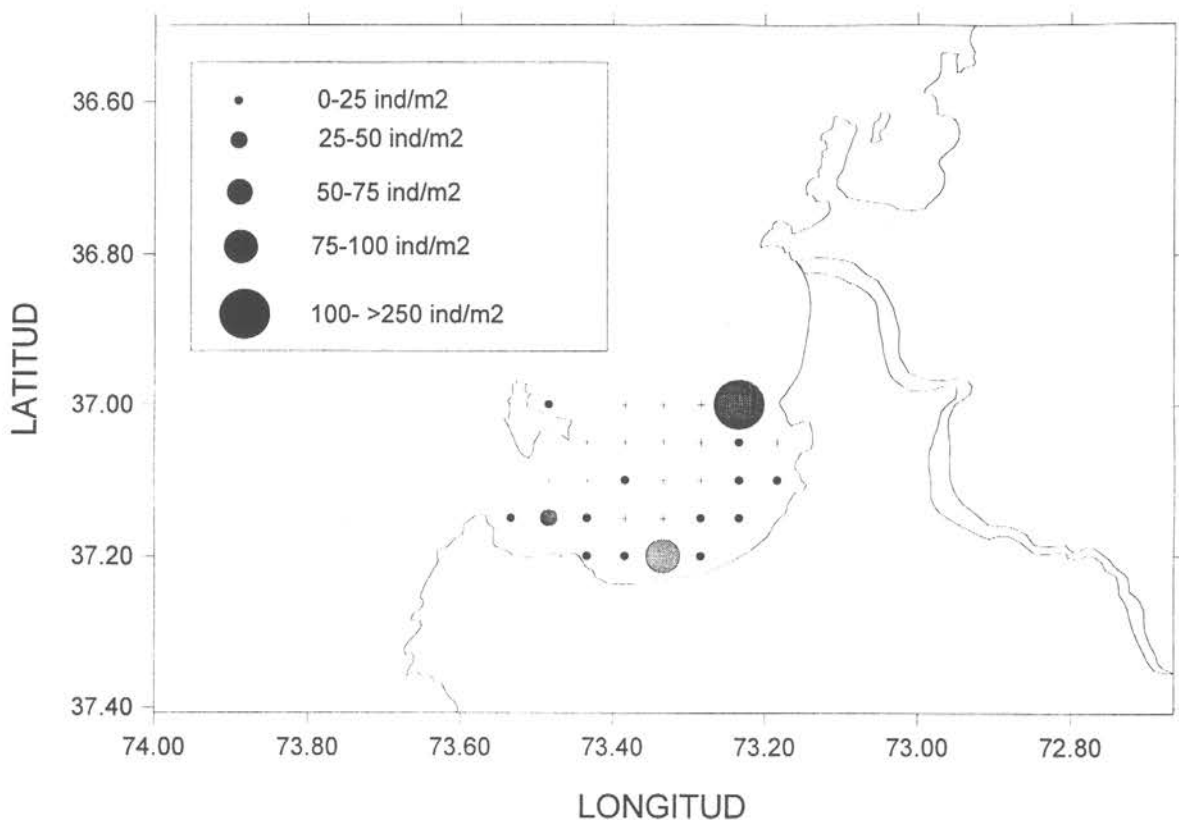


Figura 82. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/m²) en la zona del Golfo de Arauco - VIII Región

En el caso de los huevos de anchoveta, la región al norte de la Bahía de Coliumo (**Figura 81**) aportó con altos niveles de desove en la región norte del área de estudio con densidades medias de 25,76 huevos/10m² para el área total, pero considerando las estaciones positivas solamente, la densidad se incrementa a 331,0 huevos/10m². El Golfo de Arauco representa una zona de menor importancia para los desoves de anchoveta (**Figura 82**); mientras que al sur de Punta Lavapié, los niveles de desove fueron altos con una densidad media de 119,5 huevos/10m² (estaciones positivas: 223,6 huevos/10m²); particularmente extensos frente a Corral (**Figura 83**).

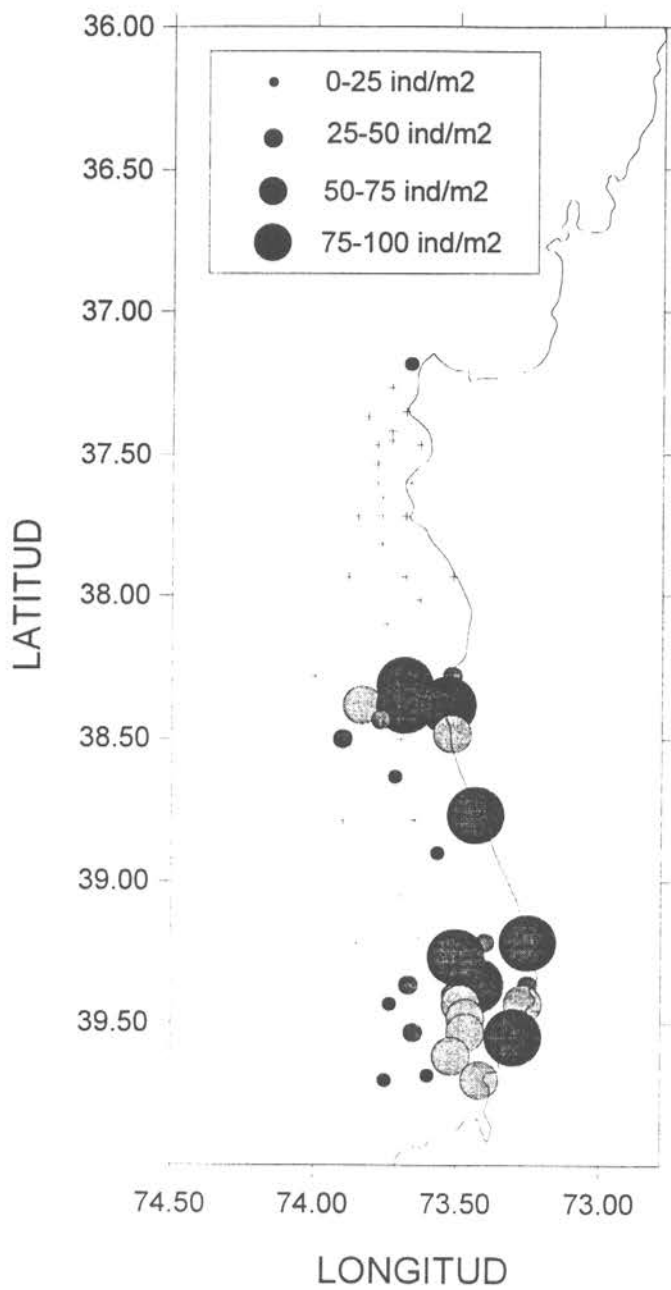


Figura 83. Abundancia de huevos de anchoveta (huevos/m²) en la zona de Punta Lavapié a Corral

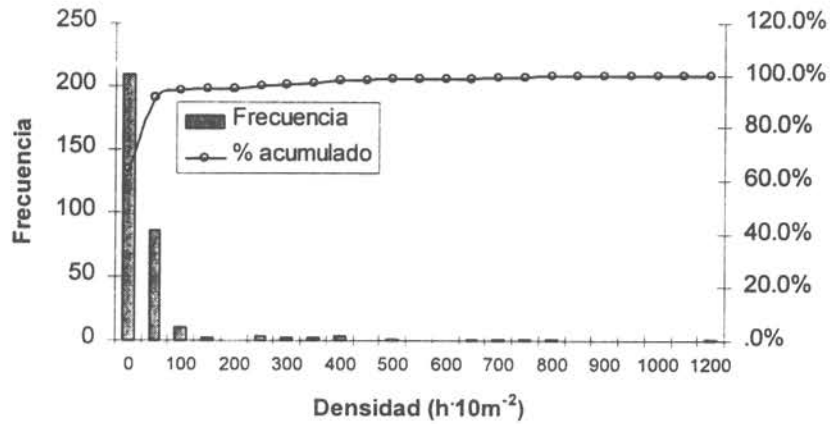
Esfuerzo de muestreo requerido para la aplicación del método de producción diaria de huevos en sardina común y anchoveta

A partir del total de muestras de huevos obtenidas durante las diferentes actividades de muestreo y cruceros de investigación entre 1997 y 1999, se determinó el número de estaciones requeridas para satisfacer los requerimientos de precisión y cálculo del error asociado a la cuantificación de huevos de sardina común y de anchoveta para el área entre el río Rapel ($33^{\circ}30'S$) y Corral ($40^{\circ}00'S$).

La superficie total que representa este rango latitudinal es ca. 15.600 mn^2 (53.508 km^2), siendo ésta inferior a la cubierta en el norte del país (25.450 mn^2) durante la realización del MDPH en anchoveta. Sin embargo, se debe considerar que producto de la limitada operación de naves de cerco industrial, con puerto base en San Antonio, no se dispone de lances ictioplanctónicos de la zona de Rapel y casi la totalidad de los lances efectuados provienen del área localizada al norte del río Itata y Corral.

Del total de muestras obtenidas para cada recurso, se observa que los valores de densidad más frecuentes son inferiores a $50 \text{ huevos} \cdot 10\text{m}^{-2}$, acumulando más de un 90% de las muestras para el caso de la sardina común; mientras que en la anchoveta, los valores que acumulan un 90% de las muestras están representados por densidades inferiores a $300 \text{ huevos} \cdot 10\text{m}^{-2}$ (**Figura 84**).

Sardina común



Anchoveta

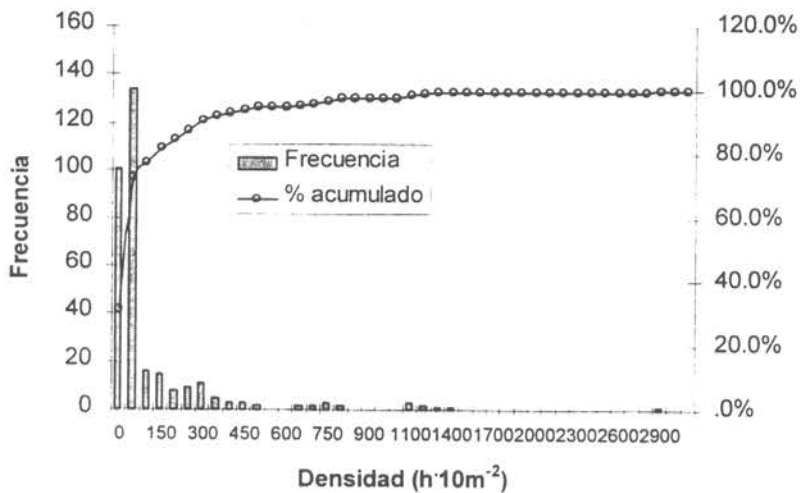


Figura 84. Frecuencia absoluta y acumulada de la densidad de huevos por muestra de a) sardina común y b) anchoveta (todos los cruceros: 1997-1999)

El enfoque propuesto para determinar el esfuerzo de muestreo se basa en la metodología presentada por Santander et al. (1982), la que considera las propiedades distribucionales del promedio aritmético poblacional de la densidad de huevos, supuesto con distribución normal y su relación con la densidad media muestral de huevos y la desviación estándar de la muestra:

$$x + \frac{t_{\alpha/2} S}{\sqrt{N}} > \mu > x - \frac{t_{1-\alpha/2} S}{\sqrt{N}}$$

donde:

- μ : es el promedio aritmético poblacional
- \bar{x} : promedio aritmético de la muestra
- t : corresponde al valor del límite de confianza de la distribución t-student, el que a valores superiores a 60 se puede asumir igual a 1,96
- N : es el número de muestras
- s : la desviación estándar de la muestra
- α : es la probabilidad de error asociado a ese límite de confianza (=0,05)

despejando N de la igualdad y considerando que el valor esperado para la media poblacional no difiera de un cierto porcentaje de error de la media aritmética muestral, i.e. 20%, se tiene que:

$$N = \frac{(t_{\alpha/2} S)^2}{(x - \mu)^2} = \left(\frac{t_{\alpha/2} S}{0,2x} \right)^2$$

De este modo, utilizando diferentes valores de error porcentual para la media, y conocida la proporción que representan las estaciones positivas (densidades mayores a 0), se obtienen los niveles de muestra a requerir para la realización de un crucero de estimación de la producción diaria de huevos de acuerdo al nivel de precisión que se desee.

En este análisis, si bien se puede realizar sobre la muestra total desde 1997 a 1999, se prefirió considerar solo las muestras obtenidas en 1999, ya que estas fueron realizadas en base a un diseño o plan sistemático de muestreo, representando una mayor cobertura espacial y simultaneidad de operación por parte de las naves participantes.

Además del total, se consideran estimados por zonas (Itata, Golfo de Arauco y Lavapié-Corral), lo que permite establecer una posible estratificación por zonas del muestreo y para cada especie. Cabe señalar que para el caso de las zonas de Itata y el Golfo de Arauco se disponía de 2 cruceros prácticamente consecutivos en las mismas áreas y con la misma

intensidad de operación. Esto permitió considerar la variabilidad inherente a períodos distintos de observación durante la misma época de desove activo.

La **Tabla 38** resume los valores estimados para las agrupaciones anteriormente señaladas por especie.

Tabla 38. Resumen de parámetros requeridos para estimación del esfuerzo de muestreo MPDH por especie y zona

Sardina común				
Zona	Itata	Golfo de Arauco	Lavapié-Corral	Total
Estaciones totales	53	61	58	171
Estaciones cero	24	37	39	99
Estaciones positivas	29	24	19	72
% positivas	55%	39%	33%	42%
Densidad media (huevos 10m ⁻²)	10,4	6,8	58,0	44,7
Desviación estándar (huevos 10m ⁻²)	19,7	16,4	176,8	143,9

Anchoveta				
Zona	Itata	Golfo de Arauco	Lavapié-Corral	Total
Estaciones totales	53	61	58	171
Estaciones cero	4	24	27	54
Estaciones positivas	49	37	31	117
% positivas	92%	61%	53%	68%
Densidad media (huevos 10m ⁻²)	170,4	7,3	119,5	96,0
Desviación estándar (huevos 10m ⁻²)	299,3	21,9	278,0	241,2

En general se aprecia que los porcentajes de estaciones positivas superan un 30% para la sardina común y son mayores al 50% en el caso de la anchoveta, es decir existe una alta posibilidad de éxito de captura de huevos en ambas especies, durante la época de máximo desove; sin embargo esta es mayor para la anchoveta.

Si se compara esto con los resultados obtenidos por Santander et al. (1982), para la anchoveta en el Perú, donde este porcentaje para el total de muestras fue igual a 22,6%, se tiene que este porcentaje es también mayor; y así también es mayor al éxito obtenido por los proyectos FIP del norte del país para la anchoveta por Oliva et al. (1999, 2000), donde se registraron valores de 22,2% en el crucero de 1999. Esto permite inferir una alta factibilidad de implementación de este método en Chile centro-sur.

Para determinar el esfuerzo de muestreo requerido para cada especie se estimaron los valores de N total y N positivos a partir de los parámetros de la Tabla 38 para distintos niveles de precisión del estimado (Tabla 39).

Tabla 39. Número de muestras requerido para satisfacer un determinado nivel de precisión del estimador medio de densidad de huevos de sardina común y anchoveta

Sardina común

Error	Itata		Golfo		Lavapié-Corral		Total	
	Ntotal	Npositivas	Ntotal	Npositivas	Ntotal	Npositivas	Ntotal	Npositivas
0,05	5532	3027	8905	3504	14263	4672	15911	6699
0,075	2458	1345	3958	1557	6339	2077	7071	2977
0,1	1383	757	2226	876	3566	1168	3978	1675
0,15	615	336	989	389	1585	519	1768	744
0,2	346	189	557	219	891	292	994	419
0,25	221	121	356	140	571	187	636	268
0,3	154	84	247	97	396	130	442	186
0,35	113	62	182	72	291	95	325	137
0,4	86	47	139	55	223	73	249	105
0,45	68	37	110	43	176	58	196	83
0,5	55	30	89	35	143	47	159	67

Anchoveta

Error	Itata		Golfo		Lavapié-Corral		Total	
	Ntotal	Npositivas	Ntotal	Npositivas	Ntotal	Npositivas	Ntotal	Npositivas
0,05	4740	4382	13698	8309	8317	4445	9706	6641
0,075	2107	1948	6088	3693	3697	1976	4314	2951
0,1	1185	1096	3425	2077	2079	1111	2426	1660
0,15	527	487	1522	923	924	494	1078	738
0,2	296	274	856	519	520	278	607	415
0,25	190	175	548	332	333	178	388	266
0,3	132	122	381	231	231	123	270	184
0,35	97	89	280	170	170	91	198	136
0,4	74	68	214	130	130	69	152	104
0,45	59	54	169	103	103	55	120	82
0,5	47	44	137	83	83	44	97	66

Sin dudas, el mayor esfuerzo se requiere para la cuantificación de la densidad de huevos de sardina común, debido a la menor proporción de estaciones positivas y a la menor densidad media de esta especie, así como a la mayor desviación de los estimados. Sin embargo, niveles recomendables de error asociados al tiempo requerido para el desarrollo y procesamiento de un número importante de muestras ictioplanctónicas, se ubican entre 20% y 30% para la sardina común y entre 15% y 25% para la anchoveta.

Niveles recomentables de número de muestras totales serían del orden de 636 a 994 muestras, para asegurar una precisión del estimado entre 20% y 25% para la sardina común, lo que para la anchoveta representaría niveles inferiores al 20%.

4. DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos en el seguimiento reproductivo de la sardina común y anchoveta, se observó que la sardina común presentó un proceso de desove de menor duración, comenzando antes que la anchoveta, por lo cual para determinar el inicio del crucero, para la aplicación del MPH para ambas especies, habría que monitorear prioritariamente el proceso de desove de la sardina común.

El análisis de los resultados indica que el período de inicio de crucero se encontraría entre los meses de agosto y septiembre (sardina común) y septiembre (anchoveta), lo cual debiera previamente vigilarse con un seguimiento reproductivo macroscópico y microscópico a partir de la segunda quincena de julio.

Tanto la sardina común como la anchoveta presentan sólo una temporada de desove anual, observándose una mayor duración en la anchoveta, que va de junio a febrero, con un máximo en agosto-septiembre, en cambio la sardina común va de mayo a octubre, con un máximo en agosto.

En peces desovadores múltiples, como la sardina común y anchoveta, la estimación de la biomasa desovante, a través del "Método de Producción de Huevos", depende del conocimiento del número de desoves y el número de huevos por desove. En tal sentido, el parámetro de frecuencia de desove a sido determinado usando el método de los folículos postovulatorios desarrollados por Hunter y Macewicz (1985), el cual requiere enmarcar los procesos degenerativos y reabsorción de los folículos dentro de estadios histológicos distintos, asignándole una edad específica.

Criterios histológicos desarrollados por primera vez en experiencias de laboratorio, por Hunter y Goldberg (1980) en la anchoveta de California *Engraulis mordax*, han sido la base para la estimación de la frecuencia de desove de poblaciones naturales (Hunter y Macewicz, 1985). Las descripciones de *Engraulis mordax* se han utilizado como una guía general para la identificación y definición de la edad de folículos postovulatorios, encontrándose similitud en los procesos degenerativos de los folículos con otras especies como la merluza chilena, *Merluccius gayi*, la caballa, *Scomber japonicus*; el barrilete, *Euthynnus lineatus*; la sardina, *Sardinops sagax* y la anchoveta, *Engraulis ringens*. Situación concordante se observó en la sardina común, *S. bentincki*, encontrándose grandes similitudes, con las características descritas en la anchoveta (*E. mordax* y *E. ringens*). Estos antecedentes permiten la aplicabilidad de los criterios desarrollados para la sardina común en la estimación de la frecuencia del desove.

Para seguir avanzando en una descripción más precisa, respecto a la edad de los folículos postovulatorios, se requiere una serie de muestreos del ovario tomados a intervalos regulares desde el momento del desove y complementarse con el desove de peces en el laboratorio o por muestreos de cardúmenes desovando durante un período de 24 horas en el mar. Este último método, utilizado en el presente estudio, requiere la estimación del tiempo promedio de desove para la población y presenta algunos sesgos por lo que es recomendable efectuar la validación en el laboratorio a través de la mantención en cautiverio de peces que se van sacrificando a tiempos regulares una vez que se le induce al desove.

La actividad pesquera de la región centro-sur del país, basa su accionar artesanal e industrial, principalmente en cinco especies, jurel, sardina común, anchoveta, merluza común y merluza de cola. Los recursos sardina común y anchoveta se caracterizan por ser

especies netamente costeras, presentar un rápido crecimiento, un ciclo de vida corto, una elevada tasa de mortalidad natural, formar cardúmenes altamente densos y por ser especies marcadamente influenciadas por factores ambientales (Serra, 1978, Cubillos & Arancibia, 1993; Cubillos *et al.*, 1998).

En el marco del presente proyecto, la selección de las zonas y de los períodos a prospectar estuvo basado en la información concerniente a estos recursos, principalmente en relación a las áreas de desove y los períodos de máximo potencial reproductivo. En este contexto, el área de prospección tuvo especial énfasis para la zona costera frente a la VIII Región, donde diversos autores han detectado importantes núcleos de abundancia de huevos y larvas de peces en el sector nerítico frente a Talcahuano (Arcos *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1997); reconociéndose la existencia de ambientes claramente definidos al interior de esta región, como lo son la zona nerítica asociada a la Terraza del Itata (parte norte) y a la zona semicerrada del Golfo de Arauco, donde se han detectado núcleos de distribución bien definidos, especialmente de larvas de sardina común y anchoveta durante el período de máximo reproductivo de estas especies (agosto-septiembre) (Arcos *et al.*, 1995; Norambuena, 1997).

Tal como ha sido reportado por Núñez *et al.* (1997), la distribución espacial y la abundancia de huevos de ambas especies en las diferentes áreas de estudio presentó una alta variabilidad espacial y temporal, detectándose abundancias más altas durante el crucero 1 (septiembre de 1997) y durante el crucero 2, al interior del Golfo de Arauco; no obstante durante el crucero 3, en esta misma región se informaron densidades extremadamente bajas de huevos de ambas especies. Sin embargo, lo que parece ser una constante en las muestras analizadas es, en general, la mayor abundancia de huevos de anchoveta que de sardina común, situación informada por otros autores para similar área de estudio (Núñez *et al.*, 1995; Arcos *et al.*, 1996; Castro *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 1997).

Los resultados relativos a la distribución espacial de huevos de anchoveta y sardina común en la zona costera de la VIII Región, coinciden con lo reportado por otros trabajos realizados con anterioridad en similar área y período del año (Núñez *et al.*, 1997; Norambuena, 1997); esto es, una distribución costera de los huevos de anchoveta que no sobrepasa las 10 mn desde la costa, principalmente asociada a la desembocadura del río Itata y a la costa este

del Golfo de Arauco. Asimismo, estos estudios han reportado mayores densidades de huevos de anchoveta con respecto a los de sardina común en el plancton de la región, coincidente con lo informado en este trabajo.

Por otra parte, algunos autores (Quiñones *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1996) han informado núcleos importantes de huevos de sardina común y anchoveta en el litoral de la IX Región, lo que es coincidente con lo reportado por Castro *et al.* (1997) quienes caracterizaron las áreas de estas dos especies (para el invierno de 1997), informando un núcleo importante de huevos y larvas de sardina común y anchoveta en la región nerítica asociada a la costa de la IX y X regiones. Estos antecedentes llevó a incorporar como zonas de muestreo la región costera de la IX y X Regiones; áreas en las cuales también se verificó niveles importantes de desove.

En relación a la distribución batimétrica de las mayores densidades de huevos de ambas especies, aunque la bibliografía indica que el desove de clupeiformes en regiones neríticas se desarrolla en los estratos más superficiales del océano (sobre la termoclina; *e.g.*, Sheldon *et al.*, 1993; Alheit, 1993); los lances planctónicos estratificados realizados sobre la transecta de estaciones, en conjunto con la distribución extremadamente costera de huevos de anchoveta, no permitieron reunir información suficiente para validar esta afirmación (al menos para esta especie). No obstante, para sardina común, especie mejor representada en la transecta de estaciones, los resultados revelan una concentración de huevos (y presumiblemente un desove) en estratos someros de profundidad (0-50 m), por sobre la termoclina.

Para la región nerítica frente a la VIII Región, la distribución de las variables físicas medidas, y presentadas a través de perfiles verticales y secciones oceanográficas, es coincidente con lo reseñado por otros autores, concordando en la detección de: (a) una capa de mezcla fluctuando entre los 30-50 m (zona centro, 34°-37°S; Arcos, 1987; Arcos *et al.*, 1995; Figueroa *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 1997); (b) gradientes máximos de temperatura entre los 30-50 m de profundidad (Figueroa *et al.*, 1995). Los resultados descritos por Figueroa *et al.*, 1995 coinciden con los enunciados por Núñez *et al.*, 1997, quienes señalan que si bien son detectados gradientes verticales de temperatura, estos

gradientes térmicos son leves (valores máximos de 0,7 °C/10 m) en contrastación con la termoclina bien desarrollada durante el período estival.

Los resultados hidrográficos asociados a la región nerítica de la X Región son coincidentes con lo reportado por diversos autores (Figuroa et al., 1995; Castro et al., 1997) quienes informan fuertes gradientes salinos en la región más costera, asociados a la mezcla superficial con aguas continentales.

Las estimaciones del modelo que relaciona la temperatura con los tiempos de incubación de los diferentes estadios de desarrollo arrojaron satisfactorios resultados tanto para la sardina común como para la anchoveta. Sin embargo, debido a que los huevos incubados provenían del mar y no de experimentos de incubación mediante fertilización in vitro, los estados iniciales mantenidos bajo condiciones controladas correspondieron al estado III y sucesivos, por lo que se impuso como hora de desove de estos las 22:00 horas. Se debe enfatizar que el único trabajo con el cual se compararon estos resultados, corresponde al modelo de Lo (1985) para la anchoveta de California, estudio que tampoco obtuvo estados I y II para su desarrollo a diferentes temperaturas.

Comparados los diferentes modelos, se observa mediante el análisis de covarianzas que el modelo formulado para la anchoveta en este proyecto, difiere significativamente del formulado por Lo (1985) para la anchoveta de California. La principal diferencia radica en que en este último el tiempo de desarrollo de los estadios embrionarios es más corto, lo que incide en diferencias de hasta más de 24 horas especialmente a temperaturas superiores a los 17°C. Esto incide fuertemente en la calificación de huevos de 1, 2, 3 o más días de edad y por lo tanto en la estimación de la producción diaria de huevos así como en la mortalidad de estos. Al comparar el modelo de la anchoveta de California con las horas de máxima ocurrencia de huevos de anchoveta, proyectos FIP96-01 y FIP97-01 del norte de Chile, se observa también este efecto, existiendo diferencias de más de 6 horas en el caso del FIP96-01 y de más de 20 horas en el FIP97-01 (estadios X y XI).

5. CONCLUSIONES

Las áreas localizadas al sur de la Punta Lavapié registran en la sardina común un marcado predominio de ejemplares de mayor tamaño que las áreas localizadas al norte de esa zona; así también, se destaca la baja presencia de ejemplares de tallas inferiores a los 10 cm LT. De este modo, se reconoce un gradiente latitudinal en la estructura de tamaños de este recurso. Para la anchoveta, también se observa un gradiente latitudinal en la estructura de tallas, encontrándose mayor predominio de los ejemplares de mayor tamaño hacia el sur (Isla Mocha- Queule y noroeste de Corral); otros parámetros como la proporción de sexos y el índice gonadosomático (IGS), también exhiben diferencias estacionales y latitudinales.

Los estados de madurez microscópicos y los folículos postovulatorios de la sardina común y la anchoveta de Chile centro-sur, exhibieron en ambas especies una alta actividad reproductiva entre los meses de agosto y septiembre de 1998.

En la sardina común, para ejemplares de tamaños entre 10,5 y 17,0 cm LT, la fecundidad parcial varió entre 3.173 a 17.922 ovocitos hidratados por hembra; siendo la fecundidad parcial promedio de 9.212 ovocitos. En ejemplares de anchoveta de tallas entre 11,5 y 16,0 cm, la fecundidad parcial exhibió un rango entre 2.091 y 10.175 ovocitos hidratados por hembra (frecuencia parcial de 4.897 ovocitos).

La fracción diaria de hembras desovantes en la sardina común fue de 0,0855, lo que significa que 9 hembras desovan por día o que cada hembra de sardina común desova en promedio cada 11 días. En la anchoveta esta fracción es mayor (0,1557), lo que representa que cada hembra desove en promedio cada 6 días.

La hora de máxima actividad reproductiva se determinó a partir de la mayor presencia de folículos postovulatorios y el grado de hidratación de las hembras colectadas a diferentes horas del día, conjuntamente con los registros horarios de densidad de huevos en terreno. En la sardina común se infiere que la mayor actividad ocurre entre las 22.00 y 23.00 horas, mientras que en la anchoveta, la máxima actividad se registra entre las 21.00 y 22.00 horas.

Se establecieron adecuadamente tablas de desarrollo de los estadios embrionarios de la anchoveta basándose en las escalas sugeridas para la anchoveta de California, *E. mordax*, la anchoveta del Perú y la existente en el norte de Chile, observándose que no existen diferencias en la caracterización de 11 estadios morfológicos de desarrollo en huevos de esta especie. En el caso de la sardina común, se elaboró una escala de clasificación para los estadios de desarrollo embrionario considerando los mismos 11 estadios morfológicos. De este modo, se pretende minimizar futuras fuentes de error por parte de los especialistas que realicen la clasificación de estos estadios, especialmente tras una eventual aplicación del método de producción de huevos combinado para ambos recursos.

Se determinaron los modelos que relacionan la temperatura con los tiempos de incubación de los diferentes estadios de desarrollo de sardina común y de anchoveta; este último difiere significativamente del modelo formulado para la anchoveta de California. La principal diferencia radica en que en este último describe un proceso más rápido de desarrollo embrionario, lo que incide en diferencias de hasta más de 24 horas en alcanzar el estado terminal previo a la eclosión larval.

De acuerdo con los resultados aquí obtenidos se estima altamente factible la aplicación del Método de Producción de Huevos en ambos recursos en el litoral de Chile centro y sur entre la V y IX regiones.

Por lo tanto, se recomienda la implementación del MDPH en un corto plazo para la cuantificación de la biomasa desovante de los recursos sardina común y anchoveta. Para esto, se debe incorporar una vigilancia de los indicadores reproductivos de ambos recursos que contribuyan a la fijación de la fecha de inicio de la veda administrativa del recurso así como a la fecha de inicio de un crucero de prospección de huevos de sardina común y anchoveta.

La principal área de estudio debiera localizarse entre la desembocadura del río Rapel 33°30'S y el área de Corral 40°00'S. Cabe señalar que esta área representa un total aproximado de 15.600 mn² (53.508 km²), área que es de menor cobertura espacial que la observada en el norte del país.

En el área a cuantificar la biomasa desovante de ambos recursos, se debiera considerar un total de 60 transectos, sobre los cuales se dispondrían alrededor de 750 estaciones de muestreo de huevos separadas entre 8 y 9 mn entre si. Con este diseño se lograría una precisión del estimado inferior al 25% para el caso de la sardina común y menor al 20% para el caso de la anchoveta, lo que representa niveles similares a los obtenidos para la anchoveta del Perú y del norte de Chile.

De especial relevancia, tanto para una posible estratificación del área de muestreo como para la aplicación de técnicas geoestadísticas y/o diseño orientadas para estimar la producción diaria de huevos así como los parámetros relevantes del stock desovante, debiera tenerse en consideración factores como distribución de temperatura, alimento, presencia de desembocaduras de ríos, bahías y aspectos geográficos relevantes que puedan influir sobre la distribución de los productos de desove en ambos recursos.

El tiempo de crucero, no debiera exceder de 14/15 días, para lo cual debieran a lo menos participar en un estudio de este tipo 2 embarcaciones industriales y 4 embarcaciones artesanales, todas dedicadas tanto a la recolección de huevos como la realización de capturas de recurso.

Consideración especial debe tenerse en cuenta con respecto a la máxima producción de huevos de ambos recursos, ya que se observa un desfase en el cual la sardina común maximiza primero su desove entre los meses de agosto y septiembre; para que luego, la anchoveta incremente su producción a partir de septiembre y hasta octubre. Esta situación amerita la programación de 2 cruceros de evaluación que pueden ser parte de un solo proyecto de evaluación de la biomasa desovante de ambos recursos; o bien la cuantificación simultánea durante el mes de septiembre.

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.
- Ahlstrom, E. H. 1943. Influence of temperature on the rate of development of pilchard eggs in nature. Special Scientific Reports: Fisheries 15. Studies on the Pacific pilchard or sardine (*Sardinops caerulea*): 132-167.
- Ahumada, R. 1989. Producción y destino de la biomasa fitoplanctónica en un sistema de bahías en Chile central: Una hipótesis. Biol. Pesq., 18:53-66.
- Ahumada, R. & L. Chuecas. 1979. Características hidrográficas de la Bahía de Concepción, VIII Región, Chile. Gayana (Misc.), 8: 1-56.
- Ahumada, R., P. Bernal & G. Shaffer. 1985. Dinámica física y bio-oceanográfica de una zona de surgencia costera. Informe de Avance. Proyecto de Investigación DIUC-SAREC 1/83. Dirección de Investigación, Pontificia Universidad Católica de Chile, 95 pp.
- Alheit, J. 1993. Use of the daily egg production method for estimating biomass of clupeoid fishes: a review and evaluation. Bull. Mar. Sci., 53(2):750-767.
- Alheit, J. 1985. Egg production method for spawning biomass estimates of anchovies and sardines. International Council for the exploration of the sea. C. M. 1985/H:41. Pelagic Fish Committee. Session Q. Contribution N° 31. PROCOPA. 10 p.
- Alheit, J., V.H. Alarcón and B.J. Macewicz. 1984. Spawning frequency and sex ratio in the Peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 25: 43-52.
- Alarcón R. y H. Arancibia. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). Cienc. Tec. Mar. CONA 16: 33-45.
- 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 y R. Alarcón. 1994. Determinación de la talla de madurez sexual y fecundidad parcial de la sardina común *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano de Chile. Biología Pesquera 23: 11-17.

- Arcos, D.F. 1987. Seasonal and short time scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion coast, Chile. Ph.D. Dissertation. Marine Science Research Center, University of New York. 203 pags.
- Arcos, D.F. & M.A. Salamanca. 1984. Distribución de clorofila y condiciones oceanográficas superficiales frente a Chile central (latitudes 32-38°S, febrero, 1982). *Biol. Pesq.*, 13: 5-14.
- Arcos, D.F. & N. Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (Lat. 37°S). *Invest. Pesq. (Chile)*, 33:91-98.
- Arcos, D. F., S. P. Núñez, L. Castro & N. Navarro. 1987. Variabilidad vertical de clorofila a en un área de surgencia frente a Chile central. *Invest. Pesq. (Chile)*, 34:47-55.
- Arcos, D. F., S. P. Núñez & A. Acuña. 1996. Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano (Chile centro-sur): Identificación y dinámica de áreas de retención larval. *Gayana Oceanol.* 4: 21-58.
- Armstrong, M., P. Shelton; I. Hampton; G. Jolly; and Y. Melo. 1988. Egg production estimates of anchovy biomass in the southern Benguela system. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 29: 137-157.
- Arrizaga, A. 1981. Nuevos antecedentes biológicos para la sardina común, *Clupea (Strangomera) bentincki* Norman 1936. *Bol. Soc. Biol. Concepción* (52):5-66.
- Bakun, A. and R. Parrish. 1980. Environmental inputs to fishery population models for eastern boundary current. In: G. Sharp (ed.) *Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes*. IOC Workshop Rep. 28: 67-104.
- Barría, P. y R. Serra. 1991 (a). Estado de las pesquerías pelágicas nacionales, 1990. Informe Técnico presentado a la Cámara de Diputados y Senadores de la República. 100 p.
- Barría, P. y R. Serra. 1991 (b). Evaluación del stock de anchoveta, 1991. Informe Técnico. IFOP-SUBPESCA. 16 p. + Anexos.
- Barrueto, C.G. 1994. Edad y crecimiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*) de Iquique y Talcahuano, mediante análisis de otolitos. Seminario para optar al título de biólogo marino, Universidad de Concepción, 81 pp.
- Berlinsky, D.; M. Fabrizio; J. O' Brien and J. Specker. 1995. Age-at-maturity estimates for atlantic coast female striped bass. *Transactions of American Fisheries Society* 124: 207-215.
- Bernal, P.A., F.L. Robles & O. Rojas. 1983. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes de Chile-Perú. En: *Actas de la Consulta de Expertos para Examinar los Cambios en la Abundancia y Composición por Especies de Recursos de Peces Neríticos*. San José Costa Rica, 18-29 Abril de 1983. G.D. Sharp & J. Csirke (eds.). *FAO Fish. Rep. /FAO. Inf. Pesca*, 291(3):683-712.

- Bernal, P.A., G. Herrera, A. Troncoso, H. González & M. George-Nascimento. 1990. Informe Final Proyecto FONDECYT 0372/88: Cuantificación de la mortalidad larval de *Sardinops sagax* y de *Engraulis ringens*. Efecto de la inanición y su control causal. Departamento de Ciencias del Mar. Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano.
- Bindman, A. G. 1986. The 1985 spawning biomass of the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 27: 16-24.
- Blaxter, J. H. S. 1969. Development: egg and larvae. In: W. S. Hoar and D. J. Randall (eds.) Fish Physiology. Vol III, Academic Press, London, pp 177-252.
- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 14(3):45-84.
- Braun, M. 1991. Abundancia y distribución de huevos y larvas de jurel, sardina y anchoveta en la zona sur de Chile, en junio de 1991. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel en la Octava Región y cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas; pp. 92-124.
- Braun, M. 1995. Determinación de la distribución espacial y la abundancia de huevos y larvas de sardina española, anchoveta y jurel. En: Evaluación Hidroacústica de los Stocks de Sardina Española, Anchoveta y Jurel en la Zona Norte, I a IV Regiones. Informe Final - Proyecto FIP.
- Castro, L., R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa, R. Roa, M. Sobarzo & M Retamal (1997). Informe Final Proyecto 96-11 Areas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central. Fondo de Investigación Pesquera, 115 pp + Anexo de Figuras.
- Castillo, G., E. Aguilera, G. Herrera, P. Bernal, J. Butler, J. Chong, C. Oyarzún & C. Veloso. 1985. Larval growth rates of the pacific sardine *Sardinops sagax* off central Chile, determined by daily ring counts in otoliths. Biol. Pesq., 14:3-10.
- Claramunt, G.; G. Herrera; P. Pizarro; J. Pizarro; R. Escribano; M. Oliva; A. Olivares; C. Guerra y A. Zuleta. 1996. Evaluación del stock desovante de anchoveta por el Método de Producción de Huevos en las I y II Regiones. Proyecto FIP N° 95-01. Informe Final. UNAP. 49 p + anexos.
- Cochran, W.G. 1980. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental S.A. de C.V. México.
- 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 28:43-49.
- Cubillos, L. & H. Arancibia. 1993b. Análisis de la pesquería de sardina común y anchoveta del área de Talcahuano, Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 21:3-21.

- Cubillos, L., H. Arancibia, S. Núñez, R. Alarcón, L. Vilugrón, G. Valenzuela & D. Arcos. 1994. Evaluación indirecta del stock de sardina común en la VIII Región. Doc.Téc.Inst.Invest.Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol.3, Núm.9, 227 p.
- Cubillos, L., R. Alarcón, S. Núñez, D. Bucarey, M. Canales, L. Galaz, A. Hernández, G. Claramunt & G. Herrera. 1996. Reproducción y reclutamiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 94-38. Fondo de Investigación Pesquera, 124 p.
- Cubillos, L, M. Canales, A. Hernández, D. Bucarey, L. Vilugrón y L- Miranda. 1998. Poder de pesca, esfuerzo de pesca y cambios estacionales e interanuales en la abundancia relativa de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el área frente a Talcahuano, Chile (1990-97). Invest. Mar., Valparaíso, 26:3-14.
- Figuroa, D., M. Sobarzo, L. Soto & P. Dávila. 1995. Oceanografía Física. En: Evaluación hidroacústica del jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Informe Final Fondo de Investigación Pesquera, 221 pp. + 285 Figs.
- Fonseca, T. 1985. Física de las aguas costeras de la zona central de Chile. Tralka, 2(4): 337-354
- García, A., N. Pérez, C. Porteiro and P. Carrera. 1991. Estimate of the sardine spawning stock biomass off the Galician and Cantabrian coasts. ICES, C.M. 1991/H: 35. 11 p. + anexos.
- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: Jhon Wiley and Sons, INC.
- Hernández, A. 1994. variabilidad de los caracteres morfométricos y merísticos de anchoveta (*E. ringens*) y sardina común (*S. bentincki*) y su aplicación a la identificación de stoks. Seminario para optar al título de Biólogo marino. Universidad de Concepción, 85 pp.
- Herrera, G., E. Aguilera, G. Castillo & P. Bernal. 1985. Growth of anchovy larvae *Engraulis ringens* in central Chile, determined by daily increment counts in otoliths. Biol. Pesq., 14:11-15.
- Hewitt, R. and Bindman and N. C. H. Lo. 1984. Procedures for Calculating the Egg Production Estimate of Spawning Biomass. Administrative report LJ-84-19. National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Center. La Joya. Ca. U.S.A. 46 p.
- Hewitt, R. 1985. The 1984 spawning biomass of the northern anchovy. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 26: 17-25.
- Hirt, L. and S. Flores. 1994. Reproducción de *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) Osteichthyes, Prochilodontidae y escala de maduración de ovarios. B. Inst. Pesca. 21 (único): 83-94.

- Hop, H; M. Ggraham and V. Trudeau. 1995. Spawning energetics of arctic cod (*Boreogadus saida*) in relation to seasonal development of the ovary and plasma sex steroid levels. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 541-550.
- Hunter, J. R. and S. R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish Bull.*, U.S. 77: 641-652.
- Hunter, J. R. and B. J. Macewicz. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 21: 139-149.
- Hunter, J. R. and B. J. Macewicz. 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin*: Vol 83 N° 2. 119-136.
- Hunter, J. R., N. C. H. Lo and R. J. H. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: R. Lasker (ed.), *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67 - 77.
- Hunter, J. R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. In: R. Lasker (ed.), *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 63-65.
- Hutchings, L. 1992. *Sc. Afr. J. Mar. Sci.* 12: 297-318.
- IMARPE. 1995. Biomasa desovante de la anchoveta y condiciones oceanográficas. Crucero 9408-10 BIC SNP-1 y bolicheras. En revisión. 33p. + anexos.
- Johnson, D.R., T. Fonseca & H. Sievers. 1980. Upwelling in the Humboldt coastal current near Valparaíso, Chile. *J. Mar. Res.*, 38(1):1-16.
- Kimura D. K. and Lemberg N. A. 1981. Variability of line intercept density estimates (a simulation study of the variance of hidroacoustic biomass estimate). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1141-1152.
- Lasker, R. (ed.). 1985. *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36, 99 p.
- Llanos, A. 1990. Análisis del contenido intestinal de estados larvales de cuatro especies de clupeiformes en la Bahía de Concepción. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano.
- Lo, N. C. H. 1985. A model for temperature-dependent northern anchovy egg development. 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: 43-50.

- Macewicz, B. and R. Hunter. 1993. Spawning frequency and batch fecundity of jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, off California during 1991. CalCOFI Rep., Vol. 34. 112-121.
- Macewicz, B. and R. Hunter. 1994. Fecundity of sablefish, *Anoploma fimbria*, from Oregon coastal waters. CalCOFI Rep. Vol. 35. 160-174.
- Macchi, G.; I. Elias and G. Burgos. 1995. Histological observations on the reproductive cycle of the argentinian sandperch, *Pseudoperca semifasciata* (Osteichthyes, Pinguipedidae). Sci. Mar. 59 (2): 119-127.
- Manickchand, S. and N. Ehrhardt. 1996. Spawning frequency, fecundity and spawning potential of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* in Trinidad, west Indies. Bulletin of Marine science. 58 (1): 156-164
- Milton, D., G. Bisher and N. Rawlinson. 1994. Fish Bulletin. 92: 102-121
- Moser, H. G. and E. H. Ahlstrom. 1985. Staging anchovy eggs. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 37-41.
- Mujica, A. & O. Rojas. 1984. Fecundidad y estructura poblacional de sardina común (*Clupea bentincki*, Norman). (Clupeiformes - Clupeidae). Invest. Pesq. (Chile), 31:59-69.
- Muñoz, H. 1983. Catálogo ilustrado de las larvas de peces presentes en el zooplancton de Bahía Coliumo, VIII Región, Chile. Unidad de Investigación para optar al grado de Licenciatura en Biología Marina. Universidad de Concepción, 73 p.
- Norambuena, C. 1997. Distribución espacial y abundancia de huevos y larvas de *Engraulis ringens* y *Strangomera bentincki* en el área de surgencia de Chile centro-sur, frente a Talcahuano. Tesis de grado para optar al grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad Austral de Chile, 50 pp.
- Núñez, S., D. Arcos & F. Véjar. 1997. Informe Final Proyecto FI 95-11. Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos sardina común y anchoveta en la VIII Región. Capítulo Oceanografía Física. Fondo de Investigación Pesquera, 226 pp + Anexo de Figuras.
- Núñez, S. 1995. Variaciones temporales y espaciales de la asociación de copépodos del sistema de surgencia de Talcahuano, Chile. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias, mención Oceanografía, Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 161 pp.
- Núñez, S., A. Troncoso & A. Urrutia. 1996. Condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución de anchoveta y sardina común. En: Evaluación hidroacústica de los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro-sur.

Informe Final. Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera, 103 págs + Anexo de Figuras.

- Núñez, S. & A. Troncoso .1996. Distribución espacial y abundancia de huevos y larvas de sardina común y anchoveta. En: Evaluación hidroacústica de los recursos sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final. Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera, 103 págs + Anexo de Figuras.
- Núñez, S., V. Troncoso, M. Landaeta & M. Braun .1997. capítulo: Distribución espacial de huevos y larvas de sardina común y anchoveta. En: Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos sardina común y anchoveta en el litoral de la VIII Región. Informe Final. Proyecto FIP 95-11. Fondo de Investigación Pesquera, 412 pp.
- Oliva J., J. Barañados y M. Tirado. 1989. Determinación de la fecundidad y frecuencia del desove de la sardina (*Sardinops sagax*), 1986. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número Especial). 341 :348.
- Oliva J., M. Braun, J. Córdova, J. Castillo, V. Catasti, V. Valenzuela, O. Rojas, J. Blanco y C. Martínez. 2000. Evaluación del stock desovante de anchoveta en la I y II Regiones. Informe Final FIP 99-10, 131 pp. + Figuras y Tablas
- Orrego, A. H. 1993. Edad y crecimiento de la sardina común, *Strangomera bentincki*, a través de los microincrementos en los otolitos sagittae. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias, mención Oceanografía, Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 84 pp.
- Osses, J. & J. L. Blanco. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona centro-sur de Chile, durante julio de 1991. Crucero INDUSUR 9102. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII Región y cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Programa de Investigaciones pesqueras de recursos pelágicos - zona centro-sur.
- Parker, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. Fish. Bull., U.S. 78: 541-544.
- Pennington, N. and P. Berrien. 1984. J. Plankton Res. 6: 809-879.
- Pérez, N., A. García, N. Lo and C. Franco. 1989. The egg production method applied to the spawning biomass estimation of sardine (*Sardina pilchardus*, Walb.) in the north atlantic spanish coasts. ICES, C. M. 1989/H: 23. 20 p.
- Pérez, N.; I. Figueiredo and A. Santos. 1989. Batch fecundity of *Sardina pilchardus* of the Iberian Peninsula. International Council for the exploration off the Sea. C. M. 1989/H:17. Pelagic Fish Committee. 9 p.
- Pérez, N.; I. Figueiredo and B. Macewicz. 1991. The spawning frequency of sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum) off the Atlantic Iberian Coast. En prensa. 16 p.

- Peterson, W.T., D.F. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson & P. Tiselius. 1988. The nearshore zone during coastal upwelling: daily variability and coupling between primary and secondary production off central Chile. *Progress in Oceanography*, 20:1-40.
- Picquelle, S. J. and R. P. Hewitt. 1983. The northern anchovy spawning biomass for the 1982-83 California fishing season. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 24: 16-28.
- Picquelle, S. J. and R. P. Hewitt. 1984. The 1983 spawning biomass of the northern anchovy. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 25: 16-27.
- Picquelle, S.J. and G. Stauffer. 1985. Parameter estimation for an egg production method of northern anchovy biomass assesment. In: R. Lasker (ed.), *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax**. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 7-15.
- Quiñones, R. , H. Muñoz, R. Serra, S. Núñez, J. Córdova & D. Figueroa (eds.). 1995. Evaluación hidroacústica del jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. 220 pp + Figs.
- Raj, D. 1968. *Sampling Theory*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Rojas, O. y J. Oliva. 1993. Evaluación del Stock Desovante de Anchoveta de la Zona Norte por el Método de Producción de Huevos. Programa de evaluación directa de recursos pelágicos de la zona Norte. Convenio Empresas Pesqueras del Norte e Instituto de Fomento Pesquero. 50 p.
- Santander, H. 1980. Fluctuaciones del desove de anchoveta y algunos factores relacionados. In: G. Sharp (ed.) *Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes*. IOC Workshop Rep. 28: 255-274.
- Santander, H., P. E. Smith y J. Alheit. 1982. Determinación del esfuerzo de muestreo requerido para el estimado de producción de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente al Perú. *Bol. Inst. Mar Perú, Callao*. 7(1): 16pp.
- Santander, H., J. Alheit and P. E. Smith. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos ". *Bol. Inst. Mar Perú, Callao*. 8: 209-250.
- Seber, G. H. F. 1973. *The estimation of animal abundance and related parameters*. Hafner Press, N.Y., 506 p.
- Selman, K. and R. Wallace. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zoological Science*. 6:211-231.
- Sepúlveda, A. 1990. Variabilidad temporal del ictioplancton en el área de surgencia costera de Chile central: procesos ambientales y biológicos asociados. Tesis de Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Escuela de Graduados, Universidad de Concepción, 85 p.

- 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), 29:21 pp.
- 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, R., M. Aguayo, J. Cañón & F. Inostroza. 1979a. Anchoveta, *Engraulis ringens* Jenyns (Teleostomi, Clupeiformes, Engraulidae). En: Corporación de Fomento de la Producción. Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Santiago - Chile, IFOP V. 1 (Peces) Parte 5 sp. (AP 79-18).
- Serra, J.R., O. Rojas, M. Aguayo, F. Inostroza y J.R. Cañón. 1979b. 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.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones & M. Sobarzo. 1994b. Informe Final Programa para la Evaluación del Recurso Jurel e Investigación Asociada: Años 1991 - 1992. 110 págs. + 149 Figs.
- Shaffer, G. 1984. Preliminary report of the field studies carried out in the coastal zone near Talcahuano, Chile, between November 1983 and March 1984. Special report to SAREC, Sweden.
- Shelton, P. A., M. J. Armstrong and B. A. Roel. 1993. An overview of the application of the daily egg production method in the assessment and management of anchovy in the southeasts Atlantic. Bull. Mar. Sci., 53(2):778-794.
- Silva, N. and D. Konow (1975). Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sudoriental. Expedición KRILL, Crucero 3-4, julio-agosto 1974. Pacífico Sur, 3:63-75.
- Silva, N. and S. Neshyba. 1979. On the souther most extention of the Peru-Chile undercurrent. Deep-Sea Res, 26A:1387-1393.
- Silva, N. and T. Fonseca. 1983. Geostrophic components of the oceanic flow off northern Chile. In: Proceedings of the International Conference on Marine Resources of the Pacific. P. Arana (Ed.), pp:59-60.

- Simmonds, E. J.; N. Williamson, F. Gerlotto and A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (figures).
- Smith, P. E.; W. Flerx and R. P. Hewitt. 1985. The CalCOFI vertical egg tow (CalVET) net. In: R. Lasker (ed.), An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 27-32.
- Sobarzo, M. 1994. Oceanografía física entre Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) y Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), Chile: Una revisión histórica (1936-1990). *Gayana (Oceanol.)*, 2(1):5-17.
- Stauffer, G. D. and S. J. Picquelle. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the central subpopulation of northern anchovy. *Natl. Mar. Fish. Serv., NOAA, Southw. Fish. Cent. Admin. Rep. LJ - 80-09*, 41 p.
- Steuert, B. et B. Ramcharrum. 1995. La fécondité du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'ouest de l'océan Indien. *Aquat. Living Resour.* 8: 79-89.
- Sukhatme, P. V. 1962. Teoría de encuestas por muestreo con aplicaciones. Fondo de Cultura Económica. México-Buenos Aires. 495 pp.
- Thompson, S. K. 1992. Sampling. John Wiley and Sons Inc.
- Torres, A., C. Martínez y J. Oliva. 1985. Migraciones de la sardina española en el Pacífico Suroriental, durante el fenómeno El Niño 1982-83 y en 1984. *Invest. Pesq. (Chile)* 32 pp. 95-100.
- Velásquez, L. 1994. Estudio parasitológico en sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*), en relación a la identificación de stocks dinámicos. Seminario para optar al título de Biólogo Marino, Universidad de Concepción, 75 pp.
- Veloso, C. & A. Arrizaga. 1985. El niño y la pesquería de la sardina común *Clupea (Strangomera) bentincki* de Talcahuano. *Invest. Pesq. (Chile)*, 32:185-190. (Número especial).
- Volter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 p.
- Wallace, R. and K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.* 21:325-343.
- Witthames, P. and M. Walker. 1995. Determinacy of fecundity and oocyte atresia in sole (*Solea solea*) from the channel, the North Sea and the Irish Sea. *Aquat. Living Resour.* 8: 91-109.
- Yamamoto, K. and H. Yoshioka. 1964. Rhythm of development in the oocyte of the medaka, *Oryzias latipes*. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* 15: 5-19.

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:49-62.

Zweifel, J. R. and R. Lasker. 1976. Prehatch and posthatch growth of fishes – A general model. *Fish. Bull.*, U. S. 74: 609-621.

ANEXOS

Continuación

51	L/M Glacier	1240	3710	7320	30	0.00	0.00	400.60	0.00	388.55	18.07	0.00	0.00	0.00	3.01	0.00	0.00	0.00	21.08	831.33
52	L/M Glacier	1340	3707	7312	20	0.00	114.46	0.00	0.00	0.00	18.07	75.30	0.00	210.84	0.00	0.00	0.00	0.00	42.17	460.84
53	L/M Glacier	1440	3710	7320	30	0.00	24.10	771.08	24.10	316.27	0.00	0.00	48.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.27	1250.00
54	L/M Glacier	1600	3709	7314	20	0.00	9.04	5015.06	57.23	204.82	12.05	243.98	0.00	54.22	0.00	30.12	0.00	0.00	96.39	5722.89
55	L/M Glacier	1800	3706	7312	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	L/M Glacier	1330	3702	7318	20	0.00	63.25	6.02	0.00	51.20	765.06	0.00	0.00	0.00	3.01	162.65	307.23	177.71	0.00	1536.14
57	L/M Glacier	1530	3703	7324	30	0.00	9.04	15.06	0.00	18.07	3.01	228.92	9.04	174.70	0.00	6.02	0.00	21.08	0.00	463.86
58	L/M Glacier	1930	3703	7325	25	0.00	3.01	0.00	0.00	21.08	0.00	0.00	63.25	3.01	12.05	0.00	0.00	18.07	0.00	141.57
59	L/M Glacier	2030	3703	7325	25	0.00	0.00	6.02	0.00	6.02	0.00	0.00	33.13	6.02	0.00	0.00	0.00	3.01	0.00	51.20
60	L/M Glacier	2110	3703	7325	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.29	0.00	6.02	0.00	0.00	3.01	0.00	87.35
61	L/M Glacier	2210	3703	7325	25	0.00	6.02	3.01	0.00	21.08	0.00	0.00	0.00	36.14	0.00	0.00	0.00	9.04	0.00	75.30
62	L/M Glacier	2300	3703	7325	25	0.00	0.00	3.01	3.01	12.05	0.00	0.00	30.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.19
63	L/M Glacier	2400	3703	7325	25	0.00	0.00	0.00	0.00	18.07	3.01	27.11	0.00	3.01	0.00	0.00	0.00	21.08	0.00	72.29
64	L/M Glacier	1130	3712	7316	12	0.00	0.00	0.00	6.02	3.01	0.00	0.00	36.14	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	0.00	48.19
TOTAL						15.06	530.12	7268.96	2201.81	2228.05	1201.81	1561.13	1961.89	656.63	343.37	370.48	729.58	19068.88		
PORCENTAJE						0.08	2.78	38.12	11.55	11.68	6.30	8.19	10.29	3.44	1.80	1.94	3.83	100.00		

Densidad (huevos /10m²) por estados de desarrollo de anchoveta. Golfo de Arauco. Período: 6 de agosto de 1998.

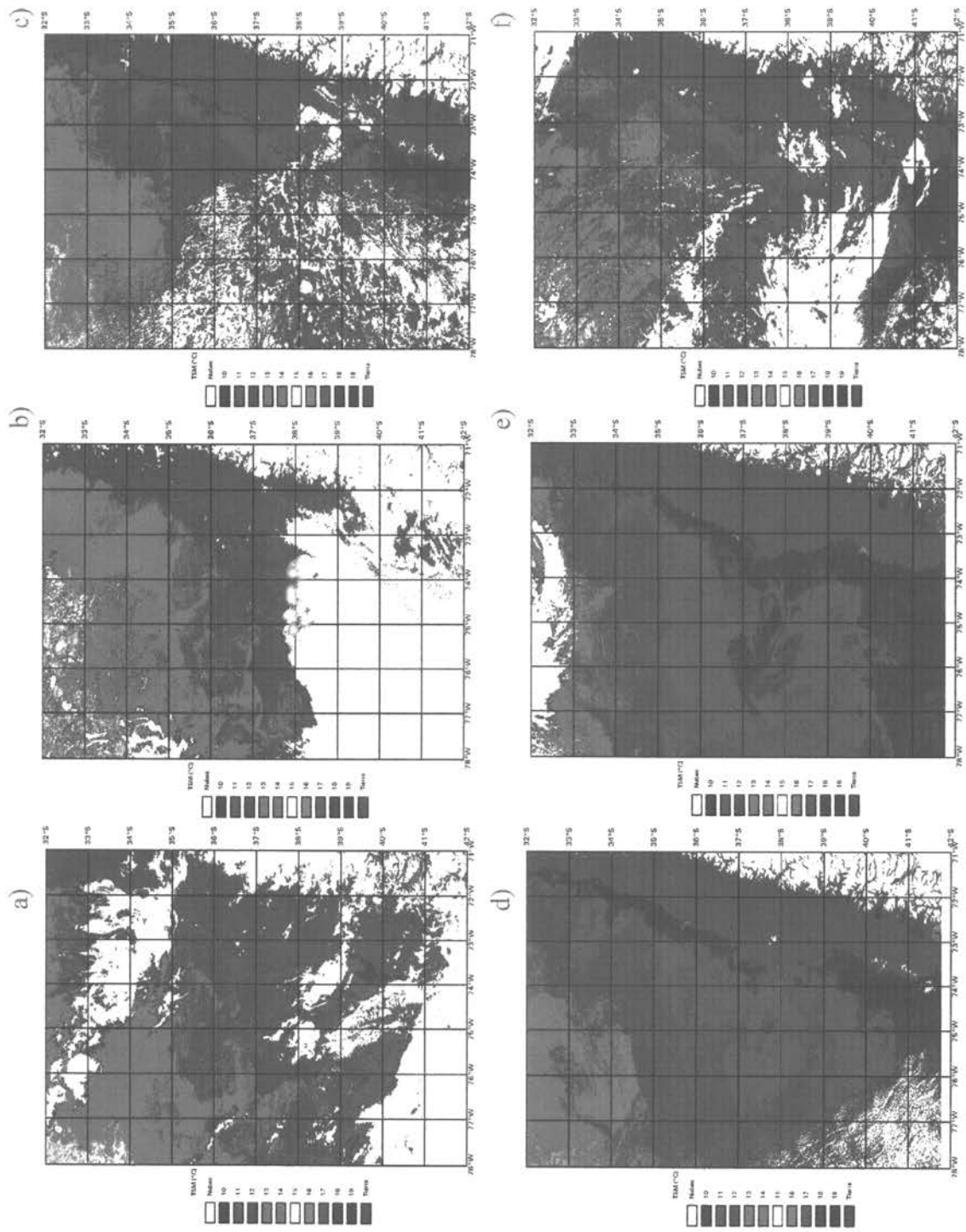
ESTACION	EMBARCACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh/mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	ESTADOS DE DESARROLLO DE ANCHOVETA. DENSIDAD (huevos/10m ²)															TOTAL									
							I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	S/DENT													
1	LM Glacier	6/08/98	800	3659	7312	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
2	LM Glacier	6/08/98	905	3655	7310	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
3	LM Glacier	6/08/98	1045	3652	7310	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
4	LM Glacier	6/08/98	1045	3652	7314	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
5	LM Glacier	6/08/98	1410	3705	7311	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
6	LM Glacier	6/08/98	1505	3710	7312	10	0.00	21.08	6.02	0.00	3.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	3.01	3.01	36.14	3.01				
7	LM Glacier	6/08/98	1530	3709	7315	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
8	LM Glacier	6/08/98	1600	3709	7315	11.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
9	LM Glacier	6/08/98	1615	3710	7315	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
10	LM Glacier	6/08/98	12.6	3712	7318	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
11	LM Glacier	6/08/98	1750	3710	7327	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo1	LM Glacier	6/08/98	1900	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo2	LM Glacier	6/08/98	2000	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo3	LM Glacier	6/08/98	2100	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo4	LM Glacier	6/08/98	2200	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo5	LM Glacier	6/08/98	2300	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo6	LM Glacier	6/08/98	0	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo7	LM Glacier	6/08/98	100	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo8	LM Glacier	6/08/98	200	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo9	LM Glacier	6/08/98	300	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo10	LM Glacier	6/08/98	400	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo11	LM Glacier	6/08/98	500	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo12	LM Glacier	6/08/98	600	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo13	LM Glacier	6/08/98	700	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo14	LM Glacier	6/08/98	800	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.08	15.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
yo-yo15	LM Glacier	6/08/98	800	3714	7316	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
TOTAL							0.00	24.10	6.02	0.00	30.12	27.11	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	111.45	
PORCENTAJE							0.00	21.62	5.41	0.00	27.03	24.33	5.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.01

Densidad (huevos /10m²) por estados de desarrollo de anchoveta. Zona costera de la X Región. Período: 22-24 de agosto de 1998.

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh:mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	ESTADOS DE DESARROLLO DE ANCHOVETA. DENSIDAD (huevos/10m ²)											TOTAL								
						I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		SIDENT							
1	22/08/98	710	3942	7325	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2	22/08/98	945	3939	7321	25	0.00	126.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	126.51	
3	22/08/98	1015	3939	7321	25	0.00	129.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	129.52
4	22/08/98	1215	3940	7322	25	0.00	21.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.08
5	23/08/98	1600	3941	7324	25	0.00	3.01	36.14	0.00	0.00	15.06	280.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	334.34
6	23/08/98	1630	3940	7322	20	0.00	12.05	81.33	0.00	0.00	277.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	388.55
7	23/08/98	1920	3941	7322	20	0.00	0.00	21.08	0.00	0.00	171.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	6.02	201.81
8	24/08/98	1015	3926	7315	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.30
9	24/08/98	1145	3925	7314	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.05
10	24/08/98	1330	3923	7315	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.10	69.28	0.00	0.00	0.00	0.00	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	114.46
TOTAL						0.00	292.17	138.55	0.00	295.18	81.33	0.00	0.00	9.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	45.18	1403.61
PORCENTAJE						0.00	20.82	9.87	0.00	21.03	38.41	5.79	0.00	0.64	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.22	100.00

Densidad (huevos /10m²) por estados de desarrollo de sardina común. Zona costera de la X Región. Período: 22-24 de agosto de 1998.

ESTACION	FECHA (dd/mm/aa)	HORA (hh:mm)	LATITUD (grados S)	LONGITUD (grados W)	PROF. LANCE (m)	ESTADOS DE DESARROLLO DE SARDINA COMUN. DENSIDAD (huevos/10m ²)											TOTAL									
						I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		SIDENT								
1	22/08/98	710	3942	7325	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	22/08/98	945	3939	7321	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	22/08/98	1015	3939	7321	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	22/08/98	1215	3940	7322	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	23/08/98	1600	3941	7324	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	23/08/98	1630	3940	7322	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	23/08/98	1920	3941	7322	20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	9.04	
8	24/08/98	1015	3926	7315	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	
9	24/08/98	1145	3925	7314	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	24/08/98	1330	3923	7315	25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	12.05	
PORCENTAJE						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	100.00



Imágenes satelitales de alta resolución de la temperatura superficial del mar para el período de estudio. a) 30/07/99, b) 06/08/99, c) 12/08/99, d) 13/08/99, e) 14/08/99 y f) 21/08/99.